



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Prospección Minera de Puntos de Interés
Relacionados al Tronco de Plan de Liebres, Municipio
de Eduardo Neri, Estado de Guerrero, México.

TESIS

Que para obtener el título de
Ingeniero Geólogo

P R E S E N T A N

Isaías Jiménez Eslava
Edgar Gerardo Saldivar Abrego

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Juan José Medina Ávila



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

Agradecimientos:

Gracias a Dios por haberme acompañado y guiado en el transcurso de mi carrera, por darme una vida con mucho aprendizaje y buena salud.

Gracias a mi padre Maurilio (Q.E.P.D.) y mi madre Irene por respaldarme en cada momento de mi carrera, por los valores que me enseñaron, por darme la oportunidad de tener una excelente educación en mi vida.

A mi esposa por su apoyo y comprensión, por siempre buscar una forma de ayudarme a cumplir con mis metas personales y familiares.

A mi hija Isis por enseñarme que no hay límites cada día se esfuerza más, es para mí una inspiración que hace que me esfuerce a cumplir mis metas profesionales.

A mi hijo Diego porque siempre me reta y me hace sentir que puedo lograr más y mejores éxitos profesionales.

A mis hermanos por ser parte de mi vida, por apoyarme en los momentos de más necesidad, por su confianza y apoyo.

Al Ing. Juan Medina por creer en mí, por darme la oportunidad de desarrollarme, por todo el apoyo y tiempo que me dedico para que lograra realizar mi tesis profesional.

Al Ing. Vera por estar siempre apoyando y reforzando mi trabajo de tesis.

Al Dr. Garza gracias por su tiempo y su contribución profesional tan importante en mi trabajo de tesis.

A mis sinodales Ing. Tapia, Ing. Rosique. muchas gracias por ser parte de mi preparación profesional en las materias, prácticas y examen profesional.

A mis suegros don Ricardo y doña Alicia por su confianza y apoyo para la realización de mis prácticas.

Gracias Lic. Yadira Saldaña Pérez por la confianza y el tiempo para hacer mi trabajo de tesis profesional.

Gracias a mis amigos Gerardo Saldivar, Almodovar, Gerardo Ochoa, Alexis, Gerardo Guzman, siempre me compartieron su conocimiento, por los grandes momentos en las prácticas.

Isaías Jiménez Eslava

A mi esposa:

María Delia Bahena Hernández, por su infinito amor, comprensión absoluta y compañera incondicional...

A mis hijos:

Adrian Emiliano

Gerardo Alberto, mis hermosos monstruos, significado de la motivación y orgullo más grande...

A mis padres:

Alberto Saldivar Rendón

Gabriela Abrego López, por enseñarme el camino correcto...

A mis hermanos:

Alberto Gabriel

Miguel Adair, por su apoyo en todo momento...

A las Familias Bahena Hernández y Arrieta Hernández:

Sr. Fulgencio Bahena Jaimes, Sra. Delia Hernandez Villalba, Juan Carlos, Adriana, Graciela, Rocio, Abel, Rodrigo, Angélica, Gabriela y Jorge; Dr. Pedro Arrieta Fernández, Sra. Graciela Hernández Villalba, Maite; gracias por todo...

A la memoria de mis abuelos:

Gabriel Abrego Estrada, Emilia López Chávez, Emiliano Saldivar Gutierrez, Consuelo Rendón Medina y Graciela López Chávez.

Agradecimientos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que a través de la Facultad de Ingeniería me enseñó a entender la diversidad del mundo y de las personas, mi agradecimiento eterno.

A todo el personal académico que me instruyó dentro y fuera de las aulas; mención especial para el Ing. Juan José Medina Avila, quien me brindó la confianza para ser su ayudante, por todos los momentos de aprendizaje compartidos en el salón de clases y en las prácticas de campo, por su amistad, por su ayuda y comprensión en los momentos difíciles, gracias.

He sido favorecido siempre y en todo momento, por la compañía de mis maestros que me ilustraron en cómo hacer las cosas de la manera correcta; gracias a los ingenieros: Miguel I. Vera Ocampo, Luis Arturo Tapia Crespo, Fernando Rosique Naranjo y al Dr. Carlos Garza González-Vélez, quienes enriquecieron, con sus comentarios, el presente trabajo de investigación.

Gracias al Ing. Ernesto Aguilera Torres quien generosamente realizó los análisis químicos de las muestras de campo.

Reconocimiento al técnico académico Adán Castro por su asesoría en el dibujo del plano por computadora.

A mi amigo José Alberto Almodóvar Villada, por su ayuda y participación en el trabajo de campo.

Gracias al ingeniero Alfredo Arenas González por esas horas de plática interminable.

A todos los señores operadores de los autobuses de la Facultad de Ingeniería, que siempre nos llevaron, nos trajeron y nos volvieron a llevar: Ramiro, Mario, Armando, Alberto, Arnulfo, Juan, Amador “el Chapulín”.

A la memoria de mis maestros:

- ***Ing. Benjamín Marquez Castañeda***
- ***Ing. Dionisio Valdez Mendoza***
- ***Ing. Leovigildo Cepeda Dávila***
- ***Ing. Héctor Luis Macías González***

El cinematógrafo, como expresión y fenómeno cultural, tuvo una función trascendental en mi formación académica y como individuo, mi gratitud al Cine Club de la Facultad de Ingeniería, a la Filmoteca de la UNAM y a cada uno de mis compañeros con los que hicimos historia, dentro y fuera de la Universidad.

Fundamental y una parte muy importante en mi vida, han sido esas personas, con las que he compartido momentos entrañables, maravillosos; quienes siempre estuvieron en el momento y lugar indicado, mi reconocimiento a todos ellos:

- Escuela Secundaria Diurna # 35 “Gral. Vicente Guerrero”: Adrian Reyes Prieto, Arnulfo Arturo Garcia Olivares, Francisco Gabriel Barrón Romero, José Armando Rojas Garibay, Arturo Ulises De la Garza Campos, Luis Alfonso Ruiz Aguirre, Leonardo García Ordaz.
- CCH Vallejo: Roberto Murrieta Sánchez, Eduardo Butze Rangel, Israel Medina Maldonado, Mauricio López Ramírez.
- Facultad de Ingeniería: Ricardo Angel Alvarez Ramírez, Edgar Eduardo Guzman Cedillo, Jose Alberto Almodóvar Villada, Luis Alberto Gallardo Carreto, Isaías Jiménez Eslava,

José Luis Pineda Acevedo, Elsa Zavala López, Juan Antonio Belmont Otero, Gonzalo Diego Ortiz, Alfredo Franco Piña, María del Carmen Rosas Frías, Mireya Osorio Rosales, Javier Félix Díaz Sánchez, Gerardo Guzman Monroy.

Gracias a todos mis amigos...

Mi agradecimiento perpetuo a Montepío Luz Saviñón I.A.P. Institución que me brindó la oportunidad de incorporarme al mercado laboral, formándome en la profesión de Valuador. Gracias al Director General Roberto Kiehnle Zárate, al Profr. Samuel Yañez Lozano; a mi compañero y amigo que me ofreció sus conocimientos y ayuda, siempre desinteresada, gracias Sr. Valuador David Becerra Campos.

Reconocimiento a mi equipo de trabajo, quienes empeñaron su confianza en mí, al brindarme todas las facilidades para elaborar este trabajo de tesis; gracias a mis jefes inmediatos: Lic. Luis Demetrio Camarillo Cruz, Sr. Valuador Leopoldo Martínez Macías, a mis estimados compañeros y amigos: José Luis Ortiz Rosales, Edgar Eduardo Guzman Cedillo, Gerardo Guzman Monroy, Raúl Gómez Mora, Cutberto Rendón León, Mario Enrique Carillo Dorantes, Yolanda Rabanal Arroyo, Javier Félix Díaz Sánchez, Felipe de Jesús Viveros Saldaña, Felipe Legaria Monsalvo.

*“..hay lugares que recordaré toda mi vida,
aunque algunos hayan cambiado
unos para siempre, y no para bien
otros han desaparecido, otros permanecen
todos estos lugares tuvieron su momento
con amantes y amigos que aún recuerdo
algunos han muerto, otros están vivos
en mi vida los he amado a todos..”*

Lennon/McCartney

Edgar Gerardo Saldivar Abrego

Prospección Minera de Puntos de Interés Relacionados al Tronco de Plan de Liebres, Municipio de Eduardo Neri, Estado de Guerrero, México.

	Página
RESUMEN.....	1
I.- GENERALIDADES.....	1
I.1.- Objetivo del estudio.....	1
I.2.- Antecedentes.....	2
I.3.- Método del trabajo.....	4
I.4.- Localización del área.....	6
I.5.- Acceso y vías de comunicación.....	7
I.6.- Clima y vegetación.....	9
I.7.- Fisiografía.....	10
I.8.- Hidrografía.....	14
II.- GEOLOGÍA.....	17
II.1.- Marco geológico.....	17
II.2.- Estratigrafía.....	22
II.2.1.- Rocas sedimentarias.....	22
II.2.2.- Rocas ígneas.....	26
II.2.3.- Rocas metamórficas.....	27
II.2.4.- Evolución tectónica.....	28
II.3.- Geología estructural.....	29
II.3.1.- Imágenes de satélite.....	29
II.3.2.- Descripción de estructuras.....	30

III.- PROSPECCIÓN DE LOS PUNTOS DE INTERÉS.....	31
III.1.- Geología y mineralización de los puntos de interés prospectivo.	31
III.2.- Evaluación de las zonas de interés prospectivo.....	32
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
APÉNDICE 1.- Ubicación de las muestras para estudios (petrografías y minerografías)	41
APÉNDICE 2.- Estudios petrográficos y minerográficos.....	57
ANEXO Mapa Geológico	

RESUMEN

El área de estudio está ubicada a 7.3 kilómetros al sur de la población de Mezcala a 9.4 kilómetros en línea recta y al NE de la población de Xochipala, pertenecientes al municipio de Eduardo Neri. La zona de interés, colinda al este con los municipios de Mártir de Cuilapan y Tuxtla de Guerrero; al oeste con los municipios de Leonardo Bravo y Gral. Heliodoro Castillo.

En la región se presenta una secuencia de rocas sedimentarias de edad cretácica constituida por las formaciones Morelos, Cuautla y Mezcala, las que se encuentran plegadas, falladas e intrusionadas. Las intrusiones son en general de composición granodiorítica, en algunos casos se han formado aureolas de metamorfismo en las rocas calcáreas y dan origen a mármoles, *skarns* y *hornfels*.

En la región son muy bien conocidos los yacimientos que se han explotado con leyes promedio de 7 gr/Ton de oro en un cuerpo de óxidos de hierro (distrito minero de Nukay), cuyo mineral es beneficiado en una planta de cianuración en la población de Mezcala.

Existen correlaciones amplias entre *skarns* y tipo de magma que han sido descritas por varios autores (Meinert 1985, Paktunc 1990 y Meinert et al., 1997). Los *skarns* se han diferenciado, por el tipo de elemento metálico predominante, en *skarns* de Fe, Au, Cu, Zn-Pb, W, Mo y Sn, (Meinert 1983, 1989, 1992).

Las zonas metálicas (Fe, Au, Cu, Fe-Au, Ag-Pb-Zn-Cu) en México, tienen una distribución, subparalela a la paleotrinchera y al cinturón cuprífero-aurífero y tienen una relación estrecha con el emplazamiento de cuerpos ígneos calcalcalinos en el occidente de México (González-Partida et al., 1987, Zimmerman et al., 1988, Gonzalez-Partida y Torres Rodriguez 1988).

I.- GENERALIDADES

I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El objetivo del presente trabajo consistió en realizar un análisis de los puntos de interés geológico-minero localizados en el tronco de "Plan de Liebres", municipio de Eduardo Neri, en el estado de Guerrero.

Para lograr el objetivo planteado se consumaron las siguientes actividades:

- Reconocimiento de las unidades litológicas y las estructuras que las enmarcan en el área de Plan de Liebres.
- Cartografía y secciones geológicas.
- Determinación de las características petrográficas, mineragráficas y químicas de las rocas del área de estudio, con el propósito de evaluar las posibilidades geológico-económicas.

I.2.- ANTECEDENTES.

Los primeros trabajos geológico-mineros de la región se realizaron a principios del siglo XX, en el año de 1924.

A continuación, se citan en orden cronológico los trabajos realizados:

Russell (1924), realizó un reporte de las minas Carmen y Concepción para la Cía. Exploradora Hidalgo, S.A., en donde recopiló datos sobre la geología local, leyes y exploración de las minas. En su trabajo menciona bolsadas de mineral en óxidos hasta de 162 g/ton de oro.

Pantoja-Alor (1959), recorrió la parte media de Tierra Caliente y realizó la geología de esta área.

Fries (1960) publicó por primera vez, estudios geológicos regionales, la estratigrafía y problemas cronoestratigráficos que abarcaron todo el estado de Morelos y parte norte del estado de Guerrero.

En 1960, el entonces Consejo de Recursos Naturales No Renovables, efectuó los primeros trabajos técnicos para evaluar el potencial minero de la cuenca del río Balsas.

Lopez-Ávila et al. (1960) hicieron un reporte de la mina El Anono en donde describieron la geología local, tipo de yacimiento, obras mineras, leyes y tonelaje extraídos hasta 1960, en donde mencionan la inexistencia de reservas en el yacimiento.

Pantoja-Alor (1970) además, cartografió las riberas del río Balsas, entre las poblaciones de Mezcala y Ciudad Altamirano. En su trabajo describe la geología regional y geología económica, también la descripción de las minas (Todos Santos, El Anono, La Amarilla, San Ignacio y Doña Sol). Asimismo, menciona el tipo de mineralización, leyes, tonelajes, estructuras de las menas y reservas de mineral.

Briones y García (1970), realizó estudios geológicos en la mina conocida como Minas de San Pedro, ubicada a 15 Km al SW del poblado de Mezcala, donde describe los resultados geológicos obtenidos, tipos de mineralización, leyes, tonelajes y modo de ocurrencia de las menas. En su trabajo hace notar que la mineralización se presenta principalmente en el contacto de un intrusivo granodiorítico y calizas.

Campa et al. (1974), Campa y Ramírez-Espinoza (1979), publican sus teorías sobre la evolución geológica del noroccidente del estado de Guerrero.

López-Ramos (1974), publica la segunda edición de la carta geológica, a escala 1:500,000 del estado de Guerrero.

Altamirano (1976), llevó a cabo el inventario minero del municipio Eduardo Neri, estado de Guerrero y realizó un estudio económico de las principales minas. Recomendó efectuar un reconocimiento de los intrusivos del área.

De Cserna et al. (1978), estudiaron las rocas cretácicas del noreste de Guerrero.

Ortega-Gutiérrez (1978 y 1981), escribe sobre las rocas metamórficas del sur y oriente del estado de Guerrero.

Ochoa-Camarillo et al. (1980), realizaron un estudio de los yacimientos auríferos tipo *skarn* del área de la sierra San Pedro en Mezcala, Guerrero. Abarcó los municipios de Cocula y Zumpango del Río, donde se presentan criterios acerca de la metalogénesis y su relación con los intrusivos, considerados como troncos de un batolito y atribuyen el

poco contenido de granates y piroxenos en la zona de skarn y el predominio de epidota, a la baja concentración de sílice en los fluidos metasomáticos.

A partir de 1980, se efectúan estudios locales en donde se evaluaron y efectuaron obras directas en algunos prospectos y minas. En marzo de 1982, se incorpora a las Reservas Mineras Nacionales, la Reserva Morelos, la que abarca una superficie de 49,400 hectáreas y cubre los municipios de Eduardo Neri y Cocula. Con base en los estudios previamente efectuados en la región, se inició un programa de exploración sistemática para barrer el área de la Reserva mencionada en el informe llamado: Estudio Geológico Regional y Prospección Minera (Primera Fase) de la Reserva Minera Nacional Morelos. En este informe, se consignaron los valores de los resultados obtenidos de los muestreos de todos los prospectos mineros.

Ramírez-Espinosa (1982), describe los terrenos de la Sierra Madre del sur.

Campa y Coney (1983), introducen el concepto de terreno tectono-estratigráfico.

González-Partida y Torres-Rodríguez (1988), describen la distribución de yacimientos minerales y su evolución tectónica para la porción centro-occidente de México.

Martínez-Alvarado (1993), desarrolló un trabajo sobre las perspectivas del distrito minero de Mezcala; menciona evidencias de procesos metasomáticos e hidrotermales, relacionados con cuerpos irregulares y vetas emplazadas en el contacto de los intrusivos con las calizas de la Formación Morelos. Divide a este distrito en dos regiones:

1) Región al sur del Balsas, donde se presentan intrusivos de composición granodiorítica asociados con cuerpos de óxidos de hierro, con valores de oro, como en la mina Nukay, en donde, también hay intrusivos de composición monzonítica que sólo generan vetas hidrotermales.

2) Región norte del Balsas donde se presentan intrusivos de composición similar a la anterior.

De la Garza, et al. (1996), realizaron un estudio geológico del yacimiento "El Bermejil" en el municipio de Eduardo Neri, donde mencionan un depósito de skarn relacionado con intrusivos granodioríticos emplazados en rocas carbonatadas de la Formación Morelos, y que forman halos metasomáticos en el contacto con calizas.

Martínez-Vera (1998), menciona que la producción de oro dentro del distrito minero de Mezcala, así como sus reservas, fueron obtenidas en depósitos de emplazamiento metasomático tipo skarn de hierro con oro, entre el contacto de rocas que varían en composición de diorítica a monzonítica, en contacto con las calizas de la Formación Morelos.

El Consejo de Recursos Minerales (1988), editó las cartas Geológico- Mineras de Chilpancingo y Cuernavaca, escala 1:250 000; en estas cartas se observa gran parte de la plataforma carbonatada Guerrero-Morelos y los cuerpos intrusivos mayores que la afectan.

En 1999, el Consejo de Recursos Minerales, publica la Monografía Geológico-Minera del estado de Guerrero, de donde se obtuvo la información geológica regional y otros datos de este trabajo.

Jones, M. (1999), mencionó que en el distrito minero de Nukay fue descubierto el yacimiento mineral de Los Filos, por la compañía minera Nuteck, en donde la

mineralización está asociada a troncos de composición diorítica y granodiorítica que fueron emplazados en rocas carbonatadas del Cretácico Inferior de la Formación Morelos durante la Orogenia Laramide.

Valencia-Gómez, et al. (2000), realizaron un estudio de los intrusivos emplazados en la Plataforma Guerrero-Morelos; éste consistió del análisis geoquímico de elementos mayores y trazas de dos muestras de granodiorita sin alteración, concluyendo que los intrusivos son parte de un sistema de arco volcánico.

Díaz-Salgado (2000), realizó su trabajo de tesis para obtener el grado de Ingeniero Geólogo titulado “Caracterización pre tectónica de los intrusivos relacionados a la mineralización del yacimiento Nukay, Mezcala, Guerrero”.

Actualmente compañías mineras como Peñoles, Industrial Minera México y Nuteck se encuentran realizando estudios geológicos de exploración, así como de barrenación y explotación.

I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.

El método de trabajo consistió en realizar la recopilación bibliográfica sobre la geología regional del estado de Guerrero y la geología local de Mezcala (libros, tesis, artículos científicos, informes técnicos, boletines e información de internet). También se consultó la carta topográfica E14C18 a escala 1:50,000 de Xochipala y la carta geológico-minera a escala 1: 50,000.

Con los mapas topográficos y geológicos se delimitó el área de estudio y se caracterizaron las unidades litológicas; con esta información se dio inicio a la elaboración del mapa geológico. Esta información sirvió de base para planificar el trabajo de campo, que consistió en mapeo geológico, así como la obtención de muestras de mano para estudios petrográficos, minerográficos y análisis químicos

Durante el trabajo de campo se aplicó el método de cuarteo, con el objeto de obtener muestras representativas para análisis químico (Fotografía I.1). Su importancia radica en que el material cuarteado representa las características totales de la muestra en una proporción de material menor al extraído. Este método se hizo únicamente en muestras con síntomas de mineralización. (Fotografía I. 2 y I.3)

Procedimiento del cuarteo de muestras.

- Sobre una superficie limpia se mezcla varias veces el material para obtener una mezcla uniforme y es colocada formando un cono.
- Con la pala se extiende el material, formando una capa de espesor uniforme y contorno más o menos circular, se divide en 4 partes iguales por medio de dos diámetros a 90°.
- Se obtiene el material de dos cuartas partes opuestas y se desechan las dos cuartas partes restantes.

Estas operaciones reducen a la mitad de la muestra y pueden repartirse tantas veces como sea necesario, hasta obtener la cantidad deseada. (Fotografía I.4 y I.5)

- Una vez reducida la muestra al tamaño requerido, se envasa con su respectiva tarjeta de identificación. (Fotografía I.6)



Fotografía I.1.- Método del cuarteo.



Fotografías I.2 y I.3.- Delimitación para tomar muestras por método del cuarteo.



Fotografías I.4 y I.5.- Toma de muestras.



Fotografía I.6.- Resguardo de muestras.

I.4.- LOCALIZACIÓN DEL ÁREA.

El área de estudio se encuentra localizada en la porción centro-norte del estado de Guerrero y al sur de la población de Mezcala. Se encuentra limitada por las coordenadas geográficas 17°51'25" y 17°53'25" de latitud norte y 99°34'15" y 99°35'40" de longitud oeste y a 36.47 kilómetros al norte, en línea recta de la ciudad Chilpancingo. (Figura I.1)



Figura I.1.- Localización del área de estudio. (INEGI 1994)

I.5.- ACCESO Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

El acceso principal al área de estudio es por la carretera federal No. 95 que va desde la ciudad de México a Acapulco y pasa a 1 km. al oriente del poblado Mezcala. Esta carretera cruza la región en dirección norte-sur y pasa por las ciudades de Cuernavaca, Taxco e Iguala. Del poblado de Mezcala salen las brechas Mezcala-Amatitlán y Mezcala-San Miguel Vista Hermosa. (Figura I.2)

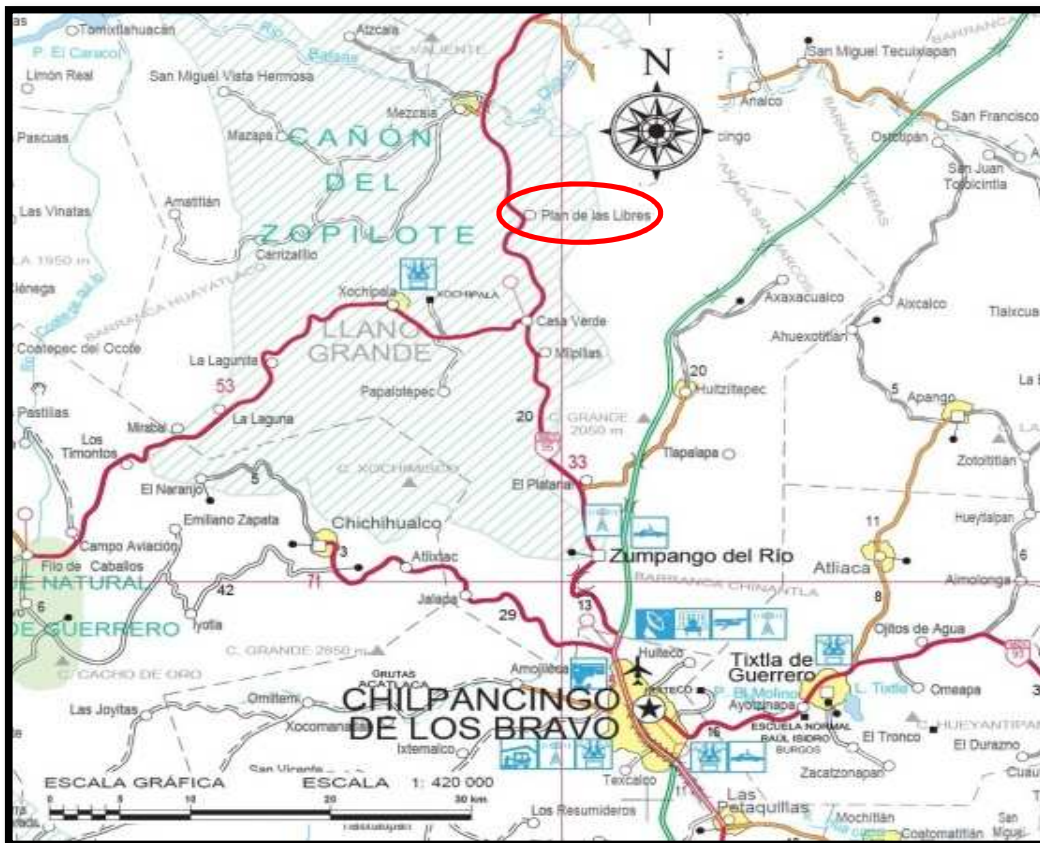


Figura I.2.- Vías de comunicación.

Otra forma de arribar al área es por la autopista México-Acapulco No. 95-D, también conocida como la “Autopista del Sol”, ya que ésta se une a la carretera Federal 95 a la entrada de la ciudad de Chilpancingo; desde ese punto y con dirección hacia el norte, a aproximadamente 35 km, se localiza el poblado Plan de Liebres. (Fotografía I.7)



Fotografía I.7.- Poblado Plan de Liebres

I.6.- CLIMA Y VEGETACIÓN

En el estado de Guerrero se presentan diversos climas, que dependen de la altitud y la ubicación geográfica, fuertemente influenciadas por la Sierra Madre del Sur y la Depresión del Balsas. Las partes más altas se caracterizan por presentar un clima, según la clasificación de Köppen (1900), templado subhúmedo, [C(w)], templado húmedo [C(m)] y semicálido subhúmedo [ACw]; en las laderas, el semicálido húmedo [ACm]. En las planicies costeras y en la mayor parte de la cuenca del río Balsas se tiene un clima cálido-subhúmedo[A(w)] que está subdividido en tres partes: el [A w,] es el más seco y se encuentra principalmente en la depresión del Balsas y la planicie costera; el [A w,] con humedad intermedia ubicado en la transición entre las selvas medianas y los bosques de encino y el [A W] es el más húmedo y se localiza en las partes altas de las laderas australes de la Sierra Madre del Sur. En algunos tramos del río Balsas-Mezcala, la clasificación se convierte en semiseco muy cálido [BS, (h')] y seco muy cálido [BS(h')], con lluvias en verano. (Figura I.3)

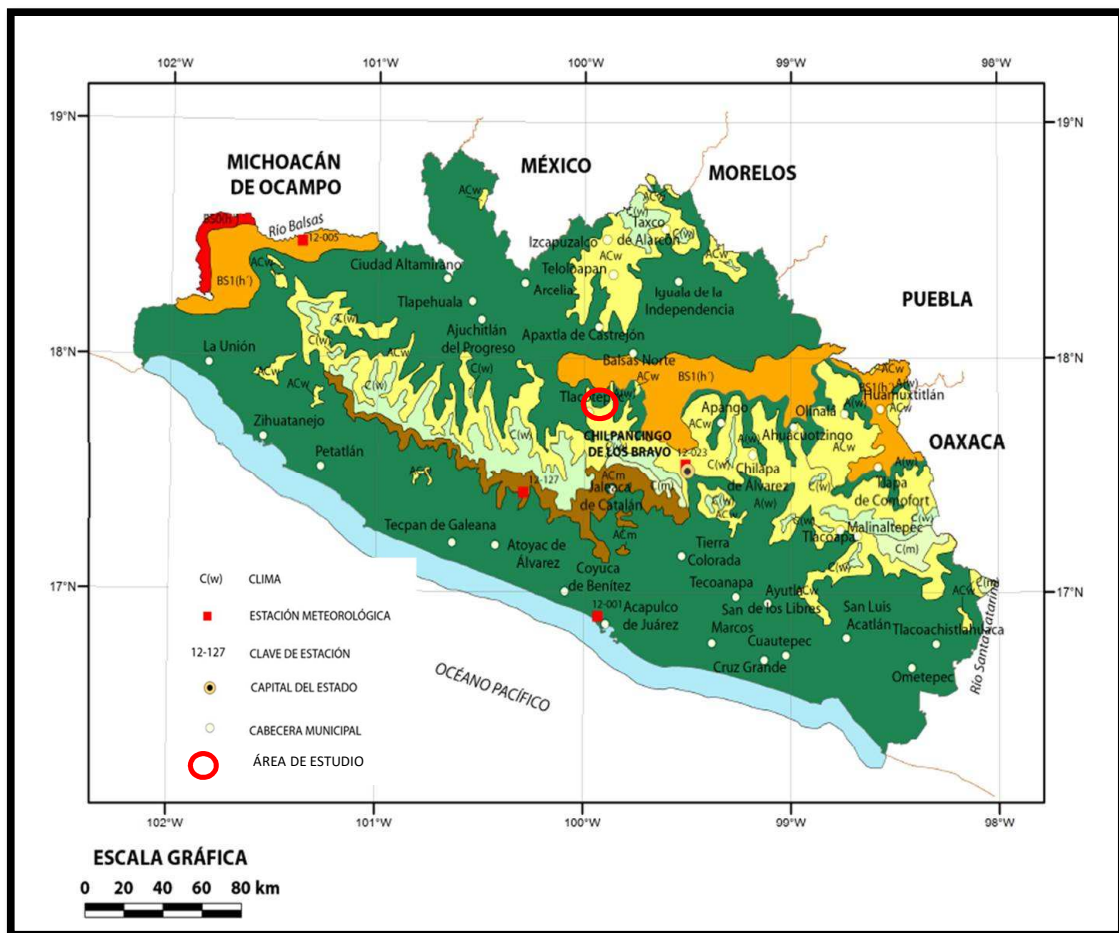


Figura I.3.- Climas del Estado de Guerrero. (Tomado de la Monografía del Estado de Guerrero, 2013)

Los tipos de vegetación en el estado están delimitados conforme al tipo de suelo y el clima que rigen en cada zona. En las zonas altas o templadas se presentan bosques de coníferas, como el Aciculifolio (pino), Aciculesclerófilo (pino-encino), Aciculi-

Linearifolio (pino-oyamel), Esclerofolio-Caducifolio (encino) y Escumifolio (juniperus) que crecen desde cinco metros hasta más de 30 metros de altura. En las zonas de pie de monte y clima semicálido la vegetación está compuesta por selva baja caducifolia, donde los árboles son de altura baja (menos de 15 metros) y en las zonas bajas y cálidas la vegetación predominante es la conocida como selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, palmar, sabana y manglar.

Son notorias las diferencias de vegetación según el tipo de roca subyacente, así en las rocas ígneas es escasa y en las sedimentarias es más abundante. (Fotografía I.8)



Fotografía I.8.- La vegetación muestra los contactos litológicos.

Algunas especies vegetales típicas de la región son, en las partes elevadas:

- Encino, malo mulato, ocote, pino, cuajote, pochote

También cuenta con el llamado matorral crasicaule en la parte central del municipio.

En las partes bajas existe:

- Casahuate blanco, copal, guaje, huamúchil, huisache, maguey, órgano, palma.

I.7.- FISIOGRAFÍA.

El área de estudio pertenece a la subprovincia fisiográfica de la cuenca del Río Balsas–Mezcala dentro de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur. (Figura I.4)



Figura I.4.- Provincias fisiográficas. (INEGI 1999)

Fisiográficamente, el estado de Guerrero pertenece a la provincia Sierra Madre del Sur (Raisz, 1964) y, a su vez, se divide en cinco subprovincias bien definidas, de las cuales cuatro tienen una orientación E-W, mientras que la restante es N-S. Las partes altas están constituidas por las Sierras del Norte, con orientación N-S y caracterizadas por la ruptura de pendiente que se observa en las laderas australes, donde las sierras desarrollan cantiles independientemente del material geológico que las componen, y por la Cordillera Costera del Sur, que se desarrolla a lo largo de casi 500 km, paralelamente a la Costa del Pacífico, y que posee la característica de tener su cresta a una altitud casi constante, de poco más de 2,000 msnm. Sin embargo, cuenta con algunas prominencias que sobrepasan los 3,000 msnm, como el cerro Teotepec con 3,550 msnm (es el más alto) seguido por los cerros Tlacotepec con 3,320 msnm, Zacatonal con 3,300 msnm, Pelón con 3,100 msnm, Piedra Ancha con 3,100 msnm, El Baúl con 3,060 msnm, y El Naranja con 3,000 msnm. Entre los 800 y los 1,200 msnm, se presenta una ruptura clara de pendiente, misma que permite distinguir el cuerpo central de la sierra. Las laderas hacia el sur, correspondientes a la vertiente del Pacífico, tienen una pendiente uniformemente fuerte y se denominan Lomeríos de la Vertiente Pacífica, que aproximadamente a 200 msnm se convierten en las Planicies Litorales. Las laderas hacia el norte que drenan al río Balsas son más extendidas, y presentan disecciones importantes, y forman la unidad fisiográfica de la depresión del Balsas, con elevaciones de aproximadamente 300 a 1,000 msnm. La dinámica que esta cuenca ha experimentado en relación con importantes sistemas orogénicos que la rodean, hace pensar en una unidad en cuyo interior se pueden distinguir diversos tipos de fosas (grabens), como los llanos de Tierra Caliente y los valles de Iguala, Cocula y Amacuzac (SEPLAP, 1985).

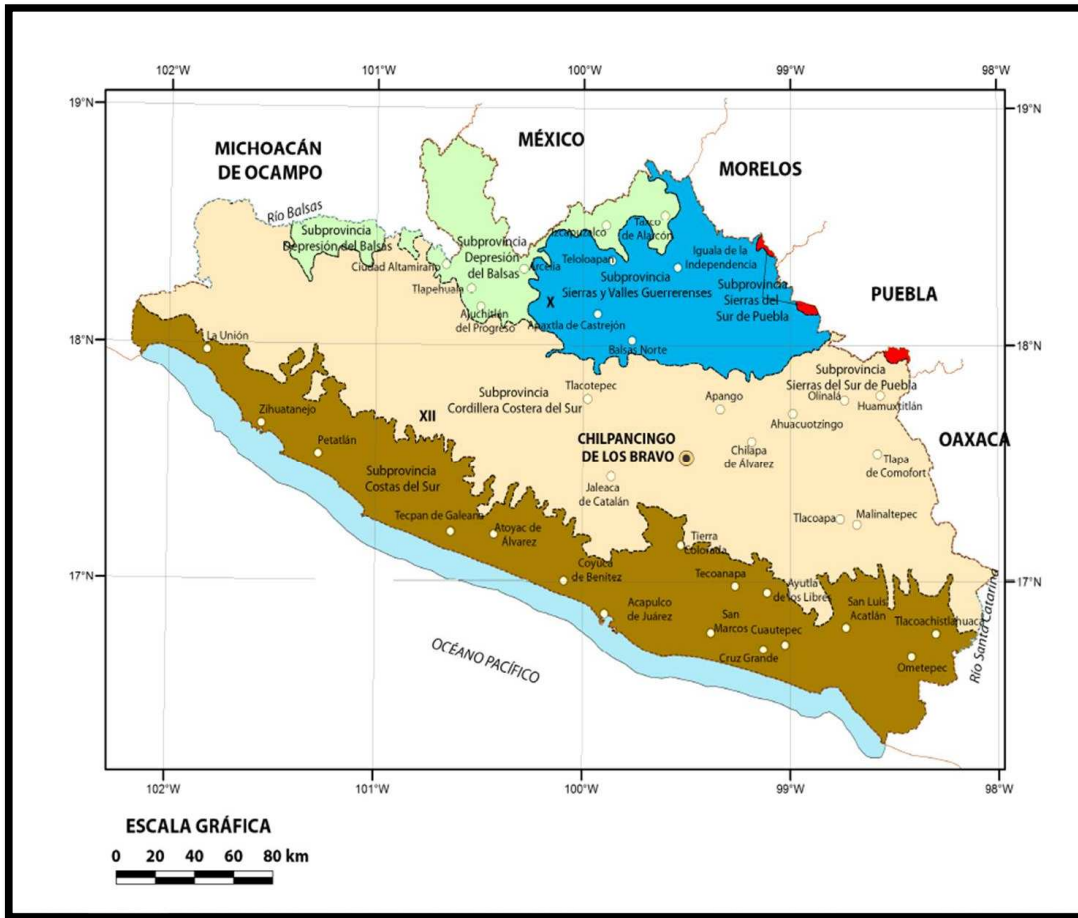


Figura I.5 Subprovincias de la Provincia Sierra Madre del Sur (Tomado de la Monografía del Estado de Guerrero, 2013)

Explicación



El área de estudio queda comprendida en la parte central de la subprovincia fisiográfica llamada Cuenca de Balsas-Mezcala, perteneciente a la provincia de la Sierra Madre del Sur. La cuenca Balsas-Mezcala tiene unos 600 o 750 Km de longitud y está limitada por las siguientes provincias: al Norte el eje Neovolcánico, al Sur la Vertiente del Sur, al Oeste la meseta de Oaxaca y al Este la meseta del Norte.

La topografía que se tiene a lo largo del río Balsas es generalmente abrupta, en el resto del área la topografía es suave. También existen zonas relativamente altas en donde se tiene una pendiente suave.

La evolución geomorfológica del área se ha desarrollado durante varios periodos geológicos, donde las características actuales le han sido impuestas desde el Eoceno, donde los sedimentos marinos fueron deformados por la Orogenia Laramide, y estos sedimentos plegados constituyen los sistemas montañosos actuales.

La topografía del área es producto de la erosión de las diferentes litologías que la constituyen. La fisiografía está controlada por estructuras en forma de pliegues que dan formación a las serranías y valles de orientación N-S.

Si se toman en consideración las redes de drenaje, se puede deducir que el ciclo geomorfológico está representado en las partes más abruptas del área por una etapa de madurez temprana, y en los valles afloran rocas de la Formación Mezcala.

Las rocas que constituyen a esta subprovincia, en el área de estudio, son principalmente sedimentarias de edad Mesozoica, las cuales están plegadas con fallas abundantes; rocas ígneas intrusivas de composición ácida intermedia (granodioritas, monzonitas y dioritas). También existen rocas de metamorfismo de contacto tales como mármoles, skarn y hornfels, las que están parcialmente cubiertas por paquetes de rocas sedimentarias y por rocas ígneas extrusivas ácidas de naturaleza riolítica de edad Cenozoica (Terciario).

El estado de Guerrero es sumamente montañoso, con accidentes topográficos expresados como escarpadas serranías y profundos barrancos que lo atraviesan en todas direcciones. Asimismo, en la Sierra Madre del Sur, escasean las planicies y suelen ser desconocidas las mesetas.

La Sierra Madre del Sur, parte del nudo Mixteco o nudo de Zempoaltepetl, se extienden paralelamente a la costa del Pacífico, con un ancho promedio de 100 km, que recorre el estado de Guerrero en toda su longitud. Además, contiene en su interior numerosos yacimientos minerales, en donde destacan los depósitos de oro y argentíferos, en forma de bolsones o vetas. Igualmente, importantes son los yacimientos de hierro que se localizan a lo largo del río Balsas.

Las prolongaciones del Eje Volcánico dan origen a la sierra de Sultepec, Zacualpan y de Taxco; la sierra de Sultepec es una derivación montañosa que parte del nevado de Toluca y sigue la dirección del meridiano 100° de longitud oeste de Greenwich y se une a la sierra de la Goleta y la sierra de Taxco, en cuya ladera norte se inclina hacia el río Amacuzac y al sureste hacia el valle de Iguala, y que constituye las vertientes del sur del eje volcánico, donde existen en ella yacimientos de plata, plomo y fluorita.

La sierra de Zacualpan, que se extiende del noroeste al suroeste, también se desprende del nevado de Toluca, uniéndose en el noroccidente con la sierra de Sultepec y al suroeste con la sierra de Taxco. Existen en ella yacimientos argentíferos y cuenta con manantiales de aguas salinas del volcán Popocatepetl.

Por último, parte una derivación montañosa, que se interna en el estado de Guerrero, y cruza principalmente los municipios de Atenango del Río y Copalillo. Las montañas más altas de la entidad se localizan en la Sierra Madre del Sur, pero también son notables por su altura las que forman la sierra de Taxco.

I.8.- HIDROGRAFÍA.

Dentro de la República Mexicana, el estado de Guerrero ocupa el doceavo sitio en cuanto a la disponibilidad de recursos hídricos, con un aprovechamiento de 609,696 millones de m³, mientras que en generación hidroeléctrica ocupa el segundo lugar, después de Chiapas. La cuenca del río Balsas-Mezcala es la más importante y cubre un área de 109,618 km², lo que representa aproximadamente el 6% del área total de la República Mexicana, seguida por las vertientes del Pacífico correspondientes a la Costa Chica y la Costa Grande. Cuenta con dos embalses naturales y 16 presas, de las cuales 11 son para riego, cuatro para la generación de energía eléctrica y una para el control de avenidas.

La hidrografía está representada principalmente por el río Balsas llamado en esta zona río Mezcala (Figura I.6), de régimen permanente, es la corriente principal que presenta una dirección E-W, con una longitud de 650 Km. Ésta es una de las más grandes unidades hidrográficas de México, comprende todo el estado de Morelos y parte de los estados de Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y México.



Figura I.6.- Cuencas Hidrológicas, resaltando el Rio Mezcala. (INEGI 2015)

Existen una infinidad de ríos y arroyos que integran la red de drenaje cuya densidad y morfología están controlados por la litología de las unidades superficiales. Los afluentes principales del río Mezcala son: al norte el río Cocula que desemboca en el poblado de Balsas, el manantial de Agua Salada que está ubicado al sur de Mezcala y al sur el arroyo de San Pedro que desemboca en el poblado de Mezcala y la Cañada de Mazapa en el poblado del mismo nombre.

El tipo de drenaje está formado por un sistema dendrítico e intermitente; se considera al río Balsas como una corriente consecuente, ya que su dirección es

perpendicular a los ejes de las estructuras principales del área.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) ha dividido el estado de Guerrero en tres regiones hidrológicas. La cuenca del río Balsas tiene una contradicción básica. Los tributarios están controlados por las estructuras: los ejes de los anticlinales y sinclinales son casi N-S. En cambio, el río principal corta perpendicularmente a éstas en forma de cañón, lo cual indica que podría existir un fenómeno de sobreimposición, ya que la red hidrográfica fue desarrollada independientemente de la estructura. Los meandros encajonados y la sobreimposición sugieren un antiguo trazo heredado por el actual río Balsas.

La región hidrológica del río Balsas cubre la mayor parte del estado (63.8%) desde Filo Mayor (la parte más alta de la Sierra Madre del Sur), hasta los límites con los estados de Michoacán, Estado de México, Morelos, Puebla y Oaxaca. El río Balsas predomina en la región; incluye seis cuencas: tres formadas por el propio río Balsas (las cuencas río Balsas-Mezcala, río Balsas-Zirándaro y río Balsas-Infiernillo) y las tres cuencas restantes formadas por los ríos Tlapaneco, Amacuzac y Cutzamala. En estas cuencas se tienen 12 presas; la mayoría para riego y tres para la generación de energía eléctrica: El Caracol, El Infiernillo y José María Morelos. (Tabla I.1)

REGIÓN		CUENCA		SUPERFICIE
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	ESTATAL (%)
RH18	Balsas	B	R. Balsas - Mezcala	22.05
		C	R. Balsas - Zirándaro	14.72
		D	R. Balsas - Infiernillo	5.40
		E	R.Tlapaneco	5.67
		F	R. Grande de Amacuzac	3.21
		G	R. Cutzamala	2.22
RH19	Costa Grande	A	R. Atoyac y otros	8.50
		B	R. Coyuquilla y otros	5.81
		C	R. Ixtapa y otros	5.65
RH20	Costa Chica-Río Verde	B	R. La Arena y otros	0.35
		C	R. Ometepec o Grande	7.18
		D	R. Nexpa y otros	7.43
		E	R. Papagayo	11.81

FUENTE: INEGI.Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1: 250,000, serie I

Tabla I.1.- Regiones y Cuencas Hidrológicas.

De acuerdo a las litologías de la entidad y al grado de permeabilidad de éstas, las aguas subterráneas existentes comprenden 32 zonas geohidrológicas con 32 acuíferos de importante explotación.

Los acuíferos en material consolidado están principalmente confinados en rocas calcáreas de la Formación Morelos y la base de la Formación Mezcala. Se explotan por medio de pozos profundos, de 200 a 400 m. Los estudios de este tipo de acuíferos son todavía muy escasos en el estado.

Los acuíferos en materiales consolidados en rocas poco fracturadas son explotados con pozos de 180 a 250 m de profundidad y tienen una producción de 5 a

15 litros por segundo. Los acuíferos en calcarenitas impuras de la base de la Formación Mezcala son ocasionalmente buenos productores, con 25 litros por segundo en profundidades de 50 a 100 m. La permeabilidad de estas rocas es secundaria, debido al fracturamiento.

La principal reserva de aguas subterráneas se ubica en los acuíferos costeros de tipo libre, de alta permeabilidad y excelente calidad de agua, formados por cantos rodados, grava, arena, limo y arcilla. Tienen una profundidad promedio de 30 a 60 m y ocupan áreas variables con producciones de 15 a 50 litros por segundo en pozos de 30 m de profundidad y que son de escaso abatimiento. También, hay pequeños acuíferos de profundidad media, formados en limo, arcilla y arena fina, con escasa permeabilidad y producción del orden de 6 a 15 litros por segundo y rápido abatimiento. Ambos tipos se encuentran en aluviones del Holoceno (C.N.A., información verbal, 1996).

II.- GEOLOGÍA

II.1.- MARCO GEOLÓGICO.

La litología que predomina en el estado de Guerrero es la siguiente:

Rocas sedimentarias representados por el 35.8%, rocas metamórficas 28.62%, rocas ígneas extrusivas (23.54%), rocas ígneas intrusivas (8.02%) y el suelo con 4.02%, de la superficie estatal.

Las rocas más antiguas son rocas metamórficas del Precámbrico con edad aproximada de 600 millones de años y se ubican al sureste de la entidad ocupando el 16.28%. El Terciario queda representado en mayor proporción al noroeste, por rocas ígneas extrusivas y hacia el noreste por rocas sedimentarias. Los suelos del Cuaternario, se ubican a lo largo de la costa central de la entidad.

Las rocas del Mesozoico cubren la mayor parte del Estado, lo anterior, como se constata en la tabla II.1:

Cretácico (135 millones de años aprox.) el más extenso	31.1%
Jurásico (180 millones de años)	9.77%
Triásico (225 millones de años)	0.90%
Triásico-Jurásico (200 millones de años)	0.30%

Tabla II 1.- Porcentaje de las rocas del Mesozoico en el Estado de Guerrero

Las principales rocas de estos periodos son de origen:

Sedimentario	21.73%	Ubicados al centro y norte de estado
Metamórficos	11.27%	Ubicados al centro y sur
Ígneas intrusivas	7.86%	Ubicados al oeste-suroeste
Ígneas extrusivas	1.21%	

El Paleozoico (375 millones de años), cubre el 1.18% de la superficie estatal, sus rocas de origen metamórfico e ígneas intrusivas, se localiza al noroeste cerca del límite estatal con Puebla.

La geología del estado de Guerrero, se encuentra dividida en un superterreno denominado Guerrero y dos terrenos, Mixteco y Xolapa (Campa et al, 1981 y Vidal-Serratos 1991). A su vez el superterreno Guerrero, está subdividido en cinco subterrenos, los que cubren la mitad occidental del estado.

El término "terreno", se aplica para explicar la yuxtaposición de unidades de la corteza, que son diferentes en litología, deformación y geocronometría de su basamento. La mayor parte del territorio mexicano es un conjunto de terrenos, unidos mediante acreción al margen austral de América del Norte durante el Fanerozoico (Campa y Coney, 1983). (Figura II.1)

EXPLICACIÓN			
CHI	CHIHUAHUA	MI	MIXTECO
CA	CABORCA	XO	XOLAPA
COA	COAHUILA	S	SONOBARI
M	MAYA	R	RUSIAS
A	ALISITOS	V	VIZCAINO
G	GUERRERO	SM	SIERRA MADRE ORIENTAL
J	JUAREZ	SMO	SIERRA MADRE OCCIDENTAL
O	OAXACA	AVM	AXE VOLCANIQUE-TRANS-MEXICAINE

Figura II.1 Mapa de terrenos Tectonoestratigráficos de México

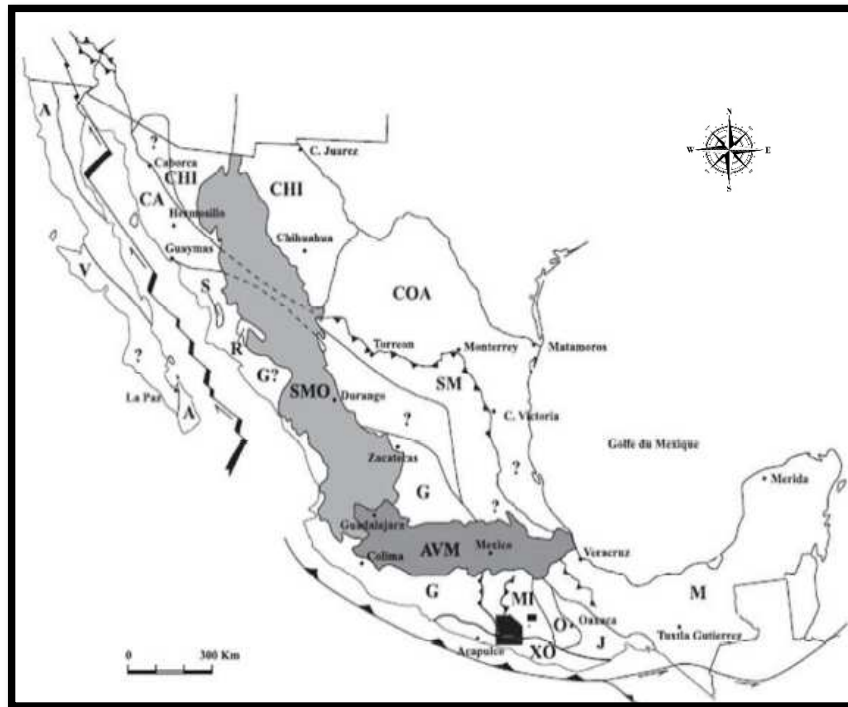




Figura II. 2.- Terrenos tectonoestratigraficos.

SÍNTESIS GEOLÓGICA DEL TERRENO MIXTECO.

Este terreno es el único de los terrenos guerrerenses al que con seguridad se le conoce basamento, formado por el Complejo Acatlán, del Paleozoico Inferior, cubierto en forma aislada por sedimentos del Pérmico, más ampliamente por una secuencia del Jurásico y, por último, por una secuencia de calizas del Albiano, mejor desarrollada en lo que constituye la plataforma Guerrero-Morelos (Ramírez Espinosa, 1982).

El Complejo Acatlán consiste, en el estado de Guerrero, en filitas y cuarcitas principalmente, y esquistos de todo tipo, gneises, granitoides e intrusiones de rocas máficas y ultramáficas en menor grado. Sobre el Complejo Acatlán se depositaron rocas sedimentarias marinas carbonífero-pérmicas y mesozoicas marinas y continentales del Jurásico y Cretácico.

Los sedimentos jurásicos incluyen un conglomerado de cuarzo del Aaleniano y rocas clásticas marinas y continentales, carbón y carbonatos del Bajociense-Callovience, cuya fauna liga el terreno Mixteco en el margen del Pacífico cerca de los Andes Centrales y hacia el occidente con un estrecho marino entre América del Norte y América del Sur (Sedlock *era*/, 1993). Otros estratos mesozoicos incluyen capas rojas del Neocomiano-Aptiano y carbonatos y clásticos de cuenca, del Albiense-Maastrichtiense, que son parcialmente correlacionables con los de la plataforma Guerrero-Morelos.

En el Cenozoico se depositan sedimentos continentales y rocas volcánicas que cubren a las unidades antes mencionadas. Las rocas sedimentarias cretácicas de la plataforma Guerrero-Morelos se pueden considerar como un subterreno que cubre parcialmente al terreno Mixteco. (Ramírez Espinosa, 1982).

SÍNTESIS GEOLÓGICA DEL TERRENO XOLAPA.

El terreno Xolapa consiste en rocas con un grado de metamorfismo alto (wollastonita, cumingtonita, cordierita-sillimanita y andalusita) ortogneises y paragneises migmatíticos y una secuencia de plutones, normalmente sin deformación, que afloran paralelamente a la costa (Ortega-Gutiérrez, 1981).

Las secuencias de rocas sedimentarias, sin deformación ni metamorfismo, que cubren a los demás terrenos, no se encuentran cubriendo al terreno Xolapa.

Con base en la migmatización a gran escala de la corteza media e inferior y plutonismo granodiorítico, tonalítico y granítico generalizado, Ortega-Gutiérrez (1981) interpreta el Complejo Xolapa como un arco magmático, construido por un proceso continuo evolucionado de emplazamiento de magma y migmatización de la corteza. Ratschbacher *et al* (1991) sugieren que el terreno Xolapa se originó como un arco magmático en el Mesozoico tardío, que se formó sobre o cerca de la corteza continental de América del Norte. Las migmatitas heredaron zircones precámbricos que concuerdan en edad con rocas del basamento de los terrenos Mixteco y Oaxaca. (Herrmann *et al*, 1994). Corona Chávez *et al* (1997) indican que el terreno Xolapa puede ser dividido en tres grandes unidades tectónicas:

- 1) Una secuencia de basamento metamórfico y una serie de intrusivos que anticipan un evento de metamorfismo y migmatización.

- 2) Secuencias migmatíticas que pueden ser divididas en un complejo migmatítico metasedimentario y un complejo migmatítico ígneo.

- 3) Un batolito granítico-granodiorítico posterior a la migmatización.

Se reconocieron al menos cinco eventos de deformación en el terreno Xolapa dos sinmetamórficos y subparalelos a las estructuras de diferenciación metamórfica y migmatítica, uno sinmetamórfico y sinmigmatítico, contemporáneo a la formación de las estructuras migmatíticas de origen anatéctico, uno postmigmatítico, con un estilo estructural transpresivo y de mecanismo dúctil-frágil, y uno transtensivo, dúctil-frágil y frágil.

Subterreno Teloloapan.

Conformado por secuencias con predominio de derrames de lava y productos piroclásticos en la base y rocas epiclásticas y calizas del Aptiano-Albiano en la cima. Los derrames de lava están constituidos por basalto, andesita y escasa riolita, su composición es homogéneamente calcalcalina, no hay evidencia de influencia cortical. Presenta metamorfismo de bajo grado.

Su límite tectónico oriental adopta una orientación N-S y se pone en contacto por cabalgaduras con la plataforma Guerrero-Morelos, similar a su contacto occidental, donde el subterreno Arcelia cabalga sobre el Teloloapan. El límite meridional está en contacto por falla con el terreno Xolapa (Campa *et al*, 1981, Sabanero Sosa, 1990).

Subterreno Arcelia.

Consiste en dos secuencias; hacia el oeste, formada por basaltos almohadillados, brechas y hialoclastitas intrusionadas por numerosos diques doleríticos y rocas máfico-ultramáficas asociadas a los basaltos almohadillados. La cobertura sedimentaria consiste en rocas volcánicas y filitas negras del Jurásico Superior (Titoniano).

Hacia el Este, consiste en lavas de almohadilla espilíticas a doleríticas, hialoclastitas y diques basálticos a microgábricos, cubierto de pedernal tobáceo rico en radiolarios del Albiano-Cenomaniano, turbiditas volcánicas de laminación fina y filitas negras. El conjunto de plutones y rocas volcánicas y sedimentarias puede representar la corteza superior de un arco de islas. Las lavas son de composición toleítica (cresta oceánica) y alcalinas (arco de islas), indicando que estas rocas fueron formadas en una cuenca oceánica probablemente detrás de arco. La deformación y el metamorfismo en ambas secuencias son similares (Talavera-Mendoza *et al*, 1993). El metamorfismo y la deformación son similares a los de Teloloapan.

Subterreno Huetamo.

En este Subterreno la secuencia es esencialmente sedimentaria con ligera deformación que consiste en depósitos volcánicos (andesita y riolita) y metamórficos, también existen depósitos turbidíticos y flujos de escombros, calizas arrecifales y capas rojas hacia la cima. Existe un nivel de lava interstratificado de composición toleítica de arco. La edad es del Jurásico Superior-Cretácico Inferior. La deformación es ligera con pliegues amplios. (Ramírez-Espinosa, 1991)

Subterreno Zihuatanejo.

Contiene una secuencia formada por dos conjuntos, el inferior es complejo e incluye rocas metamórficas, volcánicas ultrabásicas y turbiditas de edades inciertas, su deformación es variable. El conjunto superior es una secuencia de andesita, riolita e ignimbrita interstratificadas con caliza y capas rojas de edad Albiano-Cenomaniano. Las lavas son calcálicas y denotan influencia cortical. La deformación se limita a inclinaciones ligeras de estructuras mayores posibles. (Ramírez-Espinosa, 1991)

Subterreno Pápanoa.

Secuencia de rocas ígneas ultrabásicas y básicas representada por un complejo ofiolítico, removido y segmentado, constituido por dunita, peridotita de olivino, harzburgita, anfibolita, gabro, diabasa, dolerita, la mayoría con una foliación leve. Se tienen sedimentos tipo fliish metamórficos con bloques de rocas metamórficas de composición diversa, también hay rocas volcánicas sedimentarias (Formación Camalotito). Las rocas ultrabásicas que caracterizan este terreno lo identifican como parte de un complejo de corteza o fondo oceánico removilizado. La edad de este conjunto no está bien establecida, pero podría ser paleozoica o mesozoica (Vidal-Serratos, 1982).

II.2.- ESTRATIGRAFÍA.

En el área afloran rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas que varían en edad del Cretácico Inferior hasta el Reciente. Se presenta una secuencia cretácica constituida por las Formaciones Morelos y Mezcala, las cuales se encuentran plegadas, falladas e intrusionadas. Los intrusivos, son en general de composición granodiorítica y en muchos de los casos han formado aureolas de metamorfismo con las rocas calcáreas que intrusionan, tales como calizas marmolizadas, skarns y hornfels, además de mineralizaciones en zonas de contacto. Toda esta secuencia se encuentra parcialmente cubierta por rocas extrusivas de composición riolítica; por último, se tienen depósitos de aluvión recientes, constituidos por fragmentos de rocas preexistentes como gravas, arenas, arcillas y caliche, que dan origen al aluvión.

La Formación Mezcala aflora en la proximidad del área de estudio en los alrededores de la población de Mezcala. El tronco de granodiorita tiene forma de herradura con la parte abierta apuntando hacia el NE.

II.2.1.- ROCAS SEDIMENTARIAS.

FORMACIÓN MORELOS (Kim) CRETÁCICO INFERIOR.

El nombre de Formación Morelos fue propuesto por Carl Fries Jr. (1960) y se le dio a una potente sucesión de calizas y dolomías interestratificadas (Albiano-Cenomaniano) que afloran en el estado de Morelos y en los estados de México y Guerrero.

La Formación Morelos está formada por dos miembros, uno superior de capas de carbonato y otro inferior, delgado, por anhidrita que al hidratarse se convierte en yeso.

En el contacto intrusivo se presenta la caliza alterada con delgados estratos pizarrosos de color negro que dan una apariencia carbonosa.

En el área de la Reserva Minera Nacional Morelos afloran calizas de color gris de diversas tonalidades, con lentes, nódulos y granos de pedernal negro y blanco con fragmentos de fósiles silicificados, la unidad presenta estratificación masiva a pobre estratificada en capas entre 20 cm y 1 m. El fenómeno de disolución y presión simultánea da lugar a la formación de estructuras estilolíticas.

La textura de la caliza varía de calcilita a calcirudita, y la textura más común es la calcarenita. Las dolomías y calizas dolomíticas que se presentan junto a las calizas son de origen sindiagenético. Existen algunos horizontes fosilíferos que presentan biostromas de gasterópodos, ostras, etc. En algunas capas hay abundancia de restos fragmentados de rudistas de los géneros tucasias y radiolitas (son los más numerosos).

Estudios micropaleontológicos indican que la micro fauna consta de foraminíferos, caprínidos y gasterópodos los cuales tienen una edad que comprende el Aptiano Superior-Albiano Cenomaniano. (Fries, 1957, 1960)

Esta formación tiene extensos afloramientos en la zona de Amatitlán, abarcan los cerros de Ocotlán, Cucharillo y Cerro Azul, ubicados en la porción oriental de la zona de Amatitlán, así como en su porción norte, central y occidental. (Aguilera-Franco, 2000)

La Formación Morelos se presenta en las partes más elevadas de la topografía del área, por lo que es fácil de identificar. Presenta una morfología kárstica, característica y que consiste en la formación de dolinas y cavernas de disolución.

Hacia la parte superior la Formación Morelos guarda una relación concordante con la Formación Cuautla a la cual subyace y la Formación Morelos principalmente subyace discordantemente a la Formación Mezcala debido al no depósito de la Formación Cuautla.

Fries (1960), considera a la Formación Morelos constituida por un miembro inferior evaporítico y otro superior calcáreo. No obstante, no se ha evidenciado en el subsuelo si se halla el miembro evaporítico o si la Formación Morelos descansa sobre formaciones más antiguas como la Acahuizotla, Xochicalco y Acuitlapan.

De acuerdo con los estudios efectuados por de Cserna et al (1982), la Formación Morelos está sobreyaciendo a la Cuarcita Cualac o al Complejo Acatlán.

La Formación Morelos constituye la roca de mayor edad dentro del municipio y se encuentra subyaciendo a la Formación Cuautla y en forma discordante a la Formación Mezcala, Formación Balsas y por rocas volcánicas del Terciario.

El espesor varía considerablemente, cerca de Iguala, se calcula de 400m, al norte alcanza los 1,130 m, Su contacto inferior es con el esquisto de Taxco, Complejo Acatlán y con la Formación Zicapa es transicional. El contacto superior con la Formación Cuautla, es discordante (Fries, 1960)

Por su posición estratigráfica y litológica, la Formación Morelos es de ambiente de plataforma y se correlaciona con la Formación El Abra y el Doctor (Fries, 1960)

FORMACIÓN CUAUTLA (Ksc) CRETÁCICO SUPERIOR.

La Formación Cuautla aflora en la región norte en forma irregular, así como en la región centro. Al sur del Río Balsas se encuentran pequeños afloramientos de la misma.

Esta formación, litológicamente, es idéntica a la Formación Morelos ya que también contiene calizas delgadas, medianas y estratos de caliza brechada.

Fries (1960) fue quien le designó el nombre a esta formación a las calizas expuestas en las serranías bajas, localizadas hacia el poniente de Cuautla, Morelos. De acuerdo con Fries la Formación Cuautla consta de tres facies las cuales son:

- 1) Una sucesión gruesa de capas de calizas de estratificación mediana a gruesa, del tipo de banco calcáreo o de "bahamitas".
- 2) Sucesión más delgada de capas de calizas laminadas con estratificación delgada a media con nódulos y bandas delgadas de pedernal.
- 3) Sucesión muy delgada de calizas clásticas con estratificación delgada a media con intercalaciones aún más delgadas de limolita carbonosa.

La Formación Cuautla consta de calizas arcillosas y calcarenitas con colores que van de negro a gris oscuro y estratificación media (30cm – 50cm) con intercalación de pequeños horizontes de lutita con metamorfismo. Presenta un espesor de más de 100m. nódulos, lentes y masas irregulares de pedernal abundante en varias capas y sobre planos de estratificación. La dolomitización ha afectado en un grado muy bajo a las calizas.

Fries (1960), con la fauna que reconoció en las diferentes cavidades de la formación le asignó una edad de Cenomaniano Superior-Turoniano.

La Formación Cuautla cubre en discordancia erosional a la Formación Morelos y subyace concordantemente a la Formación Mezcala con espesor variado estimado en la zona de Mezcala entre 20m y 750m.

Estudios de microfósiles, evidencian que pertenece al Cenomaniano Superior-Turoniano. (Fries, 1960)

El contacto inferior con las calizas de la Formación Morelos, es transicional como se puede observar en el flanco oeste del anticlinal San Francisco, el contacto superior de los depósitos “flysch” con la formación Balsas, sólo se pudo observar muy localmente en los límites del área al suroeste en discordancia angular (López-Ramos, 1979).

Se considera que la parte inferior de la formación Malpaso es correlacionable cronológicamente con la formación Cuautla, aunque litológicamente son diferentes. También es correlacionable en edad con la Formación Petlalcingo y con la Formación Soyatal (Fries, 1960).

FORMACIÓN MEZCALA (Ksm) CRETÁCICO SUPERIOR.

Esta formación se extiende desde el este y oeste de la ciudad de Cuernavaca, Morelos, al sur de Chilpancingo y Taxco, Guerrero.

La Formación Mezcala resulta difícil de caracterizar en una sucesión vertical completa debido a la complejidad estructural que presenta (Guerrero-Suástegui, 2004). Fries (1958, 1960) menciona que la litología de esta unidad es muy variable tanto vertical como horizontalmente e incluye dentro de esta formación la sucesión de capas interestratificadas de arenisca, limolita y lutita calcáreas con escasos lentes de caliza clástica. Añade que la parte basal es en casi todas partes de naturaleza calcárea y puede consistir de caliza arcillosa o limolita calcárea. La caliza basal está formada por capas calcareníticas laminadas, de color gris oscuro, de 10-20 cm de espesor, sobre las cuales yacen capas interestratificadas de lutita y limolita calcárea, con menor cantidad de arenisca. Hacia la cima de esta sucesión se encuentran interestratos de subgrauvaca o arenisca y también aparecen algunas capas de conglomerados de grano fino, mismos que varían en espesor de unos pocos centímetros hasta poco más de un metro, en el caso de las areniscas. Sobre los planos de estratificación de las areniscas, abundan rizaduras y marcas o huellas irregulares. La arenisca o subgrauvaca procedente de la parte inferior de la formación, muestra un predominio de granos clásticos detríticos de caliza y dolomita, con mediana cantidad de cuarzo y feldespatos y minerales máficos completamente alterados en menor proporción. En capas superiores, los granos carbonatados disminuyen su abundancia.

Las capas conglomeráticas superiores de la formación, contienen cantidades mucho mayores de granos de cuarzo y de otros minerales de origen ígneo. Las capas inferiores contienen cantidades considerables de materia carbonosa en forma de tallos leñosos en los estratos arenosos y limosos; algunas veces su coloración es negruzca. Crespo-Hernández (1963) mencionó que en las calcarenitas basales hay pedernal en cantidades no mayores del 1% de la roca. Ontiveros-Tarango (1973) describe a esta unidad como capas delgadas de arenisca calcárea, intercaladas con capas de lutita carbonosa, lutita calcárea y lentes de mudstone arcilloso. Zamorano-Montiel (1977), reportó que existen capas aisladas y lenticulares de calizas en la parte media de la

formación, observándose algunos bloques de calizas, que posiblemente sean olistostromas. González-Pacheco (1991 en Guerrero-Suástegui (2004) describió al miembro profundo como una intercalación de arenisca y lutita calcárea, muy similar a la descripción realizada por Fries (1960), mientras que describe al miembro somero como mudstone-wackestone de bioclastos, que hacia la cima cambia a litarenita y limolita roja con estratificación cruzada, misma que cambia lateralmente a greinstone con abundante cuarzo y fragmentos de caliza.

Aguilera-Franco (2000), mencionó que la base de la unidad Mezcala está dominada por caliza arcillosa clasificada como packstone-wackestone bioclásticos y hacia la cima, la litología pasa a una intercalación de lutita, limolita y arenisca que se vuelven conglomerado. Guerrero-Suástegui (2004) documentó que la Formación Mezcala consiste principalmente de arenisca de grano fino a mediano, presente en estratos delgados a medianos, la cual presenta localmente gradación normal y laminación planar, estas capas están interestratificadas con lutita y capas delgadas de caliza, brecha calcárea y pedernal. Este autor menciona además, que en el área de El Calvario-La Concordia esta formación es intrusionada por diques basálticos. Finalmente, Zamudio-Ángeles (2005) menciona que la porción siliciclástica-calcárea, está constituida por la alternancia de arenisca y limolita calcárea, lutita calcárea y marga.

Debido a la erosión y a la intensa deformación de esta unidad, el espesor original no puede medirse en ningún lugar (Fries, 1960). Es importante puntualizar que diversos autores han reportado distintos espesores, dependiendo del área de estudio, así es posible citar que la sección que se ha medido con suficiente exactitud es la de Bohnenberger-Thomas (1955 en Fries, 1960), correspondiente a la localidad tipo, que se extiende a lo largo del Río Mezcala por una distancia de 3 km hacia el oriente, a partir del puente de la carretera México-Acapulco, cuyo espesor es de 1220 m. Aunque de acuerdo con Fries (1960) el espesor de la formación debió haber sido considerablemente mayor; incluso éste autor menciona que Bohnenberger-Thomas (1955) citó un informe inédito realizado por H. Jenny, en el cual el espesor se calculó en 1290 m. Crespo-Hernández (1963) reporta 1000 m de espesor aproximado para el área de Mayanalan Xalitla; Seijas-Iribarren (1965) reportó un espesor de 1100 m para el área de Cuacoyula; Ontiveros-Tarango (1973) hizo el levantamiento de 4 secciones estratigráficas para la porción noroccidental de la cuenca Morelos-Guerrero y reportó para la unidad, espesores que varían de los 67 m a los 980 m, dependiendo del sitio de estudio; Campa (1976 en Campa y Ramírez, 1979) estimó un espesor de 500 m para el Valle de Taxco; Zamorano-Montiel (1977) midió un espesor aproximado de 600 m en algunas localidades del área de Teloloapan; Cserna y Fries (1981) documentaron que para la región que cubre la Hoja Taxco, el espesor no excede los 600 m; González-Pacheco (1991 en Cabral-Cano, 1995), estimó un espesor de 1300 m para la región este de Iguala. En la región de Pachivia, Cabral-Cano (1995) estimó un espesor mínimo de 2000 m, lo cual basó en la medición de los afloramientos y en la amplitud del valle de Pachivia. Personal de PEMEX (1973 en Martínez-Amador et al., 1996) reportaron cerca del área de Pachivia, un espesor máximo de 980 m, mientras que en el Pozo Zoquiapan perforado por PEMEX (1993), al NE del Distrito de Mezcala, cortó 412 m. Guerrero-Suástegui (2004) hace referencia a una sección de 700 m de espesor en el área comprendida entre los poblados de El Calvario y La Concordia. Finalmente, Zamudio-Ángeles (2005) mencionó que debido a que los contactos inferior y superior de la unidad, no afloran en el área de Mayanalan, Guerrero, resulta imposible precisar su espesor total, pero lo estimó en unos 700 m.

Las edades para la unidad han sido documentadas por diversos autores, entre ellos, Fries (1958, 1960) menciona que con base en la macrofauna encontrada (citada en el apartado de Contenido Paleontológico), las capas inferiores de la unidad, dan evidencia casi incontrovertible de una edad de Coniaciano temprano; agrega que la base de la formación varía en edad de un lugar a otro pudiendo alcanzar una edad posterior al Campaniano. Por su parte, Alencáster (1980 en Aguilera-Franco, 2000) asignó una edad de Maastrichtiano para la porción superior de la Formación Mezcala, basándose en la presencia de moluscos. Posteriormente, Aguilera-Franco (1995 en Aguilera-Franco, 2000), con base en la presencia de foraminíferos planctónicos reconoció las biozonas de *Whiteinella archaeocretacea*, *Dicarinella* y *Helvetoglobotruncana helvetica*, estos datos le permitieron asignar una edad de Cenomaniano tardío a Turoniano “medio”. Guerrero-Suástegui (2004) estimó una edad de Cenomaniano “temprano”-Turoniano para la unidad, basado en el estudio de la fauna planctónica (calciesferúlidos y foraminíferos). Zamudio-Angeles (2005) le asigna una edad a la porción siliciclástica del Coniaciano-Santoniano por la presencia de *Archaeoglobigerina*, *Pessagniella*, *Marginotruncana*, *Whiteinella* y abundantes especies de *Heterohelix*. Con base en los datos anteriores y tomando en cuenta la edad más antigua y más joven reportada, se le asigna del Cenomaniano-Maastrichtiano.

II.2.2.- ROCAS ÍGNEAS.

ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS (Igj)

Las rocas intrusivas varían de composición desde monzonítica a granodiorítica; se manifiestan en varios apófisis relativamente aislados entre sí, y probablemente provengan de la misma cámara magmática. La variación que se presenta en su composición se debe a fenómenos de diferenciación magmática. Estos apófisis tienen diferentes texturas que van desde holocristalina porfídica a microcristalina afanítica.

Las apófisis han sido clasificadas petrográficamente en diferentes rocas:

	CLASIFICACIÓN
Apófisis Balsas	Granodiorita de biotita y hornblenda, tonalita,
Apófisis el Limón	Cuarzomonzonita de hornblenda, microgranodiorita de augita, granodiorítica porfídica
Apófisis todos Santos	Granodiorita
Apófisis Atzcala	Microtonalita
Apófisis Vianey	Pórfido diorítico
Apófisis la Guadalupe	Granodiorita de biotita
Apófisis San Pedro	Granodiorita de biotita, pórfido cuarzomonzonítico de biotita. Cuarzomonzonita de biotita.
Apófisis Xochipala	Granodiorita.

Todos estos apófisis se encuentran distribuidos por toda la Reserva Minera Morelos al igual que también se manifiestan en forma de diques.

La granodiorita se observa en mayor abundancia con alteraciones por hidrotermalismo y lixiviación con oxidación y caolinización, además es muy deleznable.

La cuarzo-monzonita se encuentra en menor proporción, se presentan en forma de diques dentro de la granodiorita, es más resistente a la alteración. La edad de emplazamiento de las rocas es probablemente del Terciario temprano.

De acuerdo con las características de emplazamiento y alteración de las rocas intrusivas (Formación Morelos, Cuautla y Mezcala) se les atribuye una edad tentativa entre Maastrichtiano-Eoceno. o del Cretácico Superior- Paleoceno.

ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS.

En la zona de la reserva minera nacional, las rocas están representadas por una sección piroclástica; su base está constituida de material tobáceo intercalado con conglomerado y areniscas; los conglomerados tienen fragmentos de caliza, de rocas volcánicas de tipo andesítico y los clastos varían entre 5cm a 15cm, formando capas de aproximadamente 10cm a 50cm de espesor. En la parte superior existen emisiones riolíticas de color rosado. Su espesor máximo estimado es de más de 150m. Es frecuente ver derrubios ignimbríticos y algunos derrames andesíticos.

Tienen una edad que se estima del Terciario Inferior (Oligoceno-Mioceno).

En la región sur del municipio de Eduardo Neri, las rocas cubren a la Formación Balsas y a la Formación Mezcala, y en la región noroeste cubren a la Formación Morelos y a la Formación Mezcala.

II.2.3.- ROCAS METAMÓRFICAS.

ROCAS METAMÓRFICAS DE CONTACTO.

Por efectos de la intrusión de las rocas granodioríticas se formó una aureola de metamorfismo de contacto alrededor de algunos apófisis que afectaron a las rocas circundantes (Formación Morelos y Mezcala). La aureola está constituida de mármoles, skarns de granate en las rocas calcáreas y hornfels en las rocas arcillosas.

HORNFELS (kho)

También por efecto de las intrusiones granodioríticas en las rocas arcillo-calcáreas de la Formación Mezcala originan un metamorfismo de contacto que alteró a dichos sedimentos para formar hornfels de colores gris verdoso, bastante compactos y afaníticos.

Sus principales afloramientos se encuentran en la porción poniente del apófisis de Balsas y con una extensión aproximada de 7 Km. y en la porción oriente del apófisis de San Pedro con extensión de 1.5 km.

MÁRMOLES (Kma)

Por efecto de la intrusión de rocas granodioríticas en rocas calcáreas de la Formación Morelos se originó una aureola de metamorfismo de contacto que incluye a calizas recristalizadas para formar mármoles que son de color blanco a gris y pasan gradualmente a calizas sanas; su textura es sacaroide y varía de fina a gruesa conforme se acerca al contacto.

Los principales afloramientos de mármoles se localizan en los apófisis de San Pedro, La Guadalupe y Balsas. Su extensión está en función del grado de metamorfismo y la amplitud de la aureola.

II.2.4.- EVOLUCIÓN TECTÓNICA.

A principios del Cretácico se desarrollaron plataformas someras, donde comienzan a depositarse las rocas calcáreas y terrígenos de la Formación Zicapa, continuando con una sedimentación marina calcárea de la Formación Morelos, que inicia en el Albiano y continúa hasta el Cenomaniano, en un ambiente de plataforma, los que gradualmente sufrieron hundimiento para dar lugar a cambios también graduales en la sedimentación netamente calcáreas a calcáreo arcilloso; en el Cretácico Superior Turoniano inicia una subsidencia que da lugar a la sedimentación de turbiditas que conforman el flysch de la Formación Mezcala.

Esta sedimentación fue interrumpida por un levantamiento provocado por los esfuerzos de tipo compresivo relacionados a la Orogenia Laramide durante el Paleógeno, lo que generó una serie de estructuras anticlinales y sinclinales con fallas inversas y normales, así como el desarrollo de una sedimentación molásica representada por el conglomerado Balsas.

A principios del Terciario, con el efecto de la Orogenia Laramide, la zona sufre la intrusión de cuerpos ígneos en forma de troncos que pliegan y fracturan la columna de rocas sedimentarias. Los intrusivos mencionados están constituidos por rocas de tipo granodiorítico que causan efectos de metasomatismo de contacto que dan origen a la formación de rocas como mármol, hornfels y skarn.

La intensa erosión fluvial actuó sobre las rocas intrusivas que tienen menor resistencia a la erosión, descubriéndolas y adoptando la fisiografía y topografía que se tiene en la actualidad.

II.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

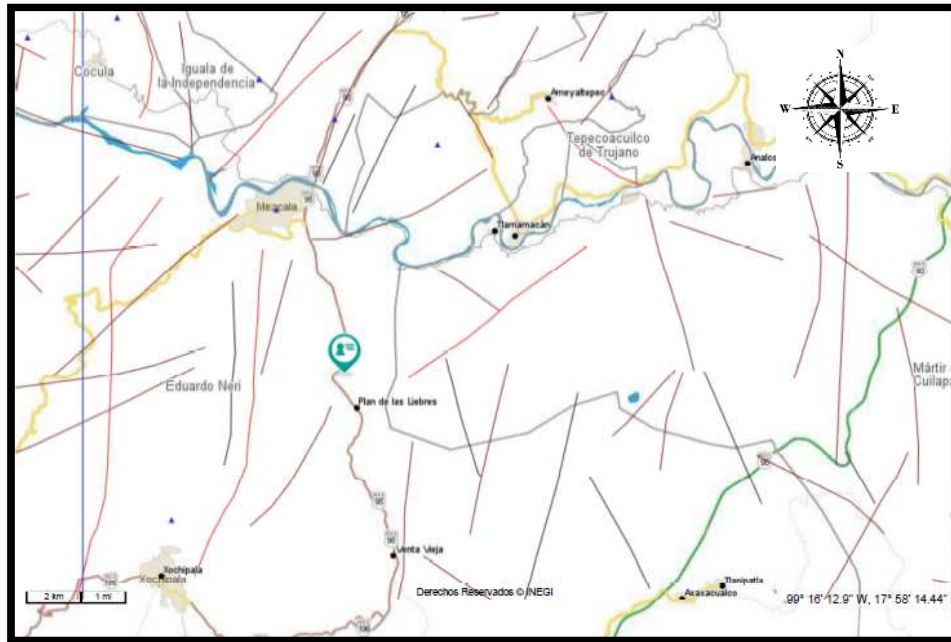


Figura II.2.- Principales fallas y fracturas en el área de estudio.

II.3.1.- IMÁGENES DE SATELITE

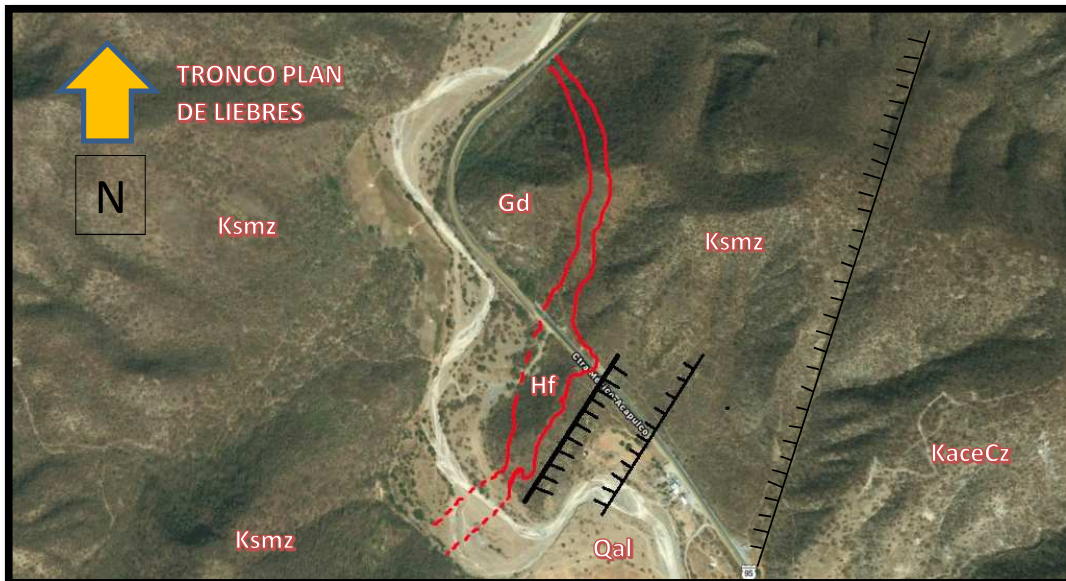


Figura III.3

En la imagen de satélite se observan los contactos litológicos de la estructura hornfels delimitada por el cuerpo intrusivo y la Formación Mezcala de edad Cretácico Superior; así como dos fallas normales, que controlan la dirección del drenaje.

II.3.2.- DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS.

Las estructuras están representadas por anticlinales, sinclinales y sistemas de falla. Entre las más importantes se encuentran:

Anticlinal Tecomatlán: Con su eje orientado en dirección N20°E expuesto en una longitud de 15 km; consiste en un pliegue asimétrico con el flanco oriental más inclinado con respecto al occidental que es más extendido, el cual se encuentra disectado por fallas normales sinestrales.

Anticlinal San Marcos: Con orientación axial N-S y con tendencia a curvarse hacia NNW; con una longitud de 15km.

Anticlinal Jabalí: Está orientado N-S con variaciones al NE y tiene extensión mayor a los 20 km, presenta pliegues de arrastre menores con vergencia al este y un fallamiento normal a lo largo del flanco sur, al oriente está limitado por el sinclinal de Xochipala.

Sinclinal Xochipala: Su eje sigue una tendencia con rumbo NNE con vergencia al oriente, esta estructura presenta pliegues de arrastre menores cerrados hacia sus flancos y abiertos en su región axial.

Anticlinal Mezcala: Con una orientación NNE-SSW constituido en su núcleo por calizas de la Formación Morelos, su flanco occidental está afectado por la falla normal Mezcala.

Sinclinal Tepetlatipa: Su eje está orientado casi N-S curvándose hacia el SE, su flanco poniente es el más inclinado, mientras que el opuesto es el más tendido, su límite sur está truncado por el levantamiento de calizas ocasionado por el intrusivo Huiziltepec.

En el dominio dúctil-frágil se tienen algunas cabalgaduras entre las que resaltan: Tlanipatla, Tijeras, El Llano y Verde.

La deformación frágil está representada por dos sistemas de fallas; el primero consiste de fallas normales con orientación N-S con variaciones al NE-SW y el segundo con orientación NW-SE y comprende tanto fallas normales como laterales.

Las principales fallas normales del sistema N-S y NE-SW son Plan de Liebres, Mezcala, Atzcala, Milpillas, Oapan, Aixcoacalco, Tepegolol, El Salado, Vieja Fallas Cuautepetl.

Del sistema NW-SE las fallas normales más importantes son: San Juan, Axaxacoalco, Cuautla y Atopula.

También en el sistema NE-SW se tienen fallas de rumbo, las principales son: Tapetlatipa, Grande y El Limón.

III.- PROSPECCIÓN DE LOS PUNTOS DE INTERÉS.

III.1.- GEOLOGÍA Y MINERALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE INTERÉS PROSPECTIVO.

En relación con la geología del área de estudio, ésta se encuentra localizada en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur y en la Sub-provincia de la cuenca fluvial del Río Mezcala, y de manera específica en el arroyo de Zumpango de las Flores, a escasos 7 km. al sur del poblado de Mezcala, Gro. En ella se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias las que se encuentran intrusionadas por cuerpos plutónicos de naturaleza intermedia a ácida. Las rocas sedimentarias están representadas por rocas calcáreas correspondientes a la Formación Morelos de edad Albiano-Cenomaniano, (De Cserna y Fries, 1981), correspondiente al periodo Cretácico Inferior de la Era Mesozoica. Esta unidad consiste de calizas con estratificación mediana a gruesa, de color gris claro con tonos amarillentos en superficie intemperizada, y en superficie fresca presenta color gris oscuro con tonos pardos; con base en la clasificación de calizas de Dunhan, éstas presentan una textura que varía de wackstone a packstone con estructuras en forma de vetillas de calcita y abundancia de microfósiles. En el área de estudio se encuentra distribuida en la parte sur y suroriente, y aflora a una distancia aproximada de 500 metros sobre la margen derecha del arroyo de Zumpango de las Flores, el cual es una corriente fluvial de tipo intermitente, que representa el principal proceso de erosión en el área, ya que corta a las litologías involucradas produciendo la formación de valles muy estrechos, los que al disminuir el gradiente de pendiente se amplían al aproximarse a la corriente principal con dirección hacia el norte, para convertirse en uno de muchos tributarios del Río Mezcala- Balsas.

Sobreyaciendo a la Formación Morelos se encuentra la Formación Mezcala constituida por una secuencia inter-estratificada de areniscas y lutitas; las areniscas presentan un color gris oscuro con tonos verdosos y están cementadas con calcita; un estudio petrográfico de la muestra Z-04 coordenadas (mapa geológico) permitió clasificarla como una grauvaca lítica. En este sector, las areniscas se encuentran interestratificadas con lutitas de color pardo oscuro con tonos castaños amarillentos y marrones en superficie intemperizada, y de color gris oscuro con tonos verdosos en superficie fresca, éstas presentan laminación planar y estratificación delgada, y son de edad Cenomaniano-Turoniano (Zamudio-Angeles, 2005). En el área de estudio la Formación Mezcala se encuentra ampliamente distribuida y está intrusionada por todos los cuerpos intrusivos que afloran en la zona.

Las rocas ígneas en el área de estudio se encuentran representadas por cuerpos plutónicos que varían tanto en composición como en tamaño y forma. Así, la naturaleza de estas rocas es diorítica, cuarzodiorítica, cuarzomonzonítica y granodiorítica. El cuerpo principal tiene la forma de un pequeño stock de composición granodiorítica y se encuentra localizado en la parte central del área de estudio; de dicho cuerpo se desprenden diques de diferentes espesores (1 a 15 metros de espesor) localizados en la parte sur-oriente del área de estudio. Cabe destacar que, algunos presentan mineralizaciones de sulfuros (pirita, calcopirita) y óxidos de hierro (hematita, magnetita), y que con base en las relaciones lito-estratigráficas presentan zonas de metamorfismo de contacto que se expresan en delgados hornfels de color gris claro con tonos marrones y pardos en superficie intemperizada y de color gris claro con tonos verdosos en superficie fresca con mineralización de sulfuros de fierro y cobre (pirita, calcopirita y bornita), así como de óxidos de fierro (magnetita, hematita).

En cuanto a la edad de los cuerpos intrusivos, es posible proponer que correspondan a la época laramídica, puesto que en estudios previos se menciona la presencia de mineralizaciones relacionadas con la existencia de magmas adakíticos del Paleoceno en el Distrito de Mezcala (Eduardo González-Partida, Antoni Camprubí, Gilles Levrèsse, Jordi Tritlla, Alejandro Carrillo-Chávez, 2004), en todo caso, éstos podrían haberse emplazado contemporáneamente a la edad de la deformación de las rocas sedimentarias, ya que algunos cuerpos ígneos se encuentran alojados en zonas de fracturas y en pliegues en dichas rocas.

III.2.- EVALUACIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS PROSPECTIVO.

Con base en la geología y mineralización, se han definido tres zonas de interés prospectivo, dada la presencia de mineralizaciones de sulfuros y óxidos primarios, que se encuentran tanto en el cuerpo intrusivo principal (*stock*) como en los diques asociados a éste, así como en las zonas de *hornfels* y *skarnificación* subordinadas al metamorfismo de contacto.

La primera zona se localiza en la parte sur-occidente sobre la margen izquierda del arroyo de Zumpango del Río; en dicha zona afloran los diques 1, 2, 3, y 4 (mapa geológico). Asociados a estos cuerpos se presentan concentraciones anómalas de sulfuros (pirita, calcopirita, bornita), óxidos de fierro (hematita, magnetita) y de oro y plata. Las observaciones anteriores fueron complementadas con estudios mineragráficos y análisis químicos cuantitativos.

La segunda zona de interés se encuentra localizada al occidente de la zona de estudio, hacia la margen izquierda del arroyo de Zumpango del río, en donde se localizó una excavación de forma cuadrada y de aproximadamente un metro por lado y un metro de profundidad. En esta obra se pudo observar una gran alteración de color marrón que indica la degradación superficial de mineralizaciones de hierro (muestra la Cala), ésta zona resultó de interés ya que de los estudios mineragráficos y los análisis químicos se obtuvieron resultados interesantes por oro y plata.

La tercera y última zona de interés, es la que se localiza en la margen derecha del arroyo de Zumpango del Río, y muy cercana a la carretera que conecta al poblado de Mezcala y la ciudad de Chilpancingo. En este sector se encuentra un socavón abandonado, alrededor del cual se observa una zona muy alterada de color marrón oscuro en el contacto entre la roca plutónica (granodiorita) y las rocas de la Formación Mezcala. Los análisis químicos realizados en la zona del *hornfels* (muestra Z-19) revelan la presencia de valores anómalos de oro.

En las zonas descritas, es posible inferir la presencia de mineralización asociada a un sistema tipo *skarn*; es evidente la necesidad de desarrollar una investigación más detallada de la zona, con el propósito de definir las expectativas de encontrar mineralizaciones relacionadas con la presencia principalmente, de metales preciosos (Au-Ag). La presencia de los síntomas de mineral económico están relacionados en la superficie con una roca encajonate que inhibe la mineralización económicamente importante; pero si se consideran los espesores de las formaciones sedimentarias (Formación Morelos y Formación Mezcala) y las relaciones que guardan éstas con los cuerpos intrusivos estudiados, se podrá

plantear hipotéticamente que a una cierta profundidad, se alojan o encuentran mineralizaciones económicamente importantes asociadas con metales preciosos relacionadas con la presencia de estructuras favorables albergadas en un sistema tipo *skarn*. Por supuesto, esto es sólo una hipótesis, pero con base en los trabajos de campo y gabinete que se realizaron en la presente investigación, se abren interesantes posibilidades para la exploración con obras directas con el objeto de reconocer a profundidad la zona de *skarn*.

Conclusiones y recomendaciones

- Entre las dos fallas normales se tienen las zonas mineralizadas de sulfuros; con lo que estas fallas están delimitando la zona de interés, ya que son postmineralización.
- Con base en los resultados de los análisis químicos y distribución de los minerales con sulfuros en el área de estudio, se propone realizar otros muestreos asociados con los ya conocidos para precisar la distribución de los valores de Au y Ag.
- Se recomienda realizar una malla de perforación con diamante, relacionada con los puntos de interés, con el propósito de conocer la profundidad a la cual se encuentra el límite entre el hornfels, el skarn y las zonas mineralizadas.
- Con relación en la cartografía del área de estudio se observa que los valores de interés (Au, Ag) están localizados en la aureola de metamorfismo (hornfels) en los puntos de muestreo Z-19b y Z-26.
- Con los estudios petrográficos, se observa que la composición de los magmas que generaron a las rocas intrusivas, varían de composición granodiorítica a cuarzomonzonítica.
- Realizar mapeo geológico a escala 1:1,000 que incluya al área de estudio y se extienda hacia al NE para reconocer y evaluar puntos de interés.
- Se propone la planeación de magnetometría que cubra una superficie de 1 km² con el objeto de reconocer la extensión a profundidad de la zonas mineralizadas.

BIBLIOGRAFIA:

Agrell y Charnelly. Phonosporan Olivines and Phosphates of Pallasitic Affinities in Skarn from Canyon, Piute Country, Utah, USA. 1987. *Meteoritics*, Vol. 22 p. 312

Anovitz y Essene. 1990 Phase Equilibria in the System $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3\text{-FeCO}_3$. Department of Geological Science, The University of Michigan Ann Arbor, Michigan 48109.

Atkinson W.W. y Einaudi M. Skarn formation and mineralization in the contact aureole at Carr Fork, Bingham, Utha. Univ. Colo., Dep. Geol. Sci., Boulder, Colo., United States Stanford Univ., United States. *Economic Geology*; November 1978; v. 73; no. 7; p. 1326-1362.

Bird, P. 1988, Formation of the Rocky Mountains western United States: a continuum computer model, *Science* v. 239, p. 1501-1507.

Bourgeois, J., Martin, H., Lagabrielle, Y., Le Moigne, J., and Frutos-Jara, J., 1996, Subduction erosion related to spreading-ridge subduction: Taitao península (Chile margin triple junction área): *Geology*, v. 24 p. 723-726.

Brown, G.C., Thorne, R.S., and Webb, P. C., 1984. The geochemical characteristics of granitoids in contrasting arcs and comments on magma source. *F. Geol. Soc. Lond.*, v. 141 p. 410-423.

Campa, M. F., Coney, P. J., 1983. Tectono-stratigraphic terranes and mineral resource distribution of Mexico: *Canadian Journal of Earth Science*, 20, 1040-1051.

Campa, M. F., Ramírez, J., 1979. La evolución geológica y la metalogénesis del noroccidente de Guerrero. *Plan Piloto de Recursos Naturales de Guerrero: Taxco*, Universidad Autónoma de Guerrero, Serie Científica Técnica, 1, 100 p.

Caravetta, G., Gianelli, G., and Puxeddu, M., 1982. Formation of authigenic minerals and their use as indicators of physiochemical parameters of the fluid in the Larderello-Travale geothermal field: *Econ. Geol.*, v. 77, p. 1071-1082.

Caravetta, G., Puxeddu, M., 1990. Short-dravite-ferridravite tourmalines deposited by hidrothermal magmatic fluids during early evolution of the Larderello geothermal field, Italy: *Econ Geol.*, v.85, p. 1236-1251.

Clark, K.F., Foster, C.T., y Damon, E. P., 1982. Cenozoic mineral deposits and subduction-related magmatic arcs in Mexico. Geological Society of America Bulletin, v. 93, p. 530-544.

de Cserna, Z., Palacios-Nieto, M., Pantoja-Alor, J., 197, Relaciones de facies de las rocas cretácicas en el noroeste de Guerrero y en áreas colindantes de México y Michoacán: Universidad Nacional Autónoma de México, Revista del Instituto de Geología, 8-18.

De la Garza, V., Téllez R., Díaz R., y Hernández A., 1996, Geology of the Bermejil iron-gold deposit Mezcala, Guerrero, México: in Coyner, A. R., y Fahey, P.L., eds., Geology and Ore Deposits of the American Cordillera: Geological Society of Nevada Symposium. Proceedings, Reno/Sparks, Nevada, April 1995, v. 111, p. 1351-1365.

Defant, M. J., Drummond, M. S., 1990, Derivation of some modern arc magmas by melting of Young subducted lithosphere. Nature v. 347, p.662-665.

Díaz-Salgado, C.,2000, Caracterización petrotectónica de los intrusivos relacionados a la mineralización del yacimiento Nukay, Mezcala, Guerrero:**Taxco, Guerrero, Escuela Regional de ciencias de la Tierra**, Universidad Nacional Autónoma de Guerrero, tesis de licenciatura, 62p. Dick, **L.A. and Hodgson, C.J.** 1982, The MacTung W-Cu (Zn) contac metasomatic and related deposits of the northeastern Canadian Cordillera: Econ. Geol., v. 77, p. 845-867.

Dong, G., Morrison, G.W.; Jaireth, S. 1995, Quartz textures in epithermal veins in Queensland: clasificación, origen and implication. Economic Geology, Vol. 90, p. 1841-1856. **Eichengreen, B.** 2000, La globalización del capital. Historia del sistema monetario internacional. Ed. Antonio Bosch. Barcelona.

Einaudi, M.T.,and Burt, D.M.,1982, Introduction-terminology, classification, and composition of skarn deposits: Econ. Geo., v. 77, p.745-754 (entire volumen devoted to skarns)

Fries, C., Jr.,1960. Geología del Estado de Morelos y de las partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México: Instituto de Geología, Boletín num. 60, 236 p.

Gemmell, J.B., Zantop, H.,and Meinert, L.D., 1992, Genesis of the Aguilar zinc-lead silver deposit, Argentina: Contac metasomatic versus sedimentary exhalative: Economic Geology, V. 87, p. 2084-2112.

Gonzalez P. E.; 2003 (Au-Fe) Skarn Deposits of the Mezcala District, South-Central México: Adakite Association of the Mineralizing Fluids. *Internacional Geology Review*. Vol. 45.

Gonzalez-Partida, E., Levresse, G., Carrillo-Chávez, A., Cheilletz, A., Gasquet, D. and Jones, D. 2003, Paleocene Adakite Bearing Au-Fe Intrusive Rocks, Mezcala, México: Evidence from Geochemical Characteristics *Journal of Geochemical Exploration*, V.80, p.25-40.

Guy, B., Faure, N., Le Loc, H. G., Varenne, J. L., 1988, Etude microthermometrique des inclusions fluids des skarns a tungstene de costabonne (Pyrenees, France): *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Serie 2, Mecanique, Physique, Chimie, Sciencies de l'Univers, Sciences de la Terre.*, p. 33-38

Jones, D.M. and Gonzalez-Partida, E., 2001, Evidence of Magmatic fluid flux and recapture in mineralizing granodiorites of the Nukay Au-(Cu) skarns district, Gro., México, en XXIV Convención Internacional Minera, Acapulco, Guerrero: Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México (A.I.M.M.G.M.), *Memorias Técnicas*, 7780.

Johnson, T.W., and Meinert, L.D., 1990, Au-Cu-Ag Skarn and Replacement Mineralization in the McLaren Deposit, New World District, Park County, Montana: *Economic Geology*, v. 89, p. 963-993.

Jones, D. M., and Jackson, P.R., 1999 a, Geologic setting of Skarn-Associated Gold Deposits of the Nukay District, Guerrero, México: XXIII Convención Nacional A.I.M.M.G.M, A.C., Acapulco Guerrero, México, *Memorias en CD*, 4p.

Jones, D. M., and Jackson, P.R., 1999 b, Geology and Mineralization of the Los Filos Gold Deposit, Nukay District, Guerrero, México: XXIII, Convención Nacional A.I.M.M.G.M, A.C., Acapulco Guerrero, México, *Memorias en CD*, 5p.

Kay, S.M; and Mpodozis, C., 2001, Central Andean Ore Deposits Linked to Evolving Shallow subduction Systems and Thickening Crust. *GSA Today; Geological Society of america*, Vol. 11 No. 3 pag 4-9.

Kay, R.W. 2003, Aleutian Adakites: melts of subduction-eroded mafic arc crust? *Geological Society of America Abstracts with Programs* 35 (6):515

Levresse, G., González-Partida, E., 2003, Highly oxidised gold skarn fluids evolution in the mezcala deposit, Guerrero, México: *Journal of Geochemical Exploration*, 78-79, 649652.

Levresse, G., González-Partida, E., Carrillo-Chávez, A., Tritlla, J., Camprubí, A., Cheilletz, A., Gasquet, D., Deloule, E., 2004, U/Pb dating and (C-O) stable isotope constarins on the source and evolution of the Mezcala Au-Fe skarn district, Guerrero, México: *Mineralium Deposita*, 39, 301312.

López-Ramos, E., 1974, *Geología General y de México*, Ed. Escolar, México 509 p.

Martínez, A. H. 1996, Potencial Geológico Minero de yacimientos auríferos de la asignación "Reducción Morelos" en la región de Mezcala, Estado de Guerrero. Consejo de Recursos Minerales. Oficina Regional Guerrero.

Meinert, L.D., 1992 Skarn and Skarn Deposits: *Geoscience Canada*, V. 19, p. 145-162.

Miranda-Gasca M.A., 1995, The Volcanogenic Massive Silfíde and Sedimentary exhalative deposits of the Guerrero Tarrane, México. Tesis de Doctorado del Colegio de la Universidad de Arizona.

Molina-Garza, R., Urritia-Fucugauchi, J., 1993, Deep Crustal structure of central México derived from interpretation of bouguer gravity anomaly data. *J. Geodynamics*, Vol. 17 No. 4.

Morán-Zenteno, D.J., Tolson, G., Martínez-Serrano, R., Martiny, B., SCAF, P., Silva-Romo, G., Macías-Romo, C., Alba-Alvade, L., Hernández-Bernal, M. S., y Slolís-Pichardo, G.N., 1999, Tertiary arc-magmatism of the Sierra Madre del Sur, México, and its transition to the volcanic activity of the Trans-Mexican Volcanic Belt: *Journal of South American Earth Sciences*, V. 12 p. 513-530.

Ortega-Gutierrez, F., 1981. Metamorfics belts of southern Mexico and their tectonic significance: *Geofísica Internacional*, 20(3), p. 177-200.

Pantoja-Alor, J., 1983. Geocronometría del magmatismo Cretácico Terciario de la Sierra Madre del Sur: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 44, 120.

Paredes-López, N. E., 2007, Estudio Geológico del Distrito Minero "Nukay", Guerrero, Facultad de Ingeniería, UNAM, Tesis profesional. p.105.

Romero L. F. 1960. Informe del Distrito Minero de Nukay. Tesis Profesional. Universidad de Minas de Guanajuato.

Sawkins, F.J. 1984. Metal deposits in relation to plate tectonics: Minerals and Rocks Series #17, Springer-Verlag, Berlin, 325 p.

Sedlock, R.L., Ortega-Gutierrez, F., Speed, R.C. 1993. Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolution of Mexico: Geological Society of America Special Paper 278, 153 p.

Shelton, K.L.,1983. Composition and origin of ore-forming fluids in a carbonate-hosted porphyry copper and skarn deposit: A fluid inclusion and stable isotope study of Mines Gaspe, Quebec: Economic Geology, v. 78, n. 3, p 387

Silva, K.K.M.W., and Siriwardena, C.H.E.R., 1988. Geology and the origin of the corundum-bearing skarn at Bakamuna, Sri Lanka: Mineralium Deposita, v. 23, p. 186.

Talavera-Mendoza, O., 1993. Les formations orogéniques Mésozoïques de Guerrero (Mexique meridional). Contribution á la connaissance de la evolution géodynamique des cordillères mexicaines: Grenoble, France, Université, Joseph Fourier, Tesis Doctoral, 462 p.

Taylor, B.E., 1976. Origin and significance of C-O-H fluids in the formation of Ca-Fe-Si skarn, Osgood Mountains, Humboldt Country, Nevada: Unpublished PhD Tesis, Stanford University, 149 p.

Torres, R., Nieva-Gómez, D., Barragan-Reyes, R., y González-Partida, E., 1993. Geotermia en México, Distribución de aguas termales y su relación con la tectónica reciente en México, en la Geotermia en México: México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Programa Universitario de Energía, 140 p.

Universidad Autónoma de Guerrero. 2005. Escuela Regional de Ciencias de la Tierra. Informe Geológico de la Mina La Subida. Taxco, Guerrero.

Sitios web consultados:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee01/info/gro/mapas.pdf>

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/130/A7.pdf?sequence=7>

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/22376/Capitulo3.pdf>

<http://climasdemexico.blogspot.mx/2011/05/clasificacion-climatica-de-koppen.html>

<http://www.foro-mexico.com/querrero/plan-de-las-liebres/foto-satelite.html>




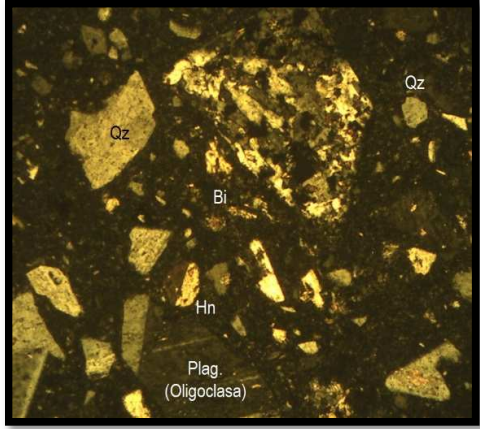
<http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/Morelos.pdf>




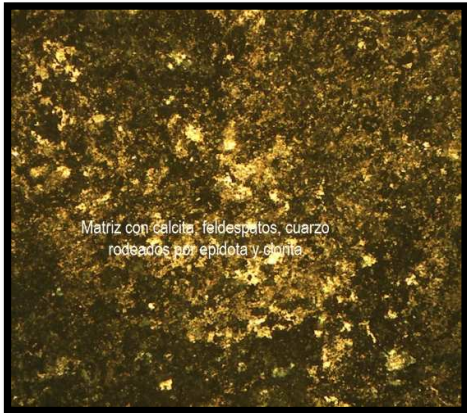
<http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/Cuautla.pdf>




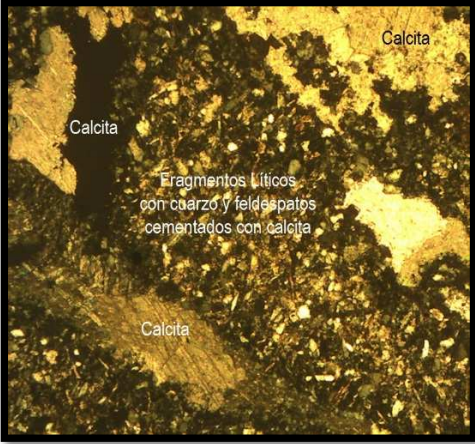
<http://mapserver.sgm.gob.mx/lexico/Mexcala.pdf>




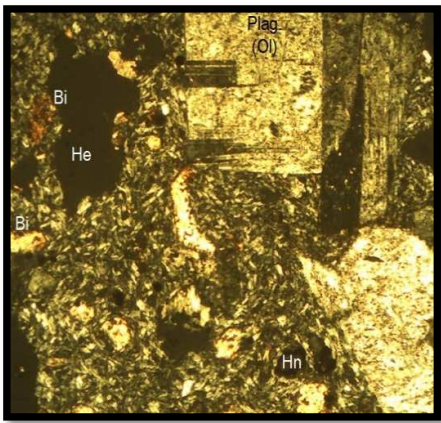
Apéndice 1.- Ubicación de las muestras obtenidas dentro del área de estudio. Se analizaron 15 muestras de acuerdo a la litología, datos estructurales y ubicación como se indica en la siguiente tabla:





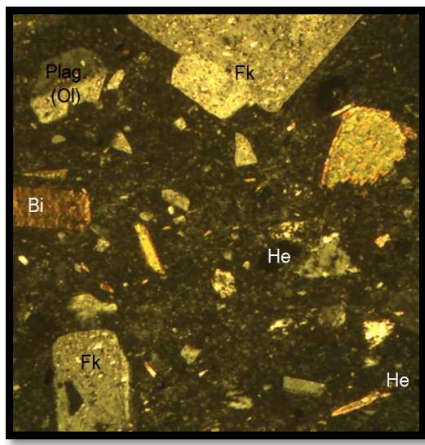
ID (ESTACIÓN)	Coordenadas UTM			Longitud W	LITOLÓGIA	RUMBO DE CAPA	RUMBO DE ECHADO	INCLINACIÓN	ESTRUCTURA
	X	Y	Z						
Z 01	14Q 043 84 67	19 76 013 560	17° 52' 15.72" N	99° 34' 50.97" W	GRANODIORITA				COMPACTA
Z 02	14Q 043 84 82	19 75 959 556	17° 52' 13.97" N	99° 34' 50.45" W	HORNFELS (ROCA VERDE)	NE-SW	NW 75	26	COMPACTA CON VETILLAS
Z 04	14Q 043 85 28	19 75 882 559	17° 52' 10.1" N	99° 34' 47.52" W	GRAUVACA LÍTICA	NE8	NW70	34	ESTRATIFICACIÓN DELGADA A MEDIA
Z 09	14Q 043 84 01	19 75 759 555	17° 52' 7.45" N	99° 34' 53.18" W	INTRUSIVO MARGEN IZQUIERDA (GRANODIORITA)				COMPACTA
Z 10	14Q 043 84 02	19 75 733 560	17° 52' 6.6" N	99° 34' 53.15" W	GRANODIORITA	NE 50	SE 40	80	COMPACTA
Z 11	14Q 043 83 68	19 75 782 562	17° 52' 8.19" N	99° 34' 54.31" W	GRANODIORITA	NE 50	SW	VERTICAL	COMPACTA
Z 12	14Q 043 83 42	19 75 796 568			MUESTRA DE CANAL (ZONA DE ALTERACIÓN)				MASIVA CON ESTRATIFICACIÓN DELGADA
Z 13	14Q 043 83 36	19 75 818 566	17° 52' 9.36" N	99° 34' 55.4" W	HORNFELS	NE32	NW58	7	COMPACTA
Z 14	14Q 043 82 39	19 75 883 574	17° 52' 11.47" N	99° 34' 58.7" W	GRANODIORITA				COMPACTA
Z 15	14Q 043 82 59	19 75 979 568	17° 52' 14.59" N	99° 34' 58.03" W	MICRODIORITA	NW 80		VERTICAL	COMPACTA
Z 16	14-Q 043 82 96	19 76 037 568	17° 52' 16.48" N	99° 34' 56.78" W	ROCA GRANITICA (MICROCUARZONITA)	NE 70	NW 15	17	DIQUE 4
Z 17	14Q 043 82 96	19 76 692 545	17° 52' 37.8" N	99° 34' 56.85" W	MICRODIORITA				CUERPO INTRUSIVO, ESTRUCTURA MASIVA
Z 18	14Q 043 84 11	19 76 490 530	17° 52' 31.24" N	99° 34' 52.92" W		FRANCO OESTE	FRANCO NORTE	67	FALLA CURVA
Z 19	14Q 043 85 94	19 76 218 550	17° 52' 22.4" N	99° 34' 46.67" W	CONTACTO ENTRE HORNFELS Y ZONA DE ALTERACION	SW 5	NW 87	53	FALLA
CALA	14Q 043 8012	1976461 590	17° 52' 30.25" N	99° 35' 6.48" W	CALA				COMPACTA MASIVA




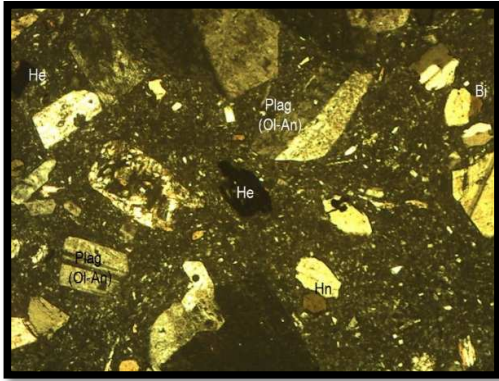
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 15.720 LONGITUD W: -99 -34 -50.967		COORDENADAS UTM: X:14Q 043 8467 Y:19 76 013 Z:560		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-01			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Cuerpo intrusivo principal		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y pardos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos amarillentos cremosos					
TEXTURA: Fanerítica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Feldespatos, Biotita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Oligoclasa, Microclina, Cuarzo.					
MINERALES ACCESORIOS: Hornblenda, Biotita.					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea Intrusiva o Plutónica					
Clasificación: MICRO-GRANODIORITA					
OBSERVACIONES: Afloramiento con una extensión de 200m					

		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 13.965 LONGITUD W: -99 -34 -50.452		COORDENADAS UTM: X:14Q 043 8482 Y:19 75 959 Z:556		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-02			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Conjunto intrusivo y roca verde Hornfels (Zona mineralizada)		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Castaño con tonos marrones y pardos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris con tonos verdosos					
TEXTURA: Cristalina de grano fino.					
ESTRUCTURA: Compacta con Vetillas					
MINERALES: Feldespatos, Piritas y Calcita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Clásticas					
MINERALES ESENCIALES: Plagioclasas, Cuarzo					
MINERALES SECUNDARIOS: Calcita, Goethita, Minerales Arcillosos, Epidota, Clorita, Hematita					
ORIGEN: Metamórfica (Metamorfismo de Contacto)					
CLASIFICACIÓN: HORNFELS CUARZO FELDESPÁTICO					
OBSERVACIONES: El afloramiento está en contacto entre el cuerpo plutónico y los estratos de la Formación Mezcala.					




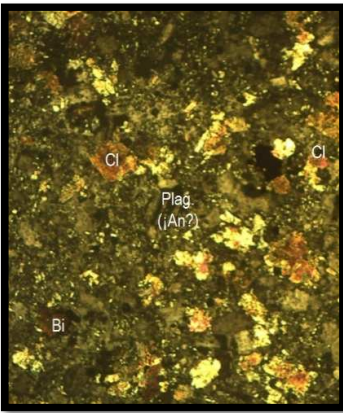
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.	ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri	FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 10.098 LONGITUD W: -99 -34 -48.876		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8528 Y:19 75 882 Z:559		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-04			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: GRAUVACA LÍTICA		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Pardo amarillento.			 10X		
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris oscuro con tonos verdosos					
TEXTURA: Clástica, de grano fino – muy fino.					
ESTRUCTURA: Estratificación delgada a mediana.					
MINERALES: Fragmentos de roca, Cuarzo					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Epiclástica psammitica			 Calcita Fragmentos líticos con cuarzo y feldespatos cementados con calcita Calcita		
MINERALES ESENCIALES: Cuarzo, plagioclasas, fragmentos de roca, calcita.					
MINERALES SECUNDARIOS: Calcita, Minerales Arcillosos					
TIPO DE CEMENTANTE: Calcita					
ORIGEN: Sedimentario marino.					
CLASIFICACIÓN: GRAUVACA LÍTICA					




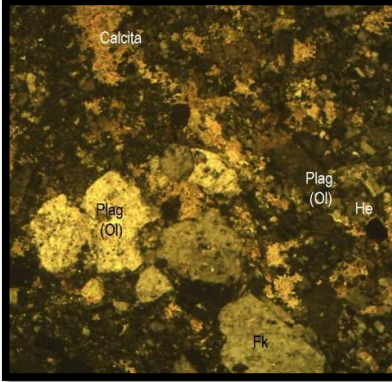
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.	ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri	FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 7.449 LONGITUD W: -99 -34 -53.183		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8401 Y:19 75 759 Z:555		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-09			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Dique (Lecho del rio margen izquierdo)		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y amarillentos.					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos castaños y verdosos.					
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Plagioclasas, Biotita, Cuarzo					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina porfídica					
MINERALOGIA: Plagioclasas, Oligoclasa Feldespato K (Microclina) Cuarzo.					
MINERALES ACCESORIOS: Hornblenda, Biotita.					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea Intrusiva					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					


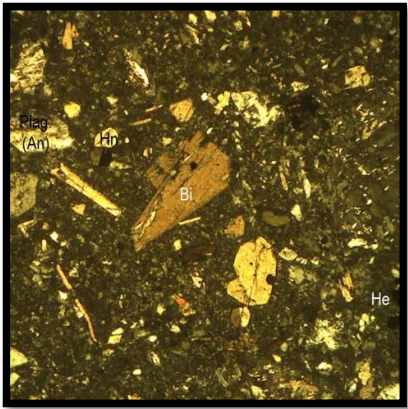
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 6.603 LONGITUD W: -99 -34 -53.147		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8412 Y:19 75 733 Z:560		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-10			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: GRANODIORITA		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos castaños marrones.			 10X 		
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos castaños.					
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Plagioclasas, Feldespato, Biotita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina porfídica.					
MINERALES ESENCIALES: Plagioclasas (Oligoclasa-andesina), Feldespato K, (Cuarzo <100%)					
MINERALES ACCESORIOS: Biotita, Hornblenda					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea intrusiva					
CLASIFICACIÓN: CUARZOMONZONITA					




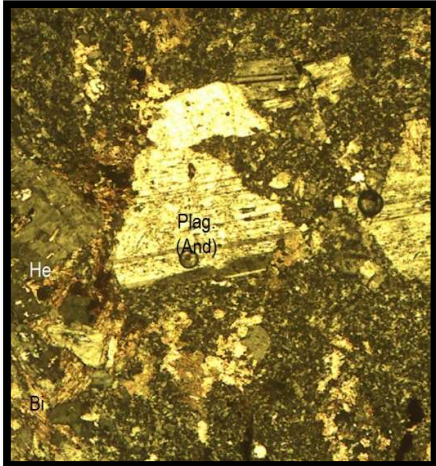
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 8.194 LONGITUD W: -99 -34 -54.307		COORDENADAS UTM: X:14Q 043 8368 Y:19 75 782 Z:562		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-11			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Dique II (Margen izquierda del río)		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris muy claro con tonos cremosos.					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris muy claro (Blanco)					
TEXTURA: Porfídica (Fanerítica de grano fino)					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Biotita, Cuarzo, Plagioclasas					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Plagioclasas (Oligoclasa), Cuarzo					
MINERALES ACCESORIOS: Hematita, Hornblenda					
MINERALES SECUNDARIOS: Hematita, Minerales arcillosos					
ORIGEN: Ígnea Plutónica					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					





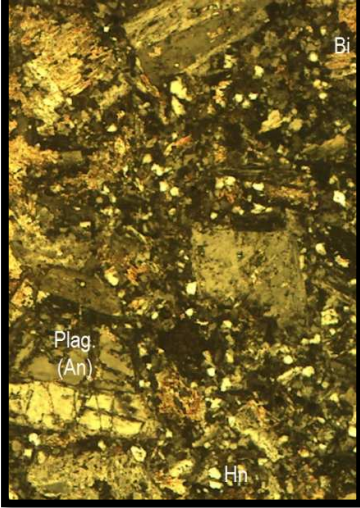
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 8.647 LONGITUD W: -99 -34 -55.192		COORDENADAS UTM: X:14Q 043 8342 Y:19 75 796 Z:568		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-12			DESCRIPCIÓN EN CAMPO:		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO 		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Pardo con tonos rojizos.					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos verdosos.					
TEXTURA: Areno-Arcillosa alterada					
ESTRUCTURA: Masiva con estratificación delgada					
MINERALES: Líticos, Cuarzo, Plagioclasas					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA					
TEXTURA: Epiclástica psammitica					
MINERALES ESENCIALES: Líticos, Feldespatos, Cuarzo					
MINERALES SECUNDARIOS: Limonita					
ORIGEN: Sedimentaria marina					
CLASIFICACIÓN: ARENISCA LÍTICA DE GRANO MUY FINO					
OBSERVACIONES: Tomada en zona de alteración.					

		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 9.362 LONGITUD W: -99 -34 -55.398		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8336 Y:19 75 818 Z:566		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-13			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Hornfels dique de contacto		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos castaños y verdosos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos verdosos y amarillentos					
TEXTURA: Cristalina Fina					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Plagioclasas, Líticos, Epidota, Clorita, Óxidos de hierro (hematita- goethita)					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Honrfélsica					
MINERALES ESENCIALES: Cuarzo, oxi-hornblenda altera a hematita					
MINERALES SECUNDARIOS: Clorita, Sericita, piritita en forma de cubos					
ORIGEN: Metamorfismo de contacto					
CLASIFICACIÓN: HORNFELS CUARZOFELDESPÁTICO					




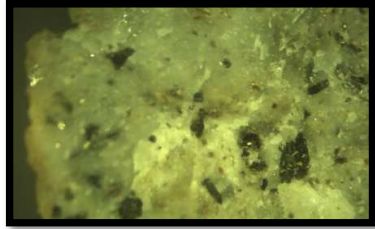
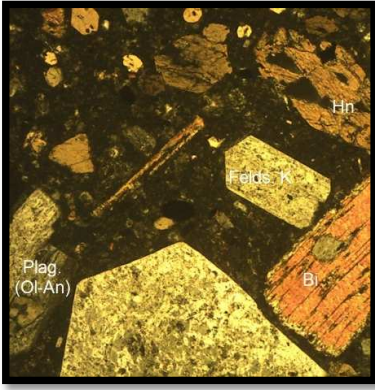
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 11.467 LONGITUD W: -99 -34 -58.701		COORDENADAS UTM: X:14Q 043 8239 Y:19 75 883 Z:574		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-14			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Granofiorita.		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Castaño claro con tonos marrones y pardos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Castaño claro con tonos amarillentos y verdosos					
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Hematita, Hidróxidos de hierro					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Microclina Oligoclasa – Andesina					
MINERALES SECUNDARIOS: Fracturas rellenas con calcita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea plutónica o intrusiva					
CLASIFICACIÓN: MICROMONZONITA					
OBSERVACIONES: De los datos de campo están relacionadas con un dique.					




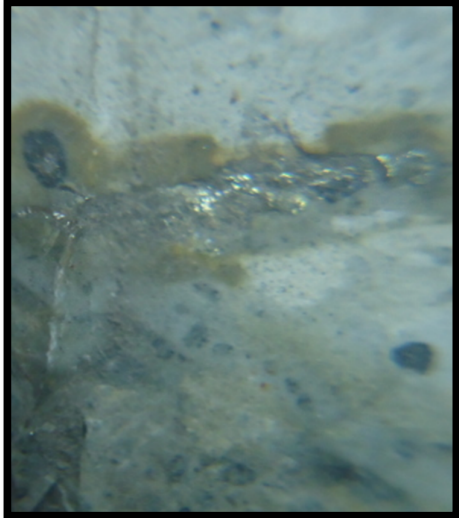
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012					
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 14.593 LONGITUD W: -99 -34 -58.032		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8259 Y:19 75 979 Z:568		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-15			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Dique III (MICROGRANODIORITA)		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris oscuro con tonos verdosos y amarillentos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris oscuro con tonos verdosos					
TEXTURA: Porfídica (fanerítica de grano fino)					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Plagioclasas, Biotita, Pirita en Vetillas, Calcita (efervece la matriz)					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Andesina					
MINERALES ACCESORIOS: Hornblenda, Biotita					
MINERALES SECUNDARIOS: Calcita (rellenando fracturas) Hematita					
ORIGEN: Ígnea o intrusiva					
CLASIFICACIÓN: MICRODIORITA					
OBSERVACIONES: Estructura en forma de dique.					

		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 16.48 LONGITUD W: -99 -34 -56.78		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8296 Y:19 76 037 Z:568		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-16			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Cuerpo intrusivo principal		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y pardos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos amarillentos cremosos					
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Feldespatos, Biotita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Oligoclasa, Microclina, Cuarzo.					
MINERALES ACCESORIOS: Biotita, Hornblenda,					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea Plutónica					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					

		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 37.8 LONGITUD W: -99 -34 -56.85		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8296 Y:19 76 692 Z:545		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-17			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Cuerpo intrusivo principal		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y pardos COLOR EN SUPERFICIE FRESCA. Gris claro con tonos amarillentos cremosos			 10X 		
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Feldspatos, Biotita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina, Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Oligoclasa, Microclina, Cuarzo, Hornblenda.					
MINERALES ACCESORIOS: Biotita, Hornblenda.					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita.					
ORIGEN: Ígnea Plutónica					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					

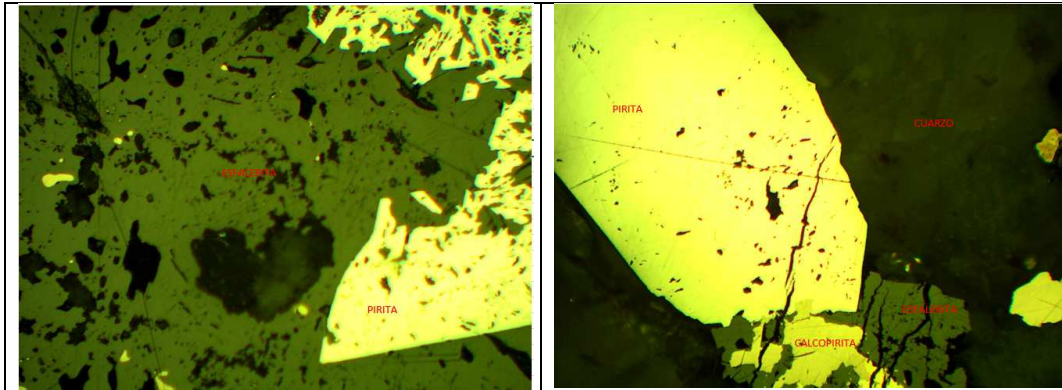
		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 31.24 LONGITUD W: -99 -34 -52.92		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8411 Y:19 76 490 Z:530		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-18			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Cuerpo intrusivo principal		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y pardos			 10X		
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos amarillentos cremosos					
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Masiva					
DENSIDAD: Baja Masiva					
MINERALES: Feldspatos, Biotita			 FOTOMICROGRAFÍA 60X		
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA					
TEXTURA: Holocristalina, Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Oligoclasa, Microclina, Cuarzo					
MINERALES ACCESORIOS: Biotita, Hornblenda					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea Plutónica					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					

		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.	ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri	FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	FECHA DE ANÁLISIS DE LAB: 01/08/2012		
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 22.4 LONGITUD W: -99 -34 -46.67		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8594 Y:19 76 218 Z:550		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: Z-19			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Cuerpo intrusivo principal		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y pardos COLOR EN SUPERFICIE FRESCA. Gris claro con tonos amarillentos cremosos			 <p style="text-align: center;">10X</p> 		
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta					
MINERALES: Feldespatos, Biotita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Holocristalina, Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Oligoclasa, Microclina, Cuarzo					
MINERALES ACCESORIOS: Biotita, Hornblenda					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita					
ORIGEN: Ígnea Plutónica					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					

		ESTUDIO PETROGRÁFICO			
LOCALIDAD: Plan de Liebres.		ESTADO Y MUNICIPIO: Guerrero, Eduardo Neri		FECHA DE MUESTREO: 01/08/2012	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD N: 17 52 30.25 LONGITUD W: -99 -35 -6.48		COORDENADAS UTM X:14Q 043 8012 Y:19 76 461 Z:590		DATUM: WGS84	
NÚMERO DE MUESTRA: CALA			DESCRIPCIÓN EN CAMPO: Cuerpo intrusivo principal		
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:			FOTOGRAFÍA DE MUESTRA DE MANO		
COLOR EN SUPERFICIE INTEMPERIZADA: Gris claro con tonos verdosos y pardos					
COLOR EN SUPERFICIE FRESCA: Gris claro con tonos amarillentos cremosos					
TEXTURA: Porfídica					
ESTRUCTURA: Compacta, Masiva					
MINERALES: Feldespatos, Biotita					
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA			FOTOMICROGRAFÍA 60X		
TEXTURA: Porfídica					
MINERALES ESENCIALES: Oligoclasa, Microclina, Cuarzo, Hornblenda.					
MINERALES ACCESORIOS: Biotita, Hornblenda.					
MINERALES SECUNDARIOS: Sericita, Hematita.					
ORIGEN: Ígnea Plutónica					
CLASIFICACIÓN: MICROGRANODIORITA					

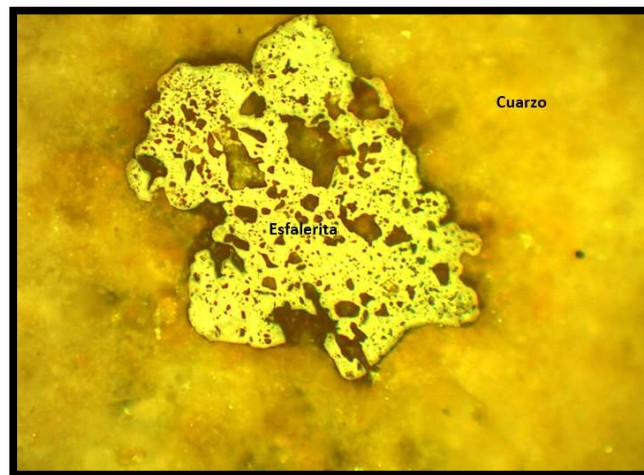
Apéndice 2.- Estudios petrográficos y menerográficos.

Muestra: Z-02 Honrfels.



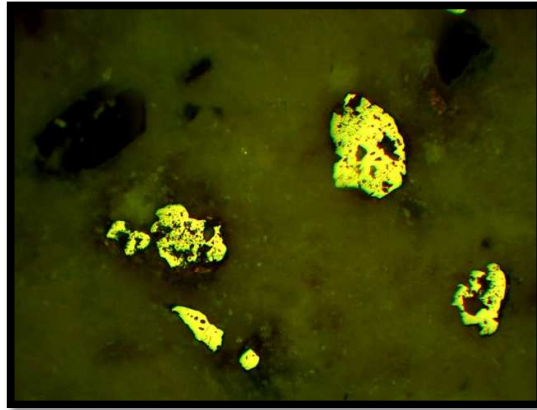
La presente micrografía se presentan cristales de calcopirita remplazando parcialmente la pirita y forman estructuras de islas de calcopirita en un mar de esfalerita.

Muestra: Z-16



En la presente microfotografía se observan cristales anhedrales y subhedrales de pirita parcialmente calcificados.

Muestra: Z-19

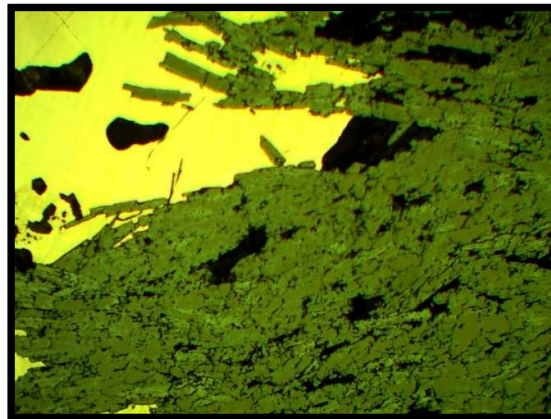


En la presente microfotografía se observan cristales anhedrales y subhedrales de pirita parcialmente calcificados.

Diagrama de sucesión:

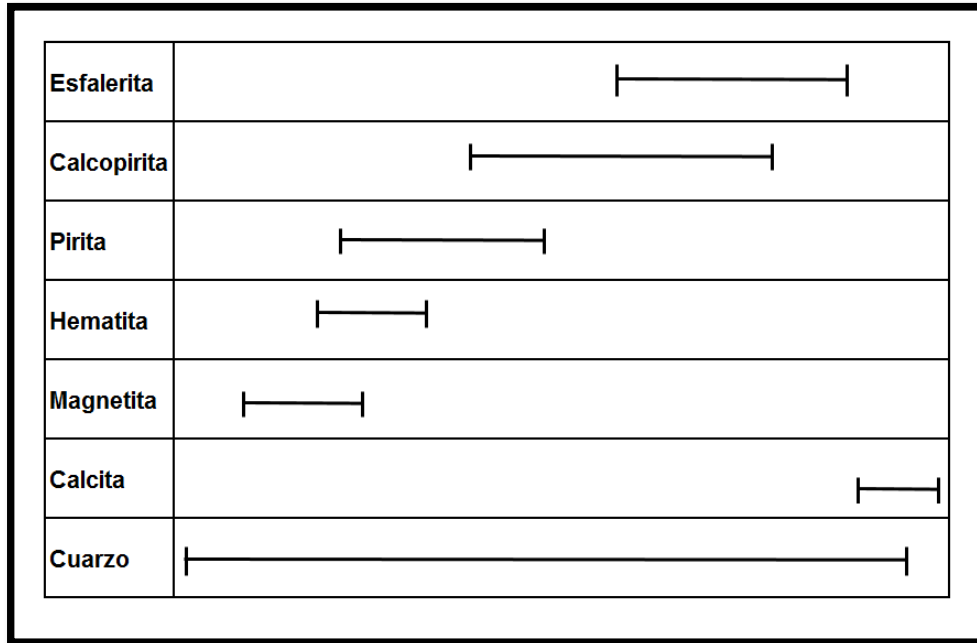
Hematita	┌──────────────────┐
Magnetita	┌──────────┐
Cuarzo	┌──────────────────────────────────┐

Muestra: Cata



En la presente micrografía se observan cristales intercrecidos de pirita en magnetita.

Diagrama de sucesión mineralógica propuesta.



Análisis químico.

En relación con las muestras colectadas en el campo y con base en la composición mineralógica de las mismas se seleccionaron 6 muestras para hacer análisis químicos cuantitativos con el propósito de conocer el contenido de los siguientes elementos químicos: Au, Ag, Cu, Pb, Zn. El resultado de dichos análisis se presenta en la tabla siguiente:

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE 6 MUESTRAS							
	CONTROL LABORATORIO (CON LAB)	NOMBRE DE LA MUESTRA	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
1	729	CATA	0.41	10	0.011	0.0040	0.008
2	731	Z 02	0.02	8	0.006	0.0008	0.280
3	732	Z 12	0.10	8	0.008	0.0006	0.004
4	733	Z 16	0.06	6	0.004	0.0008	0.002
5	734	Z 19 ROCA	N. P.	4	0.008	0.0010	0.005
6	735	Z 19 RELLENO	0.04	12	0.004	0.0006	0.003