



# UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
EN MINAS, METALURGIA Y  
GEOLOGÍA

**PETROGRÁFIA DE LA VETA  
DIAMANTILLO, DISTRITO MINERO  
COMANJA, JAL.**

## TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO  
GEÓLOGO

PRESENTA: VERÓNICA RENDÓN CANO

DIRECTOR DE TESIS

M EN C. JUAN JOSÉ MARTÍNEZ REYES

GUANAJUATO, MÉXICO 2015



## **DEDICATORIA.**

Dedico esta Tesis a Dios, a mi hija Génesis Victoria que ha estado acompañándome desde el comienzo de este trabajo, la cual es mi motorcito que me da energía para seguir adelante, también dedico este trabajo a mis padres Leonor Cano Gutiérrez y Lázaro Rendón Cano, y todos mis hermanos especialmente a María Elena Rendón y María del Rosario Rendón, que me han apoyado desde el comienzo de mi carrera, y las cuales son una segunda madre para mi hija gracias.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco a la Compañía "Minera Mexicana el Rosario, S.A. de C.V." porque me dio oportunidad para realizar este trabajo, en su proyecto "El Horcón".

A mi familia, por su apoyo incondicional en cada una de mis decisiones y por estar a mi lado.

Al director de tesis, M en C. Juan José Martínez Reyes, por su asesoría y revisión del trabajo.

Un sincero agradecimiento al Geólogo, M en C. José Hurtado Carmona, por su invaluable colaboración, en mapeo y toma de muestras y por depositar su confianza en mí para realizar este trabajo.

Un especial agradecimiento al Doctor Raúl Miranda Avilés, por su orientación, en la descripción de las muestras en lámina delgada, y por sus correcciones y sugerencias como sinodal.

A la M. I .E. Elia Mónica Molares Zarate, por su apoyo en el laboratorio de mineralogía y su orientación como sinodal.

A mis amigas y compañeras de carrera, Norma Angélica Bustos y Yesica Paulina Flores, por su apoyo incondicional. A quienes me dieron ánimos para no desfallecer, al Ing. Jesús Alberto Méndez, Ing. Alejandro Albor, Ing. Juan Antonio Ríos y al Ing. José Patlán.

# **INDICE**

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción.	
1.2 Objetivo de estudio.	
1.3 Antecedentes del distrito minero de Comanja	
1.4 Metodología de trabajo	
<b>CAPITULO II</b>	
<b>ASPECTOS FISIOGRÁFICOS.</b>	<b>7</b>
2.1 Ubicación del área de estudio	
2.2 Localización y vías de acceso	
2.3 Clima y Vegetación	
2.4 Fisiografía e Hidrografía.	
<b>CAPITULO III</b>	
<b>GEOLOGÍA.</b>	
<b>3.1 MARCO GEOLOGÍCO REGIONAL</b>	<b>12</b>
<b>3.2 ESTRATIGRAFÍA.</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1. Terreno Guerrero (Arco Guanajuato)</b>	<b>13</b>
Formación Esperanza.	13
<b>3.2.2. Caliza La Perlita.</b>	<b>14</b>

Generalidades.	<b>14</b>
<b>3.2.2. Rocas Cenozoicas.</b>	<b>15</b>
Formación Guanajuato.	<b>15</b>
Grava Los Lozano.	<b>16</b>
Andesita Bernalejo	<b>17</b>
Ignimbrita Cuatralba	<b>18</b>
Basalto Dos Aguas	<b>19</b>
Andesita Mesa de Santiago	<b>20</b>
Conglomerado Los Ranchos	<b>21</b>
Aluvión	<b>22</b>
<b>3.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Descripción de estructuras</b>	<b>23</b>
Horst de Guanajuato	<b>24</b>
Fosa tectónica de Lagos de Moreno	<b>24</b>
<b>3.2. Definición y origen de las estructuras.</b>	<b>25</b>
<b>3.4 TECTÓNICA.</b>	<b>26</b>
 <b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>GRANITO DE COMANJA, COMO ROCA HUÉSPED Y MÁRGENES DE ALTERACIÓN HIDROTERMAL.</b>	<b>27</b>
5.1 Contexto general	<b>27</b>
5.2 Series magmáticas correspondientes al Granito de Comanja.	<b>28</b>
5.3 evolución tectónica y yacimientos minerales.	<b>29</b>

**5.4 paragénesis y sucesión mineralógica 29**

**CAPÍTULO VI**

**ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LA VETA DIAMANTILLO. 30**

6.1 Generalidades.	<b>30</b>
6.1.1 Ubicación y antecedentes.	<b>31</b>
6.2 Tipo de yacimiento	<b>31</b>
6.2.2. Análisis textural de la Veta Diamantillo	<b>32</b>
6.2.3 Petrografía a nivel macroscópico y microscópico	<b>33</b>

**CAPÍTULO VII**

Interpretación	<b>34</b>
Conclusiones	<b>35</b>
Recomendaciones	<b>36</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>37</b>
<b>Anexo uno. Datos estructurales de la Veta Diamantillo</b>	<b>38</b>

## **RESUMEN**

La Veta Diamantillo forma parte de la Mina El Horcón, ubicada al NE de la ciudad de León, Guanajuato, en el Distrito Minero de Comanja de Corona Lagos de Moreno Jalisco, entre las coordenadas  $21^{\circ}21'52''$  y  $21^{\circ}24'39''$ , latitud norte, y  $101^{\circ}40'00''$  a  $101^{\circ}40'52''$ , longitud oeste. Presenta como roca encajonante al Granito de Comanja.

El Distrito de Comanja está ubicado en lo que se conoce como Sierra de Guanajuato, aunque localmente es conocida como Sierra de Ibarra, Ibarrilla y de Comanja.

El análisis macroscópico petrográfico textural de la veta Diamantillo permite realizar una serie de consideraciones respecto a las características y evolución de los fluidos. Los cambios en las condiciones de fluidos, relacionados al enfriamiento, mezcla, reacción con la roca encajonante y ebullición, dan lugar a los diferentes tipos de texturas.

Las texturas que predominan en la veta diamantillo, a nivel macroscópico, son: Textura bandeada, caracterizada por la alternancia de bandas de color blanco cristalino, a blanco lechoso, de color rojizo, provocado por la oxidación de sulfuros. Textura brechada, clasto soportado sub-redondeados, clastos del encajonante, de color rosado, a morado, alterados

(seritizados y feldespatización). Textura masiva, caracterizada por cuarzo de color cristalino a blanco lechoso, con presencia de sulfuros diseminados.

El estudio textural permitió el reconocimiento de varias texturas las cuales fueron clasificadas en cuatro grupos: 1) texturas de crecimiento primario (crustiforme, masiva, en peine y zonal), 2) texturas de recristalización (mosaico y plumosa), 3) texturas de reemplazo (laminar fantasma y sacaroide), 4) textura de deformación (textura de brecha).

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción.**

El descubrimiento y desarrollo de proyectos de exploración y explotación minera así como la ampliación de reservas por las compañías actualmente en operación requiere de conceptos y criterios claros en los controles que gobiernan cada modelo geológico y en la génesis de los yacimientos minerales. Así pues la exploración y explotación de yacimientos auríferos estimula las expectativas de inversión de capitales privados en México.

En tal sentido la exploración de yacimientos epitermales tipo vetas como es el caso de la veta Diamantillo localizada en la mina el Horcón involucra conocimiento, experiencia y técnicas en la adquisición de datos de campo y el procesamiento del mismo con el fin de lograr una interpretación geológica, y consecuentemente el resultado positivo se plasma en un modelo que permita aplicarse a un sistema de explotación.

El objetivo del presente trabajo es reconocer e identificar, los diferentes eventos de cristalización correspondientes a los principales, pulsos hidrotermales en la veta Diamantillo, obtenidos a través del análisis, mineralógico y textural del cuarzo epitermal en un total de 20 muestras de superficie. Los diferentes episodios

quedan registrados en las texturas, y estructuras de los cristales. En base a los diferentes episodios de cristalización identificados, se puede deducir que la estructura, es parte de un sistema multiepisódico y la presencia de brecha sugiere que un proceso de fracturamiento hidráulico, que pudo haber intervenido durante la génesis de la mineralización.

## **GENERALIDADES**

### **1.2 OBJETIVO.**

Realizar un estudio petrográfico a nivel macroscópico y microscópico de la veta Diamantillo proyecto “El Horcón”, localizado en el distrito minero de Comanja de Corona Jalisco.

### **1.3 ANTECEDENTES**

Comanja de Corona y sus alrededores forman parte de un Distrito Minero más antiguo que el de Guanajuato. Remontándose a 1530 (Humboldt. 1803: en Alvarado, 1981) hay referencias de una exploración por Au, Ag, Pb, Zn y Cu hasta 1810, fecha en la cual decae la exploración cambiando a esporádico gabinusinaje y pequeña minería.

El estudio más antiguo sobre el área, de Comanja corresponde al realizado por Santiago Ramírez (1882); su trabajo, consiste de un reporte técnico-minero rendido a la Secretaría de Fomento y describe las características del desarrollo y exploración de las minas identificadas en los alrededores de Comanja, por lo que las descripciones geológicas están limitadas al aspecto exclusivamente minero.

Gutiérrez Galván, José; Friche, Valerio; López Zamora, Jesús; Zamora, José; Manrique Ríos, Jesús; y Zúñiga, Tomás, (1883), publicaron datos históricos valiosos, referentes al desarrollo y situación de las minas de Comanja.

Echegoyén S.J. (1975), realizó un estudio geológico regional desde la zona de Arperos, Gto., hasta Comanja de Corona, Jal. Menciona que en 1960 Mapes y Echegoyén hicieron un reconocimiento y muestreo de rocas ultrabásicas que existen al NE del poblado de Duarte; agrupa en cinco unidades a las rocas intrusivas de la región: andesitas (Rocas Verdes), granito, diorita, gabro y piroxenita.

Echegoyén S. J. (1978), publicó a nivel de reconocimiento general, la cartografía geológica de la sierra de Guanajuato. Este es el primer estudio cartográfico de dicha sierra.

En (1978), la compañía Minera Las Cuevas programó barrenación en las estructuras mineralizadas

Diamantillo y Santa Teresa, abandonando la zona poco tiempo después.

En (1980), la Compañía Metalúrgica de Comanja efectuó estudios sobre la mina Horcón y lotes Los Remedios I, II y Zirconía, sin publicar resultados.

En (1981), Alvarado (op. cit.) realizó un estudio geológico sobre los yacimientos minerales de Comanja, haciendo una cartografía a semidetalle, escala 1:10,000 con datos de muestreo y cálculos de leyes promedio y reservas potenciales.

Chiodi M. M y Yta M., (1987), presentaron la evolución tectónica y magmática de una parte del batolito granítico de Comanja; analiza sus características petrogenéticas y su evolución tectónica.

Yáñez M. C. F., Sánchez G. A., (1987), en el distrito minero de Comanja, hacen referencia de que la mayor parte de las estructuras mineralizadas, se alojan en rocas graníticas y definen un granito hiperalcalino.

En la década de los 90's, Nieto S. A., (1992), lleva a cabo un estudio de "Interpretación estructural de los rasgos geomorfológicos principales de la sierra de Guanajuato."

Quintero L. O., (1992, p. 6-25), establece la columna geológica de la región con 10 unidades litoestratigráficas y, propone sus nombres con la finalidad de crear una nomenclatura estratigráfica formal para esta porción de la sierra de Guanajuato.

Actualmente la Minera Mexicana el Rosario S.A. de C.V. realiza trabajos de exploración en la zona.

#### **1.4 METODOLOGÍA.**

La metodología aplicada durante la realización del presente trabajo consistió de cuatro fases: I recopilación bibliográfica, II trabajo de campo, III trabajo de laboratorio, IV análisis de resultados.

- I. Recopilación bibliográfica: Esta primera fase consistió en la recopilación y selección de la información existente del área de estudio para su selección, integración y reinterpretación según los fines geológicos. Las fuentes de información consultadas son estudios del Consejo de Recursos Minerales, entre otras universidades y empresas mineras.
- II. Trabajo de campo: En esta fase se realizaron recorridos en el área de estudio con la finalidad de realizar la descripción geológica a detalle de la estructura y toma de datos estructurales, e

identificación de tipos de alteraciones típicas de yacimientos hidrotermales, las cuales sirvieron de guía para la toma de muestreo sistemático de la veta en superficie. En total se recorrió 1 km de la estructura y se muestraron 17 afloramientos y se tomaron 85 muestras, de la veta todas en superficie, de las cuales solo se seleccionó una muestra por afloramiento para la realización de láminas delgadas.

III. Trabajo de laboratorio: En esta fase se procedió a la selección y tratamiento de las muestras, que fueron utilizadas para realizar láminas delgadas, las cuales se enviaron al laboratorio de Petrografía, de la Escuela (Dept. de Minas, Metalurgia, Geología Y Ambiental), en el cual se cortaron y posteriormente se pegaron en los cristales para ser pulidas con diferentes números de abrasivos (carburo de silicio), hasta lograr un grosor milimétrico para la obtención de láminas delgadas.

IV. Análisis de resultados: Una vez terminadas las láminas delgadas fueron analizadas en el microscopio petrográfico, con la finalidad de analizar y clasificar los diferentes eventos de cristalización y tipos de texturas epitermales, y así poder discernir sobre la génesis del yacimiento.

Para el análisis de texturas epitermales se tomó como base la clasificación de: (Adams, 1920 y Dong et al., 1995).

## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS FISIOGRÁFICOS.**

#### **2.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

El área de estudio se localiza al NE de la ciudad de León, Guanajuato, en la localidad, Comanja de Corona municipio de Lagos de Moreno, en el estado de Jalisco, entre las coordenadas 21°21'52" y 21°24'39" de la latitud norte y 101°40'00" a 101°40'52" de longitud oeste. El Distrito de Comanja se encuentra ubicado dentro de lo que se conoce como Sierra de Guanajuato, aunque localmente recibe nombre de Sierra de Ibarra, Ibarrilla y Comanja. La Sierra de Guanajuato, empieza aproximadamente en la parte central del Estado prolongándose hacia el Estado de Jalisco y termina dentro del Estado de Aguascalientes.

#### **2.2 LOCALIZACIÓN Y VÍAS DE ACCESO**

El acceso al área de estudio se hace por la Carretera estatal número 37 que comunica a las ciudades de León y San Felipe; en el kilómetro 18 se toma una desviación de terracería que recorriendo una distancia de 8 kilómetros, comunica con el poblado Comanja de Corona. Otra vía de acceso es tomando el camino de revestimiento que va de Lagos de Moreno hacia Comanja, con la cual queda comunicada la parte

occidental del sector. De este punto, parte una brecha hacia el norte y después de recorrer aproximadamente 1 kilómetro, se llega al proyecto “El Horcón”.

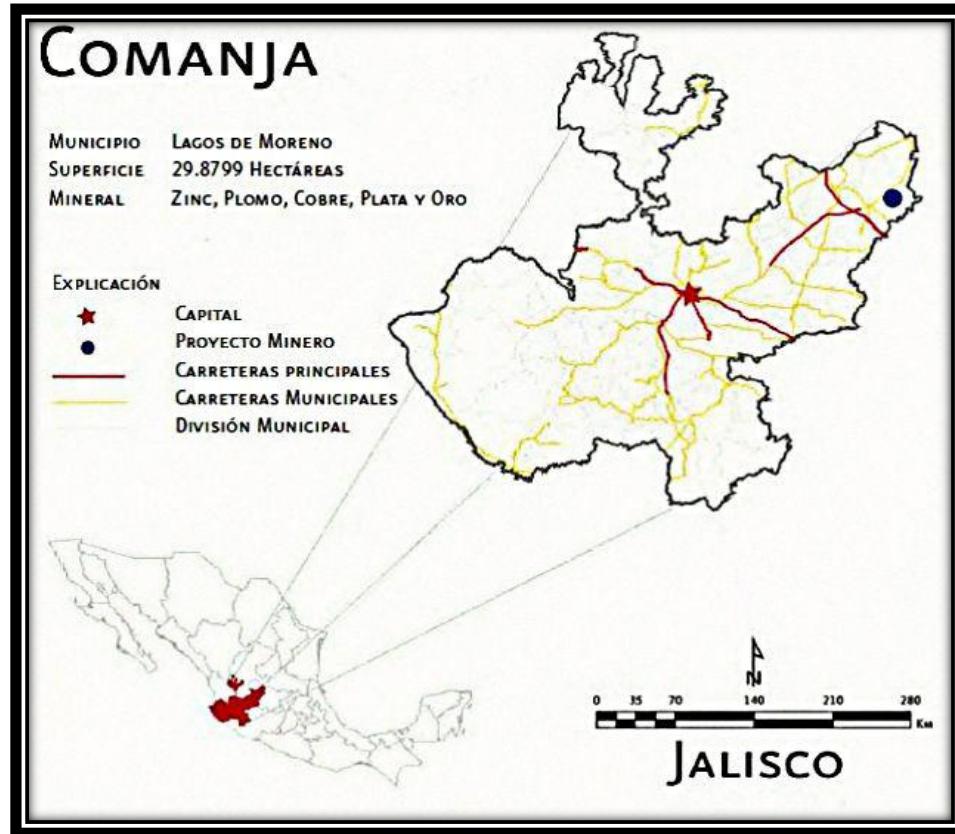


Figura 1. Plano de localización del proyecto Horcón, el punto azul indica la mina el horcón.

## **2.3 CLIMA Y VEGETACIÓN.**

Dentro de la región el clima es de tipo semidesértico teniendo variaciones en tres épocas bien definidas durante el año; una fría que comprende el periodo de noviembre a febrero, una templada a calurosa abarcando los meses de marzo hasta agosto, y una lluviosa bien marcada que comprende desde junio a principio de octubre.

La temperatura media anual es de 18° C alcanzando un máximo de 34°C en el mes de mayo y un mínimo de 4°C en los meses de diciembre y enero.

La precipitación pluvial anual es muy variable ya que algunos años alcanza los 1,000 mm. Y otras veces, por lo contrario apenas si alcanza los 520 mm.

De acuerdo con la clasificación climática de Wladimir Koeppen, el clima de la región es CW, templado, lluvioso, con sequía invernal, invierno no riguroso.

La vegetación es variable existen bosques de encino y nogal, en lugares donde la elevación es mayor de 2, 400 m.s.n.m. En las partes bajas algunos pastizales, zacate burro, nopal tapón, en la parte media son comunes el huizache, cazahuate.

## **2.4 FISIOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA.**

Fisiográficamente, el Distrito Minero de Comanja de Corona queda comprendido dentro de las provincias, del Eje Neovolcánico y la Mesa Central. (Raisz, 1964). (Figura 2). Localmente queda ubicado en las subprovincias de los Llanos de Ojuelos y la discontinuidad geográfica de la Sierra de Cuatralba; cada una de éstas presenta un patrón característico de topografía y morfología del terreno, distribución de suelos y vegetación (Figura 2).

Eje Neovolcánico. Se distingue por presentar valles y sierras que tienen prominencias topográficas. En las laderas de la sierra o partes bajas, al noreste las altitudes son de 1,900 m.s.n.m. 2,100 m.s.n.m, la parte noreste de la región está formada por dos sistemas de topo formas: en la parte oriente la sierra con valles paralelos separados entre sí.

Mesa central. Esta provincia cubre parte de los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes y solamente su porción más austral penetra en el distrito, corresponde a la subprovincia de los Llanos de Ojuelos en donde sobresale la cadena montañosa conocida como la sierra de León-Guanajuato.

Hidrológicamente la zona corresponde a la vertiente del Océano Pacífico, la cual se alimenta, de

las precipitaciones pluviales que generan corrientes intermitentes que drenan hacia el río Bernalejo, cuyas aguas son captadas por la presa de la Saucedo para fines de riego; los ríos Cuarenta y Lagos, fluyen a lo largo de la fosa tectónica de Lagos de Moreno, estas corrientes, son tributarias de la cuenca hidrológica del Río Lerma.

Los patrones de drenaje son dendrítico, paralelo y rectangular.

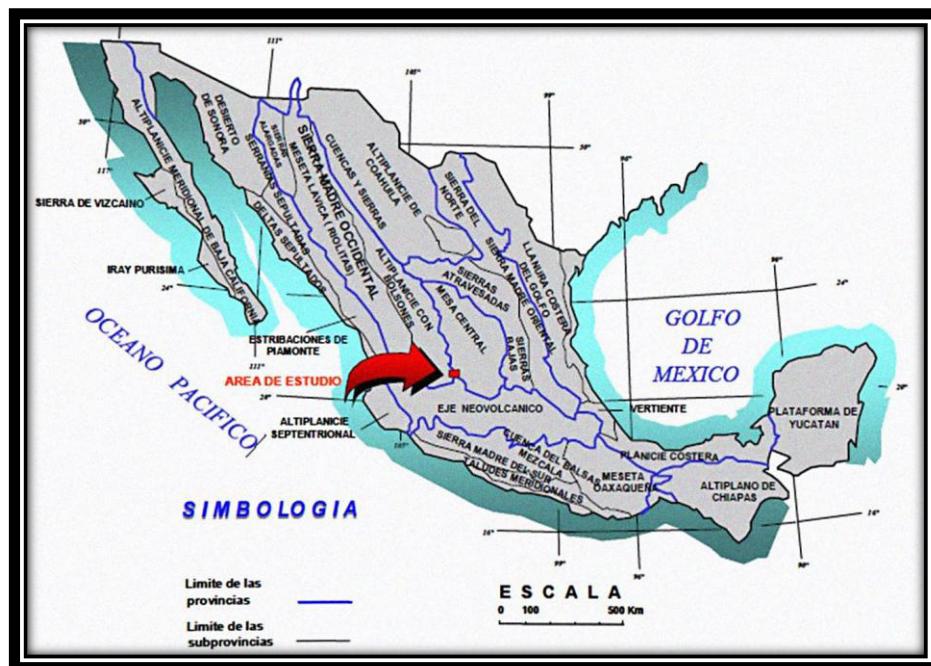


Figura 2. Provincias fisiográficas (Raisz E. 1964), se indica la zona en análisis.

## **CAPITULO III**

### **GEOLOGÍA.**

#### **3.1 MARCO GEOLOGÍCO REGIONAL**

La estratigrafía está compuesta por diferentes grupos de unidades litoestratigráficas. El más antiguo de ellos lo constituye una secuencia vulcanosedimentaria, la cual presenta metamorfismo regional (Triásico Cretácico), secuencia de rocas calcáreo–arcillosas, sedimentarias continentales, volcánicas básicas, intermedias y ácidas así como ígneas intrusivas de edad mesozoico, con variaciones del Cretácico al Holoceno. Estas unidades, quedan agrupadas dentro del terreno tectonoestratigráfico Guerrero, postulado por Campa U. M. F y Coney P. (1983) (figura 4).

Las rocas que afloran en la región, están constituidas por dos unidades litológicas una inferior del Mesozoico y otra superior del Cenozoico. La primera se desarrolló en ambientes paleogeográficos diferente; Uno vulcano-plutónico alóctono perteneciente al arco insular interoceánico "Arco de Guanajuato" y otro vulcanosedimentario paraautóctono desarrollado, de una cuenca oceánica profunda denominada "Cuenca de Arperos", Martínez R. J (1987) y

pertenecen al Terreno Guerrero (Campa U.M.F y Coney P., 1983).

### **3. 2. ESTRATIGRAFÍA**

#### **3.2.1. TERRENO GUERRERO (ARCO DE GUANAJUATO)**

##### **Formación Esperanza**

Esta secuencia vulcanosedimentaria ha sido estudiada por diversos autores y la han descrito con diferentes nombres; el término "Esquisto" se la asignaron Humbolt, (1908), Church, (1907), Botsford (1909) la denominaron "Triásico de Guanajuato". Echegoyén. S. J. (1970), la llamo "Formación Esperanza" esta consiste de lutitas, areniscas y calizas con sus equivalentes metamórficos.

Martínez, R. J. (1987), incluye estas rocas en lo que él denomina "Complejo Vulcanosedimentario Sierra de Guanajuato". Chiodi, M., et. al. (1988) y Monod, O. et, al. (1990), lo llama "Formación Arperos".

##### **DISTRIBUCIÓN.**

La secuencia vulcanosedimentaria, se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de toda la Sierra de León Guanajuato.

## LITOLOGÍA Y ESPESOR.

Está constituida por una secuencia de flysh de grauvacas, cuarcitas, calizas micríticas, pedernal negro bandeado y ocasionalmente horizontes de conglomerado; la parte volcánica, está representada por lavas basálticas-andesíticas.

El efecto que causó en la secuencia, el emplazamiento del granito de Comanja, generó zonas de hornfels y skarn. Se estima de una manera aproximada que el espesor es superior a los 700 m.

## EDAD Y CORRELACIÓN.

Dávila, A. V. M y Martínez (1987, p. 19-20), definieron con base en radiolarios, contenidos en los pedernales que afloran cerca de Arperos, una edad Valanginiano Turoniano (Cretácico Inferior).

## RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.

En la Sierra de Guanajuato la secuencia vulcanosedimentaria (Formación Esperanza), está cubierta por contacto tectónico subhorizontal por una secuencia de rocas vulcanoplutónicas alóctonas: (Monod O. et, al, 1990); Ortíz H. L. E. et, a, (1991); Quintero L. O. (1992) y Martínez R. J. (1995).

## AMBIENTE DE DEPÓSITO.

Esta secuencia presenta, sedimentación profunda de una cuenca oceánica marginal, llamada Cuenca de Arperos (Monod et. al, 1990; Tardy, M.,

Lapierre, H. Bourdier, J.L., 1992 y 1994; Lapierre et. al, 1992; Freyder et, al, 1996).

Recientemente, con base en estudios mineralógicos y geoquímicos de lavas basálticas almohadilladas y diques diabásicos ubicados en la porción norponiente, de la ciudad de Guanajuato, esta formación se interpreta como remanentes de montes submarinos intraplaca cubiertos por sedimentos (Ortíz, 1997).

## CONDICIONES GEOLÓGICAS MINERAS.

La caliza arcillosa de color gris en capas delgadas, de la secuencia vulcanosedimentaria (Formación Esperanza) ha sido explotada para elaboración de cal en pequeña escala (Echegoyén, 1970), dentro de esta formación se emplazan, vetas con mineralización auroargentífera y polimetálica en los distritos Mineros de Guanajuato, San Antón de las Minas, Pozos Victoria.

### **3.2.2. Caliza La Perlita.**

#### **Generalidades.**

##### **Definición.**

Quintero, L. O (1992, p. 6-25), propuso el nombre de "caliza La Perlita" para definir una secuencia calcáreo-arcillosa con algunos horizontes de lutita limonita, que afloran al noreste de Comanja, en las cercanías de la ranchería La Perlita Chiodi et al, (1988)

y Martínez (1987), utilizaron este término para designar estas rocas.

#### RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.

La caliza sobreyace discordantemente a la unidad vulcanosedimentaria denominada Formación Esperanza.

#### EDAD Y CORRELACIÓN.

La edad de las calizas se basa en estudio de corales, amonites, gasterópodos, braquiópodos y microfósiles que tienen alcance estratigráfico entre el Aptiano Inferior y Cenomaniano Inferior (Chiodi, M., Monod, O., Busnardo, R., Gaspar, D, y Yta, M., 1988), Quintero, 1989).

#### AMBIENTE DE DEPÓSITO.

Se deduce, que el ambiente sedimentario es para las condiciones iniciales, de energía alta en una barrera litoral posiblemente arrecifal, variando después a niveles neríticos (Chiodi, et al, 1988).

### **3. 2.3. ROCAS CENOZOICAS.**

#### **CONGLOMERADO GUANAJUATO.**

##### **DEFINICIÓN.**

El conglomerado localizado en el distrito minero de Guanajuato fue estudiado por Monroy (1888),

Botsford (1909), Guiza (1949) y Edwards (1956). Estos le asignaron el nombre de "Conglomerado Guanajuato" a una secuencia clástica continental de carácter conglomerática, (Quintero, 1989; Edwards, 1956), en su trabajo sobre conglomerados del Terciario en el centro de México, realiza una descripción más completa y emplea el término de "Conglomerado Rojo" para referirse a esta secuencia.

#### DISTRIBUCIÓN.

El conglomerado presenta su mejor exposición en los alrededores de la ciudad de Guanajuato, se extiende al este y al sur.

A los afloramientos del noreste de León también se le conoce con el nombre de "Conglomerado Duarte" (Martínez R: J. et al., 1992).

#### LITOLOGÍA Y ESPESOR.

El conglomerado es polimítico formado por guijarros de rocas ígneas y sedimentarias, predominando en más del 50% las de composición riolítica y latítica que las andesíticas y basálticas. Edwards (1956), considera que el espesor del conglomerado, aun cuando no se conoce su base, es de menos de 1500 m en los alrededores de Guanajuato.

## RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.

El contacto inferior con Caliza La Perlita, es una discordancia angular.

## EDAD Y CORRELACIÓN.

En base a estudios paleontológicos de restos de vertebrados fósiles, por Edwards y Ortiz (1950) y (Fries et. al, 1955) infieren una edad no más joven que el Oligoceno Inferior.

## AMBIENTE DE DEPÓSITO.

El Conglomerado se depositó bajo condiciones continentales, con agrietamiento de lodos e impresiones de lluvias, canales, clastos mal clasificados escasa esfericidad de las guijas, material volcánico interestratificados y restos de vertebrados, (Edwars, 1956).

## CONDICIONES GEOLÓGICO MINERAS.

El Conglomerado Rojo de Guanajuato presenta potencial ya que en él contacto por fallamiento normal con la secuencia vulcanosedimentaria, se encajonan algunas estructuras mineralizadas dentro del distrito minero de Guanajuato. En su contacto por falla con la secuencia vulcanosedimentaria se aloja la Veta Madre.

## **GRAVA LOS LOZANO.**

### **DEFINICIÓN.**

Quintero L. O. (1992), propone el uso del término "Grava Los Lozano" para definir una unidad litoestratigráfica, de origen sedimentario que yace bajo la Ignimbrita Cuatralba.

### **LITOLOGÍA Y ESPESOR.**

La roca presenta un color gris amarillento a pardo, se encuentra constituida por rocas de unidades mas antiguas, sobre todo sedimentarias, y por guijarros derivados de rocas graníticas del intrusivo de Comanja.

Se le estima un espesor proximo a los 100 m.

### **RELACIONES ESTRATIGRAFICAS.**

Estas rocas se presentan rellenando fosas cuyos rasgos topográficos caracteristicos son lomerios suaves alargados.

### **EDAD Y CORRELACION.**

Se le asignó una edad del Oligoceno Tardío.

### **AMBIENTE DE DEPÓSITO.**

Se depositó en un ambiente sedimentario llenando fosas tectónicas.

## **ANDESITA BERNALEJO.**

### **DEFINICIÓN.**

Quintero L. O. (1992), designó con el nombre de "Andesita Bernalejo" refiriéndose a los cuerpos de lavas de esa composición.

### **LITOLOGÍA Y ESPESOR.**

Se trata de una secuencia de andesitas; color gris oscuro con tonos morados y verdosos, textura porfídica, estructura compacta con cristales de plagioclasas, augita y horblenda. El espesor se considera del orden de 300 m.

### **RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.**

El contacto inferior de la Andesita Bernalejo no es visible, aunque parece estar en contacto de falla con el Granito de Comanja. Por otra parte, el contacto se considera discordante con las rocas de la secuencia "vulcanosedimentaria".

### **EDAD Y CORRELACIÓN**

Se le asigna tentativamente una edad oligosénica con base en su posición estratigráfica que cubre al Granito de Comanja y al conglomerado Guanajuato.

## **IGNIMBRITA CUATRALBA.**

### **DEFINICIÓN.**

Martínez R. J. y Quintero L. O. (1992), proponen que el término "Ignimbrita Cuatralba" incluya todo aquel material volcánico, principalmente ignimbrítico, que haya sido depositado sobre las rocas mas antiguas de la Sierra de Guanajuato.

### **LITOLOGÍA Y ESPESOR.**

La textura característica, es piroclástica-vitroclástica con matriz vítreo y sílice criptocristalino. Espesor es aproximadamente del orden de 900 m.

### **RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.**

La Ignimbrita Cuatralba yace concordantemente sobre la Grava Los Lozano y sobre la Andesita Bernalejo. En Puerto Blanco, la Ignimbrita descansa sobre el Conglomerado Guanajuato en discordancia angular.

### **EDAD Y CORRELACIÓN.**

La edad de esta unidad ha sido determinada por K/Ar en diversos trabajos. Martínez (1995). Nieto (1995), dan una edad  $28.8 \pm 0, 0.7$  Ma. (K-Ar), la cual la ubica en el Oligoceno-Tardío.

### **AMBIENTE DE DEPÓSITO.**

Es de tipo ígneo extrusivo en forma de emisiones y explosiones con flujos de ceniza, vitróforos y tobas.

## **BASALTO DOS AGUAS.**

### **DEFINICIÓN.**

El término “Basalto Dos Aguas” fue propuesto por Quintero L. (1992), para denominar a una unidad mafica que aflora al noroeste de León.

### **LITOLOGÍA Y ESPESOR.**

Basalto Dos Aguas microscópicamente se observan cristales de labradorita con cantidades subordinadas de piroxeno embebidos en la matriz. El espesor dentro del área, es del orden de los 200 m.

### **EDAD Y CORRELACIÓN.**

De acuerdo a su posición estratigráfica que guarda con la secuencia volcánica, el Basalto Dos Aguas se le considera de una edad Mioceno Tardío.

### **AMBIENTE DE DEPÓSITO.**

Se depositaron en un medio ígneo extrusivo.

## **ANDESITA MESA DE SANTIAGO.**

### **DEFINICIÓN.**

Nombre empleado por Quintero L. O. (1992) para denominar un cuerpo andesítico. Aflora en la mesa del mismo nombre y en el Cerro Gordo ubicado al norte de la ciudad de León. Macroscópicamente, la Andesita Mesa de Santiago presenta un color pardo grisáceo. Al microscopio, la unidad presenta textura traquítica.

Presenta discordancia angular con las rocas de la unidad vulcanosedimentaria. Quintero L. O. (1992), le asigna una edad posiblemente es del Plioceno.

## **CONGLOMERADO LOS RANCHOS.**

### **DEFINICIÓN.**

Nombre propuesto por Quintero. L. O (1992), para describir una unidad sedimentaria, principalmente clástica de origen continental, que corresponde a depósitos de abanicos aluviales.

### **LITOLOGÍA.**

Se trata de un conglomerado matriz-soportada, con clastos angulosos a subredondeados de ignimbrita, lutita y basalto, con baja esfericidad, esporádicas gradaciones y leve imbricación.

### **RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.**

El Conglomerado Los Ranchos se localiza, principalmente, cubriendo en discordancia angular y erosional a la Ignimbrita Cuatralba. El Conglomerado Los Ranchos parece ser más joven que la Andesita Mesa de Santiago.

### **ALUVIÓN.**

Los depósitos aluviales, son considerados en este trabajo como materiales derivados, del intemperismo y la erosión de las rocas preexistentes que se encuentran rellenando valles, cauces y márgenes de ríos y arroyos. Están constituidos por fragmentos de la más variada, composición y granulometría provenientes de la desintegración de rocas preexistentes.

### EXPLICACIÓN

#### CUATERNARIO

	ALUVIÓN
	GRAVA

#### TERCIARIO

##### NEÓGENO

	BASALTO
--	---------

##### PALEOGENO

	TOBA RIOLÍTICA
	IGNIMBRITA
	CONGLOMERADO
	POLIMÍCTICO-ARENISCA
	ANDESITA
	CONGLOMERADO POLIMÍCTICO

#### CRETÁCICO INFERIOR

	CALIZA LUTITA
--	---------------

	METASEDIMENTARIO-METAVOLCÁNICO
--	--------------------------------

#### ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

	GRANITO
--	---------

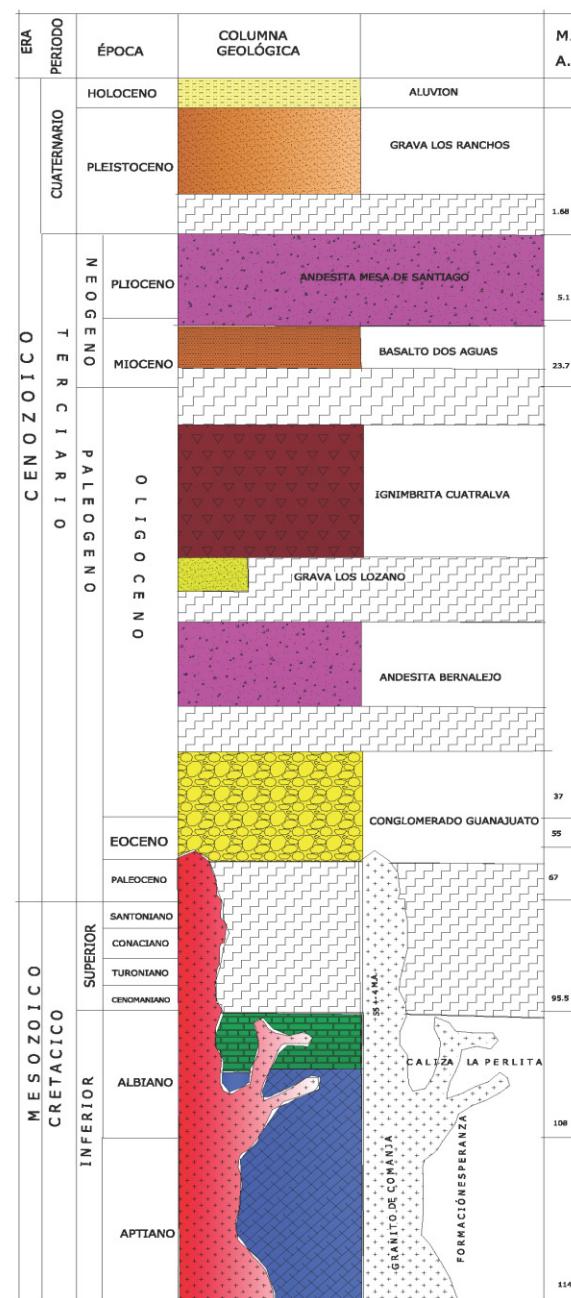


Figura 3.Columna estratigráfica de la región de comanja (tomada de Quintero Legorreta, 1992, modificada).

### **3.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.**

El aspecto estructural de esta parte de la Sierra de Guanajuato está determinada por grandes masas de rocas ígneas extrusivas con estructuras de derrames sobreyaciendo, en posición discordante y depósitos de rocas de origen marino.

Los rasgos más característicos que se aprecian en la zona, corresponden a grandes fallas y fracturas que afectaron la zona y son el resultado de una actividad tectónica de distensión que generó estructuras tipo "horst" y "grabens" como son: La Sierra de León Guanajuato, falla del Bajío, falla de La Campechana y la fosa tectónica de Lagos de Moreno entre otras.

#### **3.1. DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURAS.**

##### **Horst de Guanajuato.**

Se encuentra limitado por dos fallas regionales paralelas de rumbo general NW 45° SE que se intersectan, con el graben de Villa de Reyes; se le estima un ancho promedio de 12 km por 40 km de longitud; estas fallas, son consideradas como la continuación de las del distrito minero de Guanajuato para el margen suroeste; para la porción noreste se tienen domos riolíticos. Al noroeste, se encuentra limitado por la fosa tectónica de Lagos de Moreno, Jal;

hacia el sureste es truncado por el graben de la Saucedo y al surponiente por la falla de El Bajío.

### **FOSA TECTÓNICA DE LAGOS DE MORENO.**

Este rasgo estructural, es más notable; delimita el horst de la Sierra de León Guanajuato en su extremo norponiente. Forma parte del denominado graben de "León-Ojuelos". Presenta un rumbo que varía de NE 40° 50°SW.

### **3.2. DEFINICIÓN Y ORIGEN DE LAS ESTRUCTURAS.**

Las variedades de estructuras y rasgos geológicos que afectaron a esta región están relacionados con los procesos tectónicos, que ocurrieron en la cuenca mesozoica del centro de México; estos rasgos son consecuencia de los esfuerzos compresivos generados durante la orogenia Laramide, y diversos eventos distensivos manifestados durante el Cenozoico, como producto del movimiento de las placas tectónicas que afectaron a las rocas mesozoicas de la región.

Se exhiben dos formas tectónicas de deformación. Una de tipo compresivo, se observa en las rocas mesozoicas formando un ambiente de arco insular de origen intraoceánico y marino de plataforma y cuenca, con metamorfismo regional de bajo grado. La

segunda de tipo extensional se presenta en la cubierta de rocas volcánicas del Cenozoico.

La secuencia vulcanosedimentaria Mesozoica, generalmente presenta estructuras características de deformación dúctil con superficies de esquistosidad, de plano axial asociadas a pliegues isoclinales y cabalgaduras. La orientación de las estructuras es predominante al noreste. Se generaron por esfuerzos compresivos, de cizalla no coaxial y se presentan únicamente en las rocas de arco volcánico.

Los rasgos estructurales más sobresalientes de la región, son una serie de alineamientos que están relacionados a un fallamiento normal a nivel regional; lo cual provocó un sistema de pilares y fosas tectónicas que forman el graben de Lagos de Moreno. Esta morfoestructura delimita la Sierra de Guanajuato en su extremo nor-poniente.

El curvilineamiento de mayor dimensión es el representado por el intrusivo granítico de Comanja. Los menores se relacionan con la estructura principal y algunos están coronados, por coladas de rocas volcánicas como son la Mesa de Santiago, al suroriente, Mesa de Lagos de Moreno al centroponiente y el volcán Dos Aguas al sur.

Debido a esfuerzos extensivos, en el Cenozoico se presenta una fase que produjo una serie de fallas normales, como la del Bajío que generó el graben del

Bajío cuya orientación preferencial es noroeste-sureste, y delimita la Sierra de Guanajuato; este mismo sistema controló el emplazamiento de cuerpos ígneos como, el granito de Comanja y en áreas específicas la ocurrencia de vetas.

Los efectos ocasionados en las rocas mesozoicas por la orogenia Laramide, pueden observarse a lo largo de la Sierra de León Guanajuato, en donde se aprecian pliegues de diversos tipos, envueltos por uno de forma anticlinal de rumbo noroeste-sureste en toda la Sierra (Martínez R. J., 1987).

Las rocas mesozoicas y cenozoicas están afectadas por un sistema de fallas y fracturas conjugadas de un régimen tectónico de tipo distensivo, que ha estado activo desde el Eoceno y ha sido reactivado indistintamente en diferentes periodos durante todo el Cenozoico (Aranda, G. J. J., y Nieto., (1989, p. 22-32), Nieto, 1990).

El sistema de fallas conjugadas controla las principales estructuras cenozoicas, fosas tectónicas, calderas y domos asociados.

Las fallas principales dentro del área son: El Bajío y La Campechana, fuera del área: La Virgen y Veta Madre.

La falla El Bajío presenta evidencias, de movimiento lateral derecho (Mitre, S. L. M., Dávila, A. V. M, y Martínez, R. J., (1989, p. 86-87), su último

movimiento, ha sido vertical en el Cuaternario con desplazamientos de 500 a 800 m (Nieto, 1990), lo que provocó el levantamiento de la sierra de Guanajuato y originó su morfología actual (Nieto et. al. 1992); además, controla la extravasación de rocas plio-cuaternarias de composición basáltica, así como la formación de fosas tectónicas como la depresión del Bajío.

### **3.4 TECTÓNICA.**

La historia tectónica de la porción centro de México, se inició con la colisión de la paleoplaca del pacífico contra el cratón de Norteamérica durante el paleozoico Tardío. Para el Triásico Superior, se origina un arco volcánico submarino el cual adopta una posición semiparalela al margen del Pacífico. Simultáneamente a este evento, se inicia la apertura del Golfo de México y causa la trasgresión marina, que favoreció a la formación de la cuenca mesozoica del centro de México.

La evolución del arco volcánico, se mantuvo hasta el Cretácico Superior, tiempo en el que fue acrecionado contra el continente; llegó a su auge con la orogenia Laramide.

Regionalmente la zona queda comprendida dentro del terreno Guerrero (Campa U. M. F. y Coney P., 1983; Centeno et. al 1993), para otros autores la

región queda incluida dentro del terreno Tepehuano (Sedlock et. al 1993).

La evolución tectónica de la región se inicia en el Jurásico Superior (Oxfordiano) cuando el margen surponiente del cratón de Norteamérica, en un ambiente de arco de islas asociado a una zona de subducción en el poniente, se deposita la secuencia vulcanosedimentaria de San Juan de la Rosa correlacionable con la sierra de León Guanajuato.

Durante el Jurásico Medio a Jurásico Tardío, la región se ve afectada por la apertura de una cuenca oceánica marginal relacionada, a la apertura del Golfo de México. En la zona de subducción hacia el surponiente de la corteza, oceánica de esta cuenca, se genera la formación de un arco insular intraoceánico, (Ortíz H. et. al 1989; Monod O. et. al 1990; Tardy M. et. al 1992 y 1994), que representa los productos iniciales de la actividad magmática del arco Alisitos-Teloloapan (Lapierre et. al 1992); en la zona, estos procesos se manifiestan por el inicio de la deposición de los sedimentos de la Formación Esperanza, en una cuenca marginal entre arco (Arco Guanajuato) y el continente.

Durante el Cretácico Inferior, continuó el desarrollo del arco insular intraoceánico y se incrementó la acumulación de sedimentos en la cuenca marginal; el Golfo de México prosigue su apertura y la dorsal del pacífico oriental, su acercamiento a la placa Norteamericana.

En el Aptiano-Albiano surge, por los esfuerzos de la subducción, la deformación de las unidades generadas durante los procesos de desarrollo de arco y acumulación, de sedimentos en la cuenca. Para el Albiano, la inestabilidad tectónica provoca la deformación, metamorfismo y cabalgamiento del (Arco Guanajuato) sobre la secuencia vulcanosedimentaria (Formación Esperanza). Este fenómeno volcánico representa una fase orogénica (Ortiz H. L. E Y Lapierre H., 1992, p. 1533-1544): es un ejemplo de colisión arco intraoceánico-Cratón (Freydier. et. al 1996), lo que provocó un levantamiento y erosión de la zona de colisión.

A finales del Cretácico Superior (Campaniano) se manifiestan las primeras pulsaciones de la orogenia Laramide causada, según Coney P. (1976), por un cambio en la dirección del movimiento de la placa Americana con respecto a la placa Farallón de oblicuo, pasó a frontal, con lo que aumentó la velocidad de subducción.

Este fenómeno, culmina en el Paleoceno (Figura 4), provocó el intenso plegamiento de las rocas mesozoicas y el cabalgamiento de la secuencia vulcanosedimentaria, del terreno Guerrero (Arco Alisitos Teloloapan) sobre las rocas de plataforma de la Sierra Madre Oriental (Campa U. y Coney P.1983).

Simultáneo a esta serie de deformaciones, debido a la migración del arco magmático al oriente, se presenta un magmatismo plutónico con el emplazamiento de cuerpos intrusivos postectónicos de dimensiones batolíticas cuya máxima representación, corresponde al Granito de Comanja que aflora a lo largo de la sierra de Guanajuato, con una orientación noroeste sureste. Posterior al emplazamiento de los cuerpos intrusivos, se generaron eventos de distensión con formación de fosas y pilares tectónicos; durante este periodo, se registra un prolongado hiatus magmático durante el cual predominan la erosión, y deposición de sedimentos clásticos continentales.

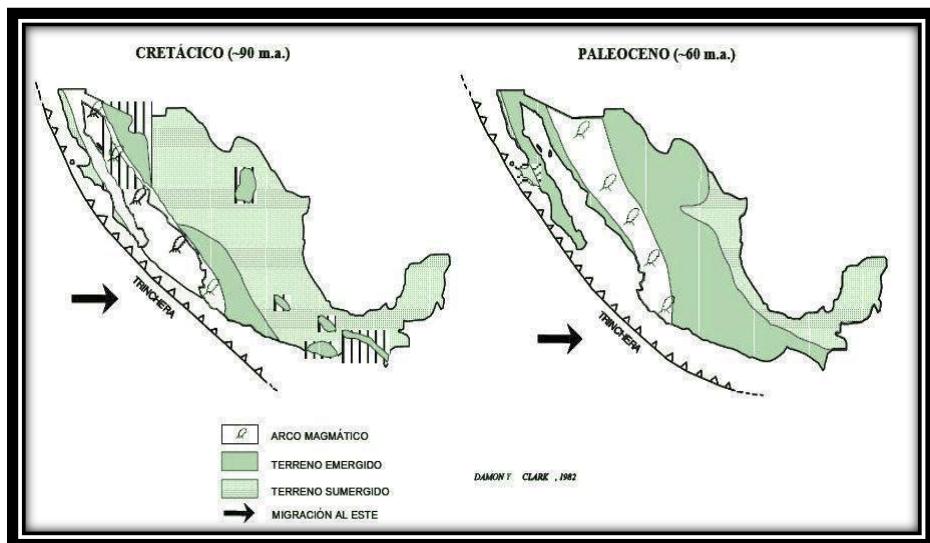


Figura 4. Tectónica del arco magmático continental (Damon y Clark. 1982, modificado de García Ruiz 2009).

Un cambio en la dirección de las placas causó un descenso de la velocidad y un aumento en el ángulo de subducción, de esta manera se dio lugar a que el arco magmático iniciase su retorno hacia el oeste. (Figura 5).

El frente magmático generó la secuencia de rocas volcánicas del distrito minero de Guanajuato, fechado por Gross, W. H., (1975, vol. 70), utilizando el método K-Ar donde obtuvo edades de  $37 \pm 3$  Ma, para la unidad inferior (Formación Bufo) y  $32 \pm 1$  Ma para la unidad superior (Riolita chichíndaro).

Posteriormente, ocurrió el emplazamiento de la mineralización metálica asociada a la emisión de líquidos hidrotermales con lo cual culminó el ciclo volcánico.

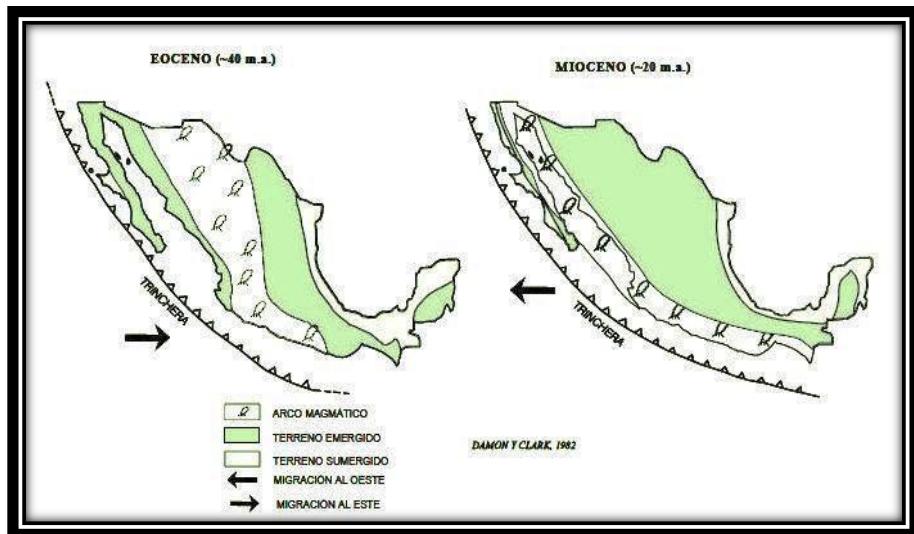


Figura 5. Tectónica del arco magmático continental (Damon y Clark. 1982, modificado de García Ruiz 2009).

La edad de la mineralización obtenida por Gross (1975) mediante fechamiento isotópico en minerales potásicos dio un promedio de 28 Ma.

Una nueva fase de fallamiento está representada por la activación de la falla El Bajío, que provocó el levantamiento de la sierra de Guanajuato y afectó a los sedimentos clásticos continentales, y basaltos plio-cuaternarios (Martínez R y Nieto, 1990).

Regionalmente, el último evento de actividad tectónica se manifiesta en el graben de la Sauceda.

Las repercusiones tectónicas continúan latentes hasta la fecha y se encuentran representadas por la actividad hidrotermal asociada a fallas profundas existentes, en varias localidades de la sierra de Guanajuato, (Randall, R. J. A. Saldaña, A. E, y Clark. K. F., 1994, vol. 89, p. 1722-1751).

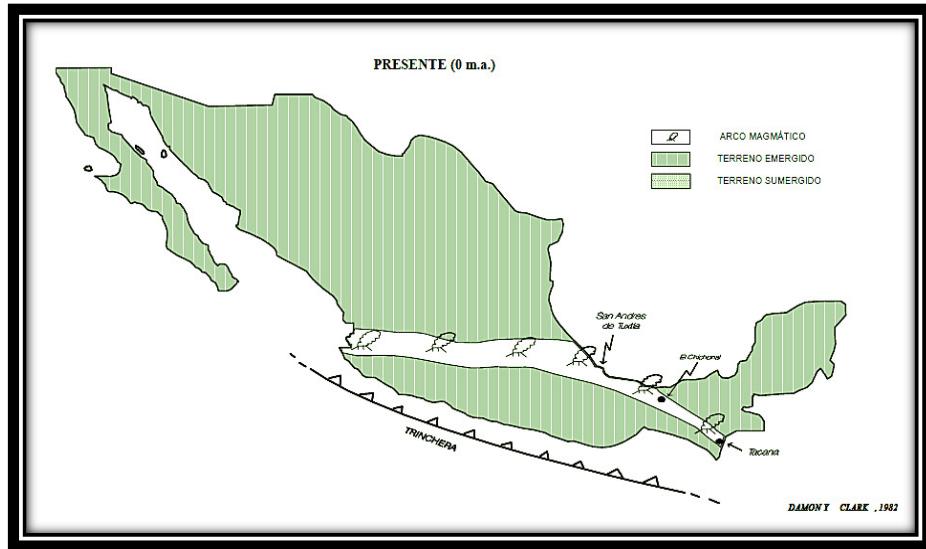


Figura 6. Tectónica del arco magmático continental (Damon y Clark. 1982).

## **CAPÍTULO IV**

### **GRANITO DE COMANJA COMO ROCA ENCAJONANTE Y MÁRGENES DE ALTERACIÓN HIDROTERMAL.**

#### **CONTEXTO GENERAL.**

#### **ANTECEDENTES.**

En Comanja de Corona y a lo largo de la Sierra de León Guanajuato, se presenta, un cuerpo intrusivo granítico de dimensiones batolíticas que ha sido descrito por Wittich,E. L., (1909, p. 173-179); este autor, hace mención de un granito de carácter pegmatítico, en su estudio sobre los diques aplítico-pegmatítico que afloran, en la Mesa de la Estancia cerca del poblado de Arperos.

González R. J., (1959), estudio la relación entre el intrusivo y la mineralización en Guanajuato. El mismo autor, entre otros, lo denominaron “Granito de Arperos”.

Echegoyén et al. (1975) propone el nombre de Granito de Comanja, para definir un cuerpo granítico de dimensiones batolíticas y con fenocristales de ortoclasa, que se extiende desde Comanja, de Corona hasta el Mineral de la Luz, en el distrito Minero de Guanajuato. El nombre Granito de Comanja es retomado por Quintero. L. O. et al (1992).

## DISTRIBUCIÓN.

El Granito de Comanja, forma un batolito de aproximadamente 160 km<sup>2</sup>, y ocupa la parte central de la Sierra de Guanajuato, sus afloramientos no son continuos, se encuentran interrumpidos por afloramientos de rocas sedimentarias y volcánicas.

Los principales afloramientos presentan un alargamiento en sentido NW-SE y se presentan en una franja de aproximadamente 10 km de anchura, mientras que las discontinuidades ocupadas por las rocas, del "Complejo vulcanosedimentario" que sufrieron intrusión quedan en la misma dirección. El batolito presenta dos afloramientos mayores en las áreas de Comanja y Comanjilla.

## EDAD Y CORRELACIÓN.

La edad para el "Granito de Comanja" ha sido determinada radiométricamente por diversos autores, Múgica Mondragón y Jacobo Albarrán (1983), usando el método K/Ar en biotita, reportaron edades de  $55 \pm 4$  Ma y  $58 \pm 5$  Ma, y Zimmermann et al. (1990) con edades K/Ar en biotita de  $53 \pm 3$  Ma y  $51 \pm 1$  Ma., que ubican al batolito en el Paleógeno, entre el Paleoceno Superior y Eoceno Inferior.

## LITOLOGÍA Y ESPESOR.

El "Granito de Comanja" megascópicamente se presenta como una roca leucocrática, fanerítica con fenocristales, de feldespatos y cuarzo. Chiodi, M. O. et al (1986), mediante análisis geoquímico de roca total, concluyó que el "Granito de Comanja", muestra la

existencia de varios eventos magmáticos, evidenciados al norte en la faja principal de fuerte fallamiento, (mina el Horcón y El Orito ), por la presencia de xenolitos y zonas de contacto entre diferentes tipos de facies graníticas.

Mediante los análisis realizados se determinó una clara evolución magmática desde sienita cuarsifera alcalina, granito alcalino hasta granito hipercuarzoso (figura 7).

El primer evento magmático está representado por (sienita alcalina), se encuentra como xenolitos embebidos en el segundo evento magmático.

La sienita alcalina al microscopio presenta una textura holocrystalina, equigranular muy fracturada. Esta constituida por plagioclasas sódicas (oligoclásica), feldespato potásico (microclina), el accesorio más común es la biotita diseminada y cloritizada, apatito incluido en cuarzo y feldespato. El cuarzo primario es escaso, existiendo abundante cuarzo secundario.

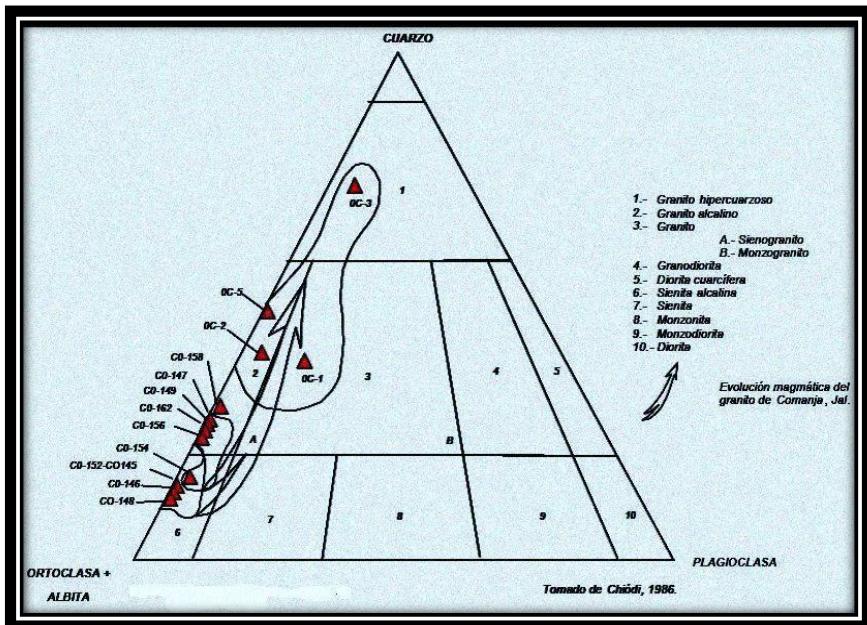


Figura 7. Diagrama de composición y evolución magmática del granito de Comanja (tomado de Chiodi, 1986, modificado de García Ruiz 2009).

El segundo evento magmático megascópicamente presenta textura fanerítica, por lo que químicamente son diferentes. Este evento se clasificó como granito alcalino graduando, a granito hipercuarzoso. Microscópicamente su textura es holocristalina, hipidiómorfica equigranular e inequigranular con abundante cuarzo y microclina pertítica, con inclusiones de apatito que también aparece incluido en biotita cloritizada.

La muscovita, la florita y la especularita son escasas y esta última se observa intercrecida con clorita. La sericitá afecta a las plagioclasas y las arcillas a los feldespatos potásicos. La sericitá, las arcillas y la clorita son producto de los procesos de alteración hidrotermal.

El granito presenta abundantes diques félscicos y pegmatíticos. Los primeros presentan un rumbo preferencial NW-SE son de composición cuarzofeldespático. Los segundos se emplazan, con un rumbo NE-SW siendo escasos. La existencia de estos diques denotan una etapa de enriquecimiento de volátiles.

Se presentan escasos diques doleríticos que cortan a la secuencia metavulcanosedimentaria y al granito.

#### RELACIONES ESTRATIGRÁFICAS.

Este intrusivo afecta a la secuencia vulcanosedimentaria, a la caliza La Perlita y en parte al Conglomerado Guanajuato y a su vez es intrusionado por diques aplíticos, dacíticos y pegmatíticos.

#### EMPLAZAMIENTO

Su origen es de tipo ígneo intrusivo con dimensiones batolíticas.

Por su composición mineralógica similar a los granitos, de arco volcánico calcoalcalino y sus relaciones isotópicas, indican un origen del manto con fuerte contaminación cortical. Stein, G., Lapierre, H., Monod, Q. Zimmermann, J. L., y Vidal R., (1994, p.1-7).

### **5.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA.**

Fase compresiva generadora de varias direcciones NW de fracturamiento.

Fase distensiva provocando un fracturamiento normal de dirección NE 40° SW y que generó la reactivación de antiguas fallas de dirección NW 75° SE.

La primera fase tectónica, se basa en datos de estructuras mineralizadas de más de 1m de espesor, y datos de direcciones de diaclasas como característica de la dirección de mayor debilidad del granito.

El segundo evento tectónico (etapa de fracturamiento), provocó una tectónica de pilares y fosas dentro del granito, causando erosión diferencial de este, lo que permite observar el afloramiento, de las zonas más profundas del batolito donde también se aloja la mineralización.

### **YACIMIENTOS MINERALES.**

#### **CONDICIONES GEOLÓGICO MINERAS.**

El "Granito de Comanja" afecta a la secuencia vulcanosedimentaria; forma pequeños cuerpos de skarn y vetas con mineralización polimetálica.

El Granito de Comanja es de suma importancia, ya que en la zona de Comanja se emplazan estructuras

vetiformes, con mineralización auroargentífera y sulfuros de plomo, zinc, cobre. Regionalmente se considera generador de yacimientos polimetálicos en la Sierra de León Guanajuato y en las rocas que afecta.

La mineralización se encuentra emplazada en forma de estructuras filonianas (veta-falla), de forma tabular con carácter brechoide. Siguen un rumbo preferencial NW 55° SE e inclinación 75°-84° SW.

Las estructuras se emplazan con mayor abundancia en rocas graníticas que en rocas metavulcanosedimentarias, siendo las primeras de mayor espesor y ramificaciones.

#### **5.4. PARAGÉNESIS Y SUCESIÓN MINERALÓGICA.**

Con base en estudios petrográficos, minerográficos, microscopía electrónica, microtermometría y difracción de rayos X, ( Michel Chiode Maly, et al., 1987). se definieron tres eventos de mineralización.

neumatolítico, hidrotermal ( con cuatro etapas de deposito y una supergénica). Y un evento esteril. Los dos primeros eventos están emplazados en el sistema de fallamiento NW 55° SE con inclinación 75°-84° SW.

**Evento Neumatólitico:** Se reconoce hacia la parte W del área en el bloque Melcocha, se caracteriza por la asociación de cuarzo-turmalina-calcopirita y molibdenita.

Por medio de estudios, de inclusiones fluidas se obtuvo una temperatura de formación ( $T^{\circ}$  corregidas por

presión) del orden 375°C. Debido a la relación cuarzo-turmalina- calcopirita-molibdenita, considerando la turmalina como termómetro geológico, la cual se forma a temperaturas mayores de 470°C (Sillitoe y Sawkins, 1971), se definió un intervalo de temperatura de formación para este evento de 470°-375°C.

Las condiciones fisicoquímicas determinadas son: salinidad alta (> 26% peso NaCl eq.) y 400 a 300 bars de presión. (Estudio realizados para el Consejo de Recursos Minerales, por Michel Chiode Maly, et al., 1987).

**Evento Hidrotermal.** Está representado por paragénesis típica de yacimientos polimetálicos. En base a sus relaciones texturales y temperatura de homogenización de las inclusiones fluidas se reconocieron cuatro etapas de depósito.

**ETAPA I.** Esta definida por la asociación cuarzo-especularita-turmalina-pirita-calcopirita-galena-esfalerita-apatito-itrialita-monasita-oro-(?)fluorita-clorita-sericita-caolinita-montmorillonita.

Mediante microsonda electrónica se detectaron tierras raras (itrialita y monaciata), la primera incluida en galena intercrescida con pirita en la mina el Horcón.

No se reconoció la forma de ocurrencia del oro, por relaciones de campo, químicas y por análisis estadístico

se deduce podría venir en fase de absorción en la especularita, o bien como electrum.

Condiciones fisicoquímicas del depósito para esta etapa muestra una marcada diferencia con respecto al evento neumatolítico, siendo la presión y salinidad más bajas (2.06% peso NaCl eq, 100 bars).

Las temperaturas de homogenización para esta etapa son de 290°C, considerando ésta como límite inferior del deposito, el rango de temperatura de formación está definido de 375°C–290°C.

Debido a esto se especula que la asociación aurífera pertenece a un nivel de alta temperatura.

**ETAPA II.** El cambio de temperatura y presión de los fluidos mineralizados dio como resultado, la precipitación de metales base definiéndose la siguiente paragénesis: cuarzo-fluorita-esfalerita-galena-calcopirita-clorita-sericitas-kaolinita-montmorillonita.

El conjunto clorita-sericitas y arcillas es escaso, y es producto de la alteración hidrotermal.

Las condiciones fisicoquímicas del depósito varían de 5.55-3.85 % peso NaCl eq. y 100 bars de presión.

La temperatura de formación varía de 235° a 190°C.

**ETAPA III.** Está representada por la paragénisis fluorita-cuarzo-pirita, emplazada en vetillas delgadas observándose en ocasiones brechada.

Presenta baja salinidad (0.53 % peso NaCl eq) y presión menor de 100 bars.

Sus temperaturas de formación varían de 172 ° a 140°C denotando una fase de mineralización avanzada y estéril.

**ETAPA IV.** Con esta etapa culmina la actividad hidrotermal en Comanja de Corona, representada únicamente por cuarzo lechoso característicamente microcristalino, asociado a clorita-sericitica-kaolinita-montmorillonita.

Se considera una temperatura de formación para esta etapa menor a 140°C. Al igual que la etapa III no presenta interés económico.

### **ALTERACIÓN HIDROTERMAL.**

Los fluidos mineralizantes desde el evento neumatolítico hasta el hidrotermal han afectado al encajonante granítico, distinguiéndose varios grados y tipos de alteración hidrotermal.

La alteración más característica en el respaldo de las estructuras que constituye una guía hacia la

mineralización es la alteración fílica, pudiendo distinguirse entre fílica avanzada (definida por turmalina-cuarzo-sericitapirita asociada a calcopirita), para el evento neumatolítico, y la alteración fílica intermedia (definida por cuarzo-sericitapirita-montmorillonita-caolinita) asociada al evento hidrotermal (Michel Chiode Maly, et al., 1987).

Oxidación (etapa supergénica) está definida por la asociación de hematita-limonita-caolinita y carbonatos de cobre, los cuales son el producto de la lixiviación de los minerales de cobre primarios.

## **ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LA VETA DIAMANTILLO.**

### **6.1 GENERALIDADES.**

La veta Diamantillo presenta como roca encajonante el Granito de Comanja. Un estudio realizado por el Consejo de Recursos Minerales en 1982 en la zona de estudio reportó, leyes de 2 g/ton de oro, 76 g/ton de plata, 0.2% de cobre, 1.6% de plomo y 2.4% de zinc.

Los primeros trabajos de explotación en dicha estructura se iniciaron en el siglo XVI hasta finales del siglo XIX y principios del XX, cuando se dispuso de una planta de beneficio para trabajar predominantemente el

mineral aurífero. Durante 1980 y 1981 se operó a baja escala y se envió el mineral a Zacatecas. (Anexo: 1)

Pérez Silíceo R., (1948), en el estudio geológico de la zona minera de Comanja de Corona Jalisco., obtuvo un rango de temperatura de formación de la mineralización de oro, plata, plomo y zinc presente en la mina El Horcón nivel (Diamantillo) de 194° a 285°C y salinidades de 1 a 9 % Cl equivalente.

## **6. 2. TIPO DE YACIMIENTO.**

El área de estudio se caracteriza por situarse en un ambiente tectónico de convergencia de placas con arco magmático asociado que evolucionó espacial y temporalmente desde finales del Mesozoico y gran parte del Terciario.

Los depósitos minerales más comunes en este ambiente, se manifiestan como vetas epitermales y en algunos casos se presenta brechamiento, (stockwork). En este tipo de depósitos, prevalece un control estructural y litológico, en el que la mineralización se aloja en zonas de fallas y fracturas preexistentes cuya orientación se estableció como consecuencia de un régimen tectónico dominante.

La (figura 8), muestra el modelo generalizado de la formación de sistemas epitermales.

Con base en los estudios metalogénicos realizados por Yta. M. (1986), se concluye que el tipo

de yacimiento tuvo su origen a partir de sistemas hidrotermales en los cuales la deposición de minerales metálicos se realizó durante un proceso conformado por cuatro etapas de depósito; posteriormente se tiene un enriquecimiento supergénico.

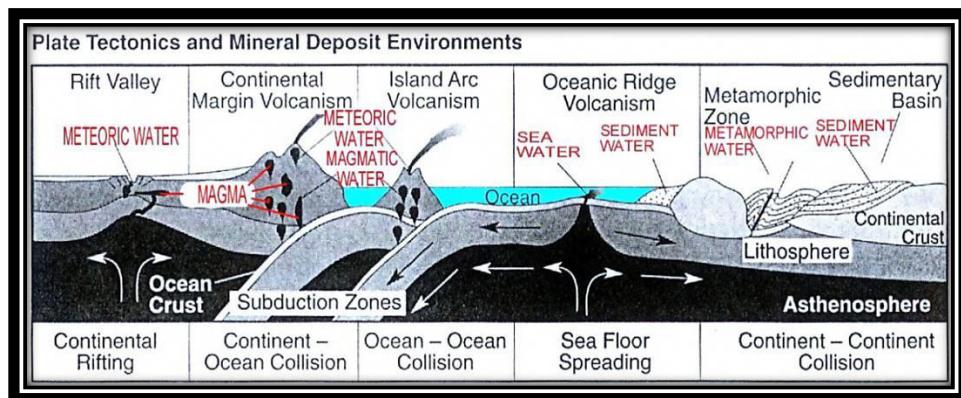


Figura 8. Tectónica de placas y ambientes de formación de depósitos para zonas de Rifting Continental, Colisión corteza oceánica - continental, Colisión corteza oceánica - oceánica, Expansión de fondo oceánico y dorsales, y Colisión corteza continental - continental. Fuentes y tipos de agua para cada ambiente (basado en S.E. Kesler, 1994).

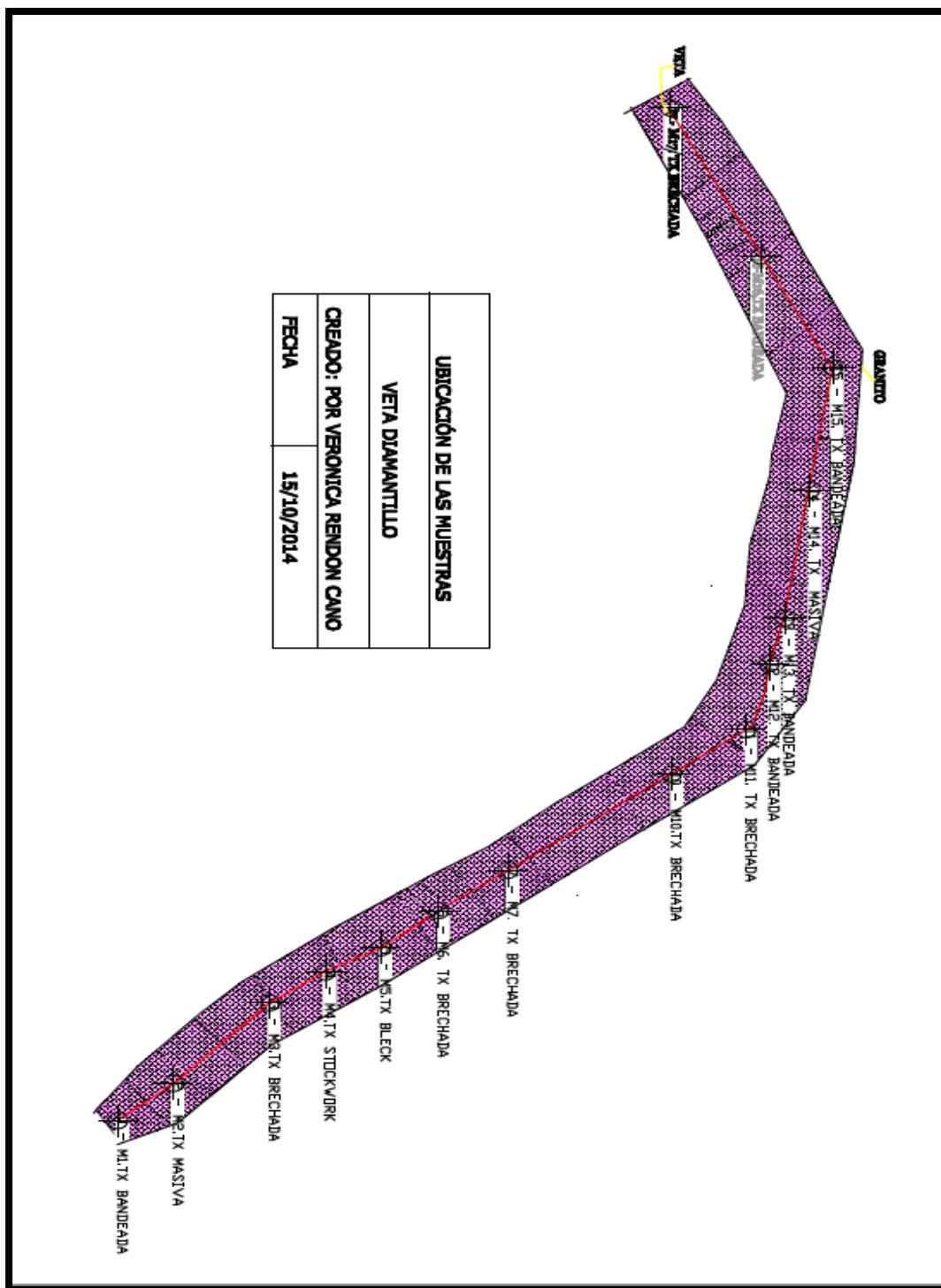


Figura 9., Ubicación de las muestras tomadas en planta Veta Diamantillo.

## PETROGRAFÍA

La petrografía fué realizada en 20 muestras de veta, recolectadas en la estructura Diamantillo.

### 6.2.3. Descripción macroscópica.



Figura 10:Muestra de veta textura bandeadada.

MUESTRA VDH001 : Textura bandeadada, color blanco a amarillento causado por la oxidación de sulfuros. El bandeamiento es de 1 cm a milímetros, las bandas son de cuarzo lechoso alternadas con cuarzo cristalino, la muestra presenta zonas de cuarzo vuggy, el cual presenta fuerte alteración de hematita y oxidación, en zona con cuarzo vuggy se observan pequeñas drusas.

La presencia de estos dos tipos de cuarzo indica, que hubo dos tipos de fluidos ácidos y básicos, los fluidos ácidos se presentan como última etapa del sistema.

La muestra no presenta efervescencia con ácido clorhídrico lo cual indica que no hay calcita, no se observan sulfuros.



Figura 11: Muestra de veta textura masiva.

MUESTRA VDH002: Textura masiva, color blanco grisáceo. La muestra presenta dos episodios de cristalización los cuales se distinguen por la presencia de dos tipos de cuarzo:

- cuarzo blanco lechoso, el cual se presenta en nódulos
- cuarzo negrusco, el cual probablemente sea la segunda etapa de cristalización, ya que el cuarzo blanco presenta inclusiones de este, dando un aspecto de asimilación magmática en general, de la roca.

La muestra presenta sulfuros de pirita laminar, galena laminar, ambas diseminadas. La mineralización se presenta asociada al cuarzo negrusco.

La muestra presenta oxidación como pátina, no presento reacción con ácido clorhídrico.



Figura 12: Muestra de veta textura brechada.

MUESTRA VDH003: Presenta tres episodios de cristalización.

- Brecha de cuarzo, clastos subangulosos de 0.5cm a milímetros, el color de los clastos es rojizo probablemente por la oxidación de sulfuros.
- Vetillas de cuarzo cristalino, de 1.50 cm a 0.5 cm textura en peine se presentan llenando espacios abiertos que dejó la brecha, así como cortando y cubriendo a la brecha. Se observan pirita cubica y laminar, diseminada en las vetillas.
- Pequeñas vetillas de cuarzo cristalino tipo stockwork de milímetros, se presentan cortando a la brecha y a las vetillas de cuarzo, en estas no se observa presencia de sulfuros.

Presenta moderada hematización y leve cloritización, no hace efervescencia con ácido clorhídrico.



Figura 13: Muestra de veta textura tipo stockwork

MUESTRA VDH004A: Se observan dos episodios de cristalización.

- Cuarzo gris oscuro de textura masiva, presenta sulfuros de pirita laminar diseminada y pequeños hilos de color oscuro probablemente sulfuros de Ag.

Vetillas de cuarzo de milímetros tipo stockwork, se presentan cortando al cuarzo de color oscuro, en estas no se observan sulfuros. La muestra presenta hematización como pátina, no presenta calcita.



Figura 14: Muestra de veta textura masiva

MUESTRA VDH004B: Cuarzo cristalino a lechoso, con pequeñas zonas de cuarzo vuggy, el cual presenta fuerte oxidación y moderada propilitización. Se observan pequeñas zonas de color rojizo

probablemente por la oxidación de sulfuros, la muestra no presenta reacción con ácido clorhídrico, lo cual indica que no se tiene calcita.



Figura 15: Muestra de veta, calcita hojosa.

MUESTRA VDH005: Calcita hojosa remplazada por cuarzo. Presenta drusas como última etapa de cristalización, no hay presencia de sulfuros.



Figura 16: Muestra de veta textura brechada

MUESTRA VDH006: La muestra presenta tres episodios de cristalización.

- Brecha clasto soportada cementante de sílice, clastos subangulosos de 1 cm a milímetros, los clastos del encajonante se encuentran muy alterados presentan color rosado, esta etapa no presenta sulfuros.

- Pequeñas vetillas de cuarzo cristalino de milímetros, estas se presentan cortando a la brecha las vetillas muestran textura boxwork probablemente de sulfuros de pirita.

La muestra presenta moderada alteración potásica y leve propilitización, no se observan sulfuros, no hay presencia de calcita.



Figura 17: Muestra de veta textura brechada.

MUESTRA VDH007: La muestra presenta dos episodios de cristalización.

- Brecha clasto soportado, cementante de sílice clastos de 1 cm, de feldespato potásico color rosado, la brecha presenta alteración potásica moderada, no presenta sulfuros.
- Vetillas de cuarzo cristalino y oscuro, se encuentran rellenando espacios abiertos por la brecha, algunas vetillas cortan a la brecha en esta etapa se observan sulfuro únicamente en el cuarzo oscuro.

No presenta reacción con ácido clorhídrico por lo cual indica la ausencia de calcita.



Figura 18: Muestra de veta textura: masiva.

MUESTRA VDH008: Cuarzo cristalino, la muestra presenta zonas rojizas en forma de nódulos provocadas por la oxidación de sulfuros, así como alteración de hematita como pátina que cubre toda la muestra., no se observan sulfuros, no se observa calcita.



Figura 19: Muestra de veta, textura: brechada

MUESTRA VDH009: La muestra es exhibe un contacto entre brecha y cuarzo masivo.

- Brecha matriz soportada clastos de cuarzo de milímetros, cementante de sílice, color rojizo a morado no se observan sulfuros.
- Cuarzo masivo cristalino, presenta pequeños inclusiones de cuarzo lechoso.

El contacto entre brecha y cuarzo presenta moderada cloritización, no muestra sulfuros no hace efervescencia con ácido clorhídrico.



Figura 20: Muestra de veta, textura brechada

MUESTRA VDH010: La muestra presenta dos etapas de cristalización.

- Brecha clasto soportado, clastos de cuarzo de 2 a 1 centímetros, cementante de sílice, en esta etapa no hay presencia de sulfuros.
- Cuarzo lechoso se presenta rellenando espacios abiertos por la brecha esta etapa, no presenta sulfuros.

Como última etapa se presenta una pulsación de fluidos ácidos los cuales provocaron, la alteración en el cementante de la brecha y vetillas dando una apariencia de cuarzo vuggy. La muestra presenta

cloritización moderada y fuerte hematización no se observa calcita.



Figura 21: Muestra de veta, textura: brechada.

MUESTRA VDH011: La muestra presenta dos etapas de cristalización

- Brecha matriz soportada clastos de cuarzo de 1 cm a milímetros cementante de sílice.
- Cuarzo masivo cristalino, este presenta zonas de color oscuro probablemente sean sulfuros de Ag.

La muestra exhibe pirita laminar, galena, ambas en forma diseminada. Como última etapa de cristalización se tienen pequeñas drusas no presenta reacción con ácido clorhídrico por lo cual se deduce que no hay calcita.



Figura 22: Muestra de veta, textura brechada

MUESTRA VDH012: Presenta dos etapas de cristalización.

- Brecha matriz soportada cementante de sílice, clastos de cuarzo subangulosos de milímetros.
- Vetillas de cuarzo lechoso a cristalino de milímetros, estas presenta moderada argilización, en las vetillas se observan sulfuros que probablemente sea de Ag y pirita diseminada.

La muestra presenta moderada cloritización y débil argilización no presenta calcita.



Figura 23: Muestra de veta, textura bandeadas

MUESTRA VDH013: Presenta dos etapas de cristalización.

Las bandas son de cuarzo lechoso a cristalino, el bandeadimiento se encuentra alternando entre bandas gruesas y delgadas, esto indica un periodo de pulsaciones en atapas cortas y largas. Las bandas gruesas presentan sulfuros de color oscuro probablemente de Ag, las bandas delgadas no presenta mineralización por lo tanto esta etapa de cristalización fue estéril.

Se observa nódulos de fluorita de forma esporádica en las bandas gruesas, la muestra presenta moderada oxidación en los bordes del bandeadimiento, fuerte en las fracturas, y débil cloritización, no se observa calcita.



Figura 24: Muestra de veta, textura masiva.

MUESTRA VDH014A: Presenta dos episodios de cristalización

- Vetillas de cuarzo cristalino y lechoso en estos dos tipos de cuarzo, no se distinguen

las etapas de pulsaciones se observan mezclados, puede deducirse que ambas etapas fueron simultáneas y no tuvieron tiempo de cristalizar por separado. Estos dos tipos de cuarzo presentan sulfuros de color oscuro probablemente de Ag y Au, no se distingue a qué tipo de cuarzo se asocian los sulfuros.

- Sistema esporádico de pequeñas vetillas de cuarzo cristalino de milímetros, se encuentran cortando a las primeras estas no presentan sulfuros.

Como última etapa de cristalización se observan pequeñas drusas llenas de cuarzo cristalino, la muestra presenta un color rojizo provocado por la oxidación de sulfuros de hierro.



MUESTRA VDH014B: Presenta tres episodios de cristalización:

- Cuarzo lechoso masivo
- Cuarzo cristalino en nódulos este se presenta rellenando espacios abiertos
- Vetillas de cuarzo cristalino de milímetros estas se encuentran cortando a las anteriores.

La muestra presenta sulfuros diseminados, entre los intersticios, probablemente de Ag y Au, la mineralización parece ser un evento independiente a los antes mencionados ya que no está asociado a ninguno, presenta moderada oxidación.



Figura 25: Muestra de veta, textura bandeadas

MUESTRA VDH015: Presenta dos atapas de cristalización: Alternancia de bandas de 1cm, de cuarzo lechoso y cristalino, presenta fuerte color rojizo, provocada por la oxidación de los sulfuros y moderada argilización.



Figura 26: Muestra de veta textura  
bandeadas

MUESTRA VDH016: Presenta dos eventos cristalización.

- Bandas de cuarzo cristalino de 0.5 cm color blanco a amarillento, esta tonalidad probablemente fue provocada por la oxidación de sulfuros de hierro, las bandas en sus extremos presentan bordes de reacción provocados al entrar en contacto con el fluido de mayor temperatura de la siguiente pulsación. estás no presentan sulfuros.
- Bandas color morado de 1 cm son más gruesas lo cual indica, que el tiempo de pulsaciones de este fluido fue de un mayor periodo de tiempo; probablemente estos fluidos contenían sulfuros de hierro lo cual ledía esta coloración.



Figura 27: Muestra de veta textura brechada.

MUESTRA VDH017A: Presenta tres etapas de cristalización

- Brecha matriz soportada cementante de sílice. clastos del encajonante de 0.5 cm a milímetros; los clastos presentan fuerte alteración potásica.

- Cuarzo cristalino se presenta rellenando espacios abiertos.
- Nódulos de cuarzo cristalino, en espadas este se encuentra llenando cavidades dejadas por las anteriores etapas.

Los clastos y los nódulos de cuarzo presentan bordes de reacción, dándole una apariencia de zonas delimitadas; la muestra no presenta sulfuros.

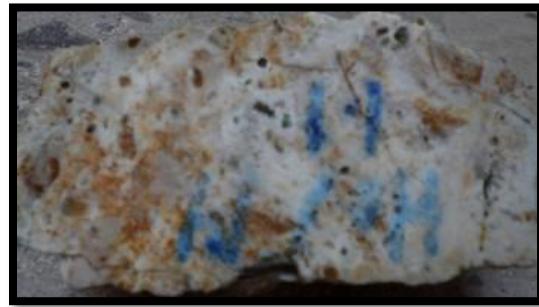


Figura 28: Muestra de veta textura masiva

MUESTRA VDH017B: Presenta dos episodios de cristalización

- Cuarzo blanco lechoso masivo, no se observan sulfuros
- Cuarzo cristalino se presenta en nódulos llenando espacios abiertos no se observan sulfuros.

Como última etapa de cristalización se observan pequeñas drusas llenadas por cuarzo cristalino.

La muestra presenta zonas rojizas provocadas por la oxidación de sulfuros de hierro.

## **ANÁLISIS TEXTURAL DE CUARZO EPITERMAL.**

El análisis de las texturas de cuarzo epitermal fue realizado en 20 láminas delgadas, muestras de superficie de la veta Diamantillo. Siguiendo la clasificación de (Adams, 1920) y Dong et al. (1995), Dowling y Morrison (1990), que las agrupan en texturas de crecimiento primario, de reemplazo, de recristalización y de deformación. Este análisis permitió reconocer diferentes tipos texturales, con frecuencia relacionados espacialmente en forma compleja, incluso dentro de una misma muestra. Las texturas reconocidas se describen a continuación.

### **Texturas de crecimiento primario.**

**Masiva:** Constituida por agregados microcristalinos de color blanco-lechoso a gris de aspecto vítreo, integrados por individuos subhedrales y equigranulares, que no desarrollan ningún arreglo particular.

**Crustiforme:** descrita por Adams (1920) como crustification banding. Caracterizada por bandeadimientos asimétricos o simétricos. Esta

textura envuelve bandas sucesivas, angostas (unos pocos centímetros), y subparalelos las cuales se distinguen, por diferencias en la textura. El bandeadimiento simétrico resulta de la alternancia de agregados granulares masivos de cuarzo y agregados de cuarzo en peine de cuarzo grisáceo y cuarzo lechoso (Figura 44, c, d).

***En peine:*** se refiere a grupos paralelos o subparalelos de cristales de cuarzo aspecto hialino como lechoso y grisáceo. Este tipo de textura es común, en vetillas y se encuentra asociada a la textura en mosaico y masiva, no presenta adularia los cristales son límpidos y algunos de aspecto grumoso generalmente es cuarzo cristalino, no presenta mineralización asociada a este tipo de textura, los cristales se orientan perpendicular a paredes de la veta, así pareciéndose a los dientes de un peine. Normalmente los cristales muestran un tamaño de grano uniforme y tienen terminaciones euhedrales en sus extremos libres. Esta textura frecuentemente es descrita en la literatura, incluyendo Adams (1920), Schieferdecker (1959), y Boyle (1979).

Esta textura es una de las más representativas, ya que se presenta en todas las láminas delgadas.

**Zonal:** Cristales de aspecto lechoso con pequeñas zonas oscuras. Las zonas lechosas presentan, inclusiones sólidas o fluidas y estas se observan paralelas a las caras de crecimiento y hacia el interior del mismo. Los cristales desarrollan contornos externos rotos.

(Estructura zonal), la estructura zonada se manifiesta de dos formas.

- Por alternancia de zonas claras e incoloras turbidas, cuajadas de inclusiones sólidas o fluidas. Lo cual refleja diferentes etapas de mineralización.
- Por diferencia de índice de refracción, que delimitan las distintas zonas de crecimiento dentro del cristal (Adams, 1920).

Esta textura solo se observó en la lámina VDH001.

### **Texturas de recristalización.**

Estas texturas son el producto de la recristalización del sílice a partir del estado amorfo. Esta puede afectar al agregado cristalino en su conjunto o solamente restringirse a los bordes de los cristales, se caracterizan por cristales de cuarzo anhédricos, subhédricos o euhédricos. En la estructura de estudio se determinaron las texturas de recristalización: mosaico y plumosa.

**Mosaico:** Se caracteriza por un conjuntos de cristales de cuarzo microcristalino, los bordes entre los cristales son sumamente irregulares e interpenetrados. Esta textura ha sido reconocida en la mayoría de láminas delgadas, se presenta llenando espacios abiertos en la veta. Esto indica que el sistema tuvo varias pulsaciones de sílice amorfa y posteriormente se produjo la recristalización. En la mayoría de los cristales se observan inclusiones o impurezas, presentan un aspecto grumoso, esta textura presenta zonas turbias y clastos de líticos seritizados y zonas de oxidación.

En esta textura se observa una mayor presencia de sulfuros.

**Plumosa:** También llamada feathery (Adams, 1920 Y Dong et al., 1988); el término plumose de Sander y Black (1988) agrupa esta textura junto con la flamante. Está constituida por cristales de cuarzo que presentan individualmente, en sus bordes o en su estructura interna, un aspecto plumoso; este es debido a la yuxtaposición de microzonas, a modo de astillas o esquirlas, integradas por cristalitos de cuarzo modificados por recristalización.

### **Texturas de reemplazo.**

Estas texturas se originan por la solución de fases minerales preexistentes y la depositación de una nueva fase mineral. En este trabajo se reconocieron dos texturas de reemplazo.

**Laminar fantasma:** Compuesta por fantasmas de calcita incluidos en una masa de cuarzo cristalino. Pertenece también a la categoría pseudobladed texture (Dong et al., 1995). Esta textura resulta de un reemplazamiento, por cuarzo masivo con concentraciones de impurezas que definen un hábito tabular muy delgado. En este caso los agregados de cuarzo no siguen la geometría del mineral remplazado (Fig. 15). Esta textura se encontró solo en la muestra VDH005.

**Sacaroide:** Esta textura en muestra de mano, se reconoce por su aspecto homogéneo, de grano muy fino, con aspecto hialino grisáceo lechoso que da a la muestra una apariencia de azucarillo. En lámina delgada, se observan cristales de cuarzo anhedrales, elongados, a veces intercrecidos que se distribuyen al azar, aunque a veces tienden a orientarse según

Direcciones preferentes. Se observa el típico efecto sal y pimienta. Esta textura es definida por Dong et al. (1995), corresponde a la textura retiforme descrita por Lindgren (1901, en Dong et al., 1995) y Adams (1920) y la textura reticulada descrita por Lovering (1972). Esta textura solo se observó en la lámina VDH009.

## **Textura de deformación.**

**Brechada:** debida a fenómenos de brechificación hidrotermal.

Es relevante la distinción entre la textura matriz-soportada y clasto soportado, desde el punto de vista mineralógico, el tipo más interesante, en principio, corresponde a brechas clasto-soportado con cemento hidrotermal. Este evidencia la circulación de soluciones hidrotermales y por tanto, su potencial para la mineralización.

### Lamina VDH001

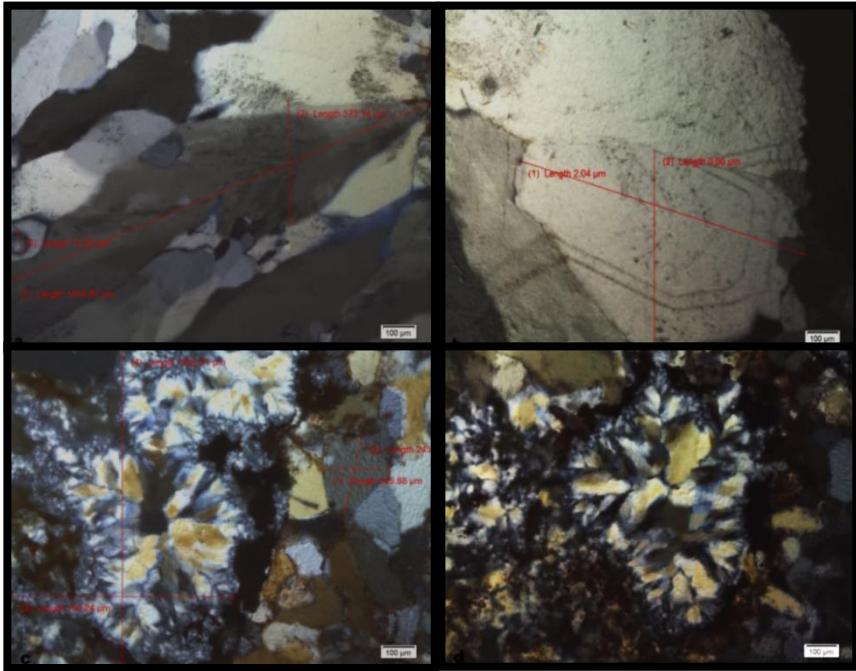


Figura 30: a) Textura en peine cristales subhedrales de cuarzo, gris a blanco lechoso cristales > 10mm. Los cristales presentan bordes fracturados, impurezas e inclusiones fluidas (nicoles cruzados). b) Textura zonada definida por la diferencia de índice de refracción, entre las distintas zonas de crecimiento del cristal (nicoles cruzados). c) Textura mosaico cristales 1-10 mm, contornos irregulares, presentan bahías de corrosión (NX). d) Textura plumosa cristales de cuarzo en forma de astillas o esquirlas modificados por recristalización, textura presenta un moderado color rojizo provocada por la oxidación de los sulfuros.

*Lamina VDH002*

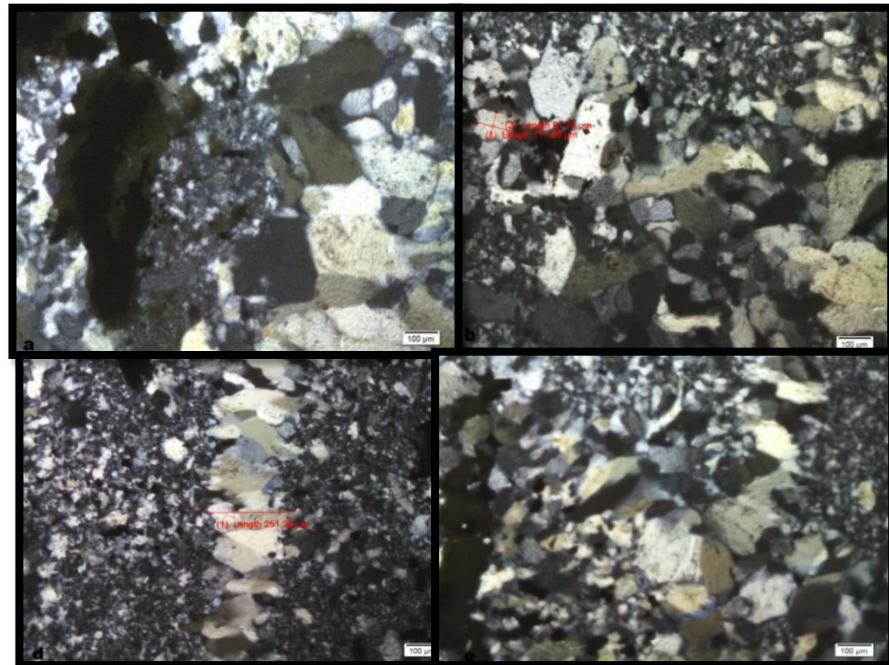


Figura 31: a, b, c) Textura en mosaico de grano fino y grueso, esta textura se define por el crecimiento compacto de micro cristales de cuarzo de forma enhedrales, cristales con bahías de corrosión y de aspecto grumoso, los límites entre los contactos de los granos se presentan de forma irregular y se interpenetran entre ellos. Esta textura representa inclusiones de líticos de forma esporádica de color verde oscuro probablemente de andesita. c, d) Textura en peine cuarzo prismático de color gris y blanco lechoso, cristales límpidos.

*Lamina VDH003*

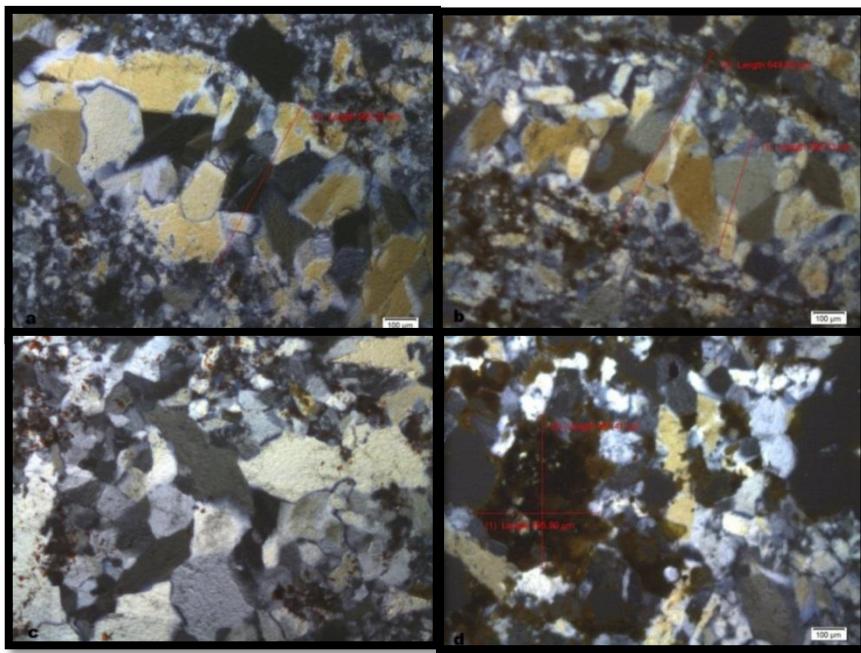


Figura 32: a, b) Textura en peine, cristales grandes y pequeños de 1 a 0.1 mm, cristales euhedrales y subhedrales, de color gris blanco bordes astillosos y, rodeados por una matriz de cuarzo cristalino llenando espacios abiertos. c) Textura en mosaico de 1 a 10 mm, cristales con contornos ligeramente ondulantes textura grumosa, presenta una moderada coloración rojiza por la oxidación de los sulfuros. d) Textura brechoide matriz-soportada clasto del encajonante alterados de color (verde oscuro), cementados por sílice.

*Lamina VDH004A*

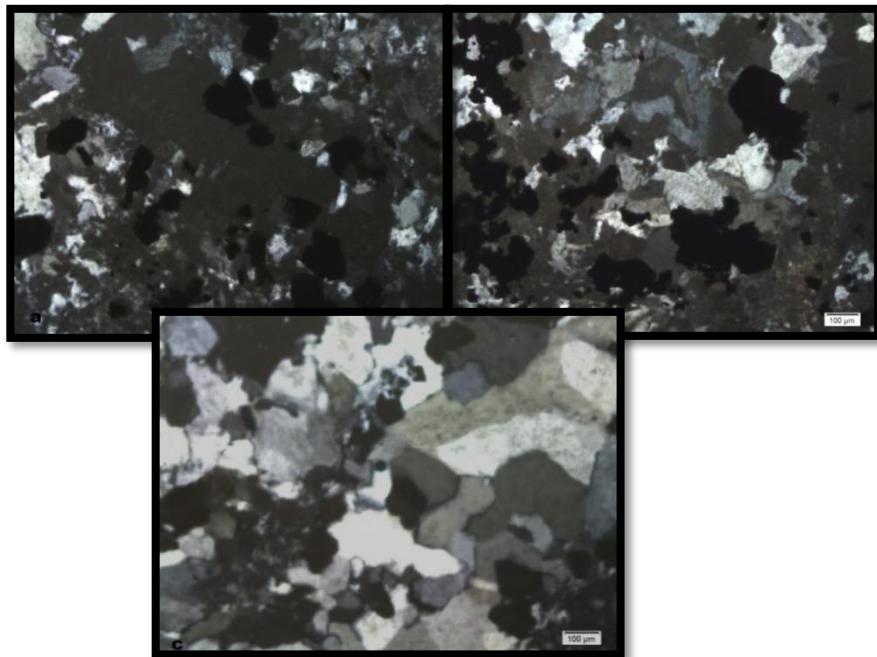


Figura 33: a, b, c) Textura en mosaico cristales anhedrales, zonados con bordes irregulares y alternancia de zonas límpidas y turbinadas y con bahías de corrosión. Sulfuros diseminados asociados a líticos.

*Lamina VDH005*

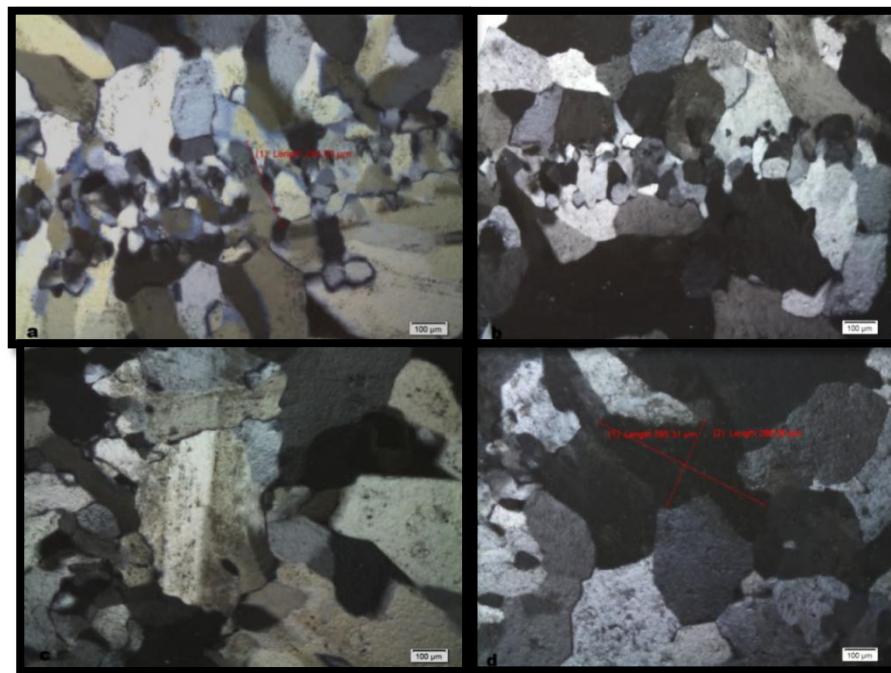


Figura 34: a, b) Calcita remplazada. Agregados de cuarzo masivo con concentraciones de impurezas que definen el hábito tabular de los cristales de calcita remplazados. c, d) Textura en mosaico. Cristales de cuarzo cristalino subhedrales presentan zoneamiento y aspecto grumoso con orificios, y bordes que se interpenetran.

*Lamina VDH006*

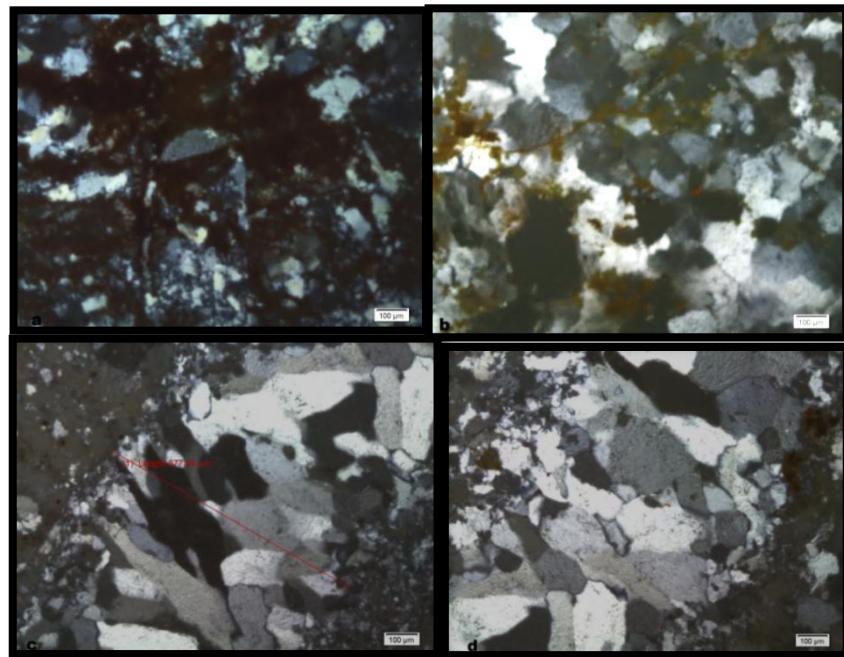


Figura 35: a, b) Textura en mosaico. Cristales de cuarzo fino de (1 a 10 mm), subhedrales elongados con bordes interpenetrados y de aspecto grumoso, y zonas de oxidación (NX). c, d) Textura en peine. Caracterizada por cristales de cuarzo gris y blanco lechoso subhedrales, cristales de aspecto grumoso y con impurezas.

*Lamina VDH007*

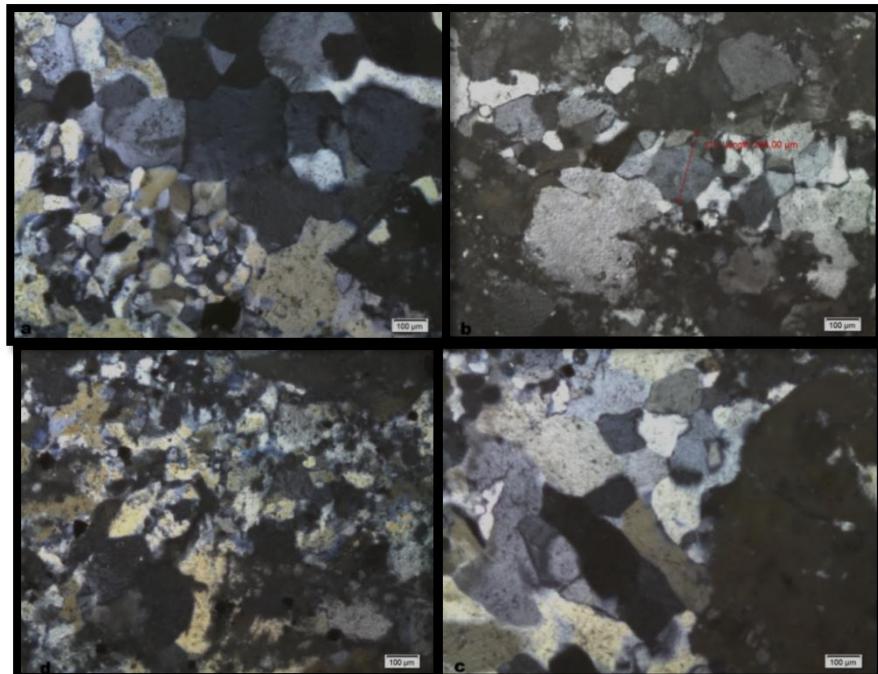


Figura 36:) a, b) Textura en mosaico de grano fino y medio. Cristales subhedrales presentan bordes interpenetrados, bahías de corrosión y (inclusiones e impurezas), se observan zonas turbias y clastos de líticos seritizados. c) Textura brechada. Textura de deformación brecha clasto-soportado, clastos del encajónate (amarillento a café y oscuros) impregnados de óxidos. d) Textura en mosaico fino. Cristales anhedrales y subhedrales, con fractura astillosa e impurezas y bahías de corrosión y zonas turbiadas.

Lamina VDH008

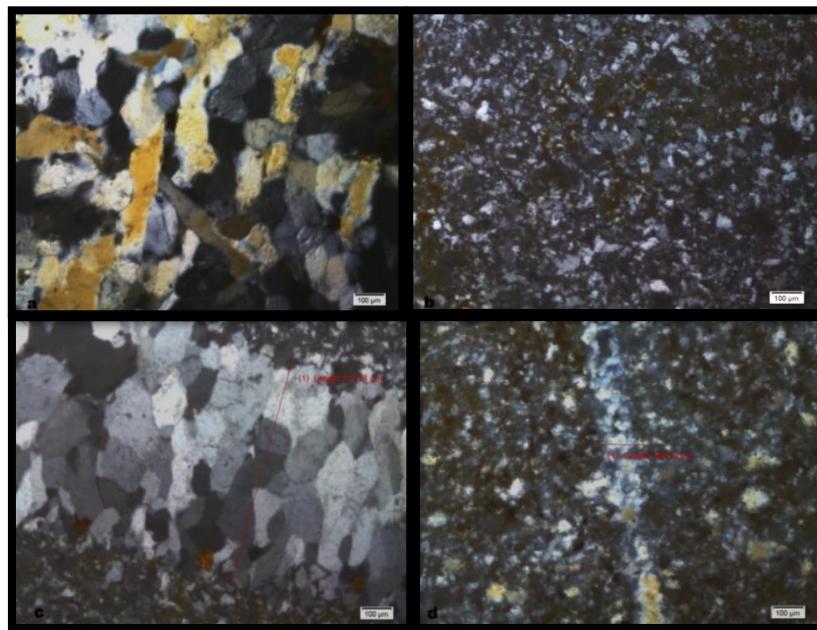


Figura 37: a, b) Textura mosaico de grano medio y microcristalino. Cristales de cuarzo subhedrales (a), contornos irregulares bordes interpenetrados, cristales límpidos y fracturados. Cuarzos con hábito en aguja. Anhedrales (b) cuarzo microcristalino cuyos contornos son muy irregulares e imbricados. c) Textura masiva. Cristales de cuarzo gris subhedrales bordes interpenetrados, presentan impurezas o inclusiones. d) Textura sacaroide. Cristales de cuarzo anhedral de aspecto homogéneo, de grano muy fino, grisáceo, presenta fuerte oxidación.

*Lamina VDH009*

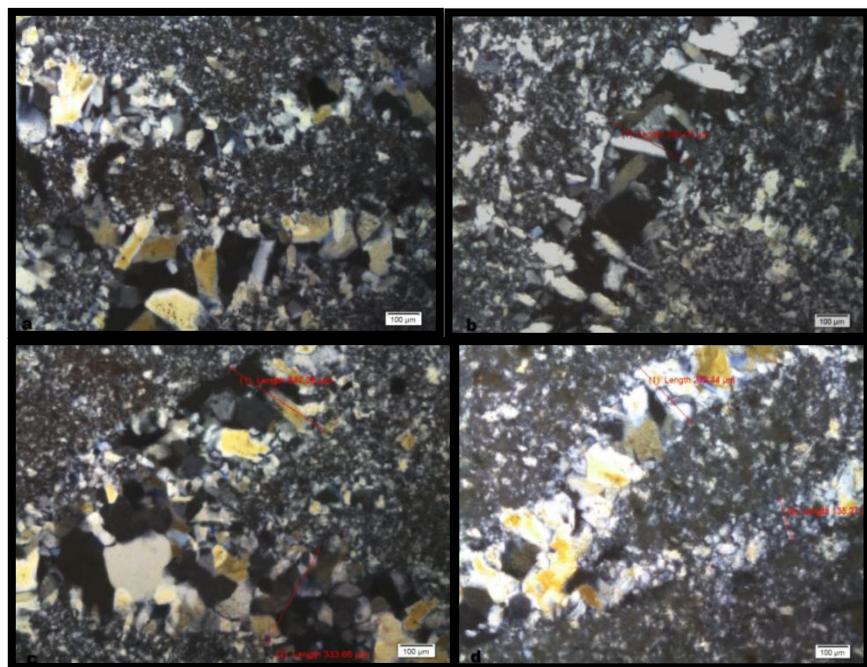


Figura 38. a) en la microfoto se distinguen hasta cinco eventos de precipitación, indicados por bandas de tamaños diferentes de cuarzo. Destaca una banda de cristales de cuarzo grandes, rodeados por microcristales b) se observan tres tamaños de cristales de cuarzo, de Son tres tamaños de cristales de cuarzo en textura en mosaico. Los cristales finos son anhedrales y se observan en toda la imagen. Los cristales grandes son de cuarzo y son subhedrales y conforman uno de las vetillas. Cristales anhedrales muy pequeños grisáceos de aspecto homogéneo. Textura en mosaico. Cristales de cuarzo grisáceo subhedrales. Cristales límpidos, bordes astillosos y algunos presentan hábito en aguja.

*Lamina VDH010*

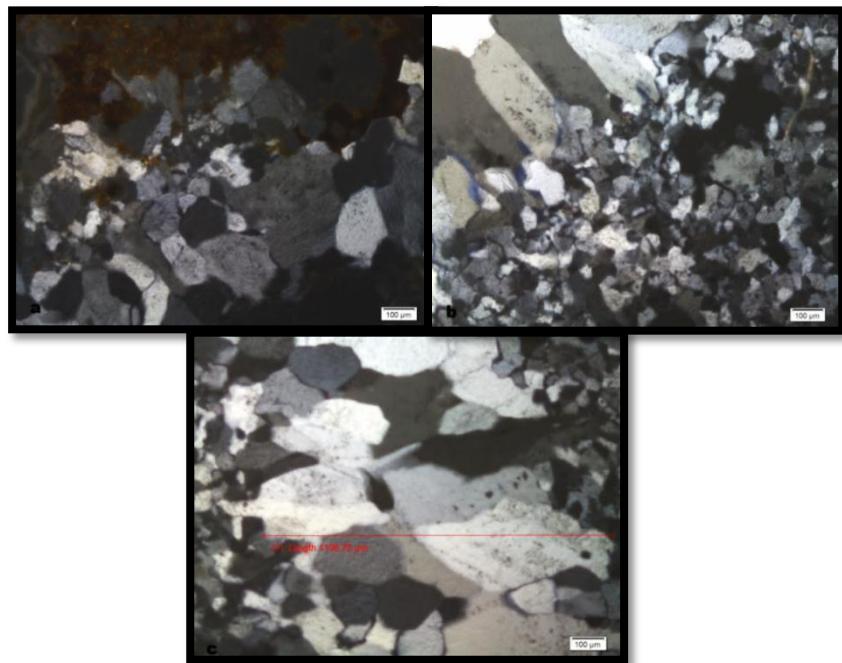


Figura 39: a) Textura en mosaico. Cristales de cuarzo subhedrales, bordes irregulares que se interpenetran, con impurezas y zonas con alteración sericitica. b) Contacto entre textura en peine y mosaico de gran fino. Cristales euhedrales grano grueso > 10 mm con impurezas. Cristales de cuarzo microcristalino grisáceo anhedrales bordes muy irregulares. c) Textura en peine. Cristales euhedrales zonados con impurezas o inclusiones y de aspecto grumoso.

Lamina VDH011

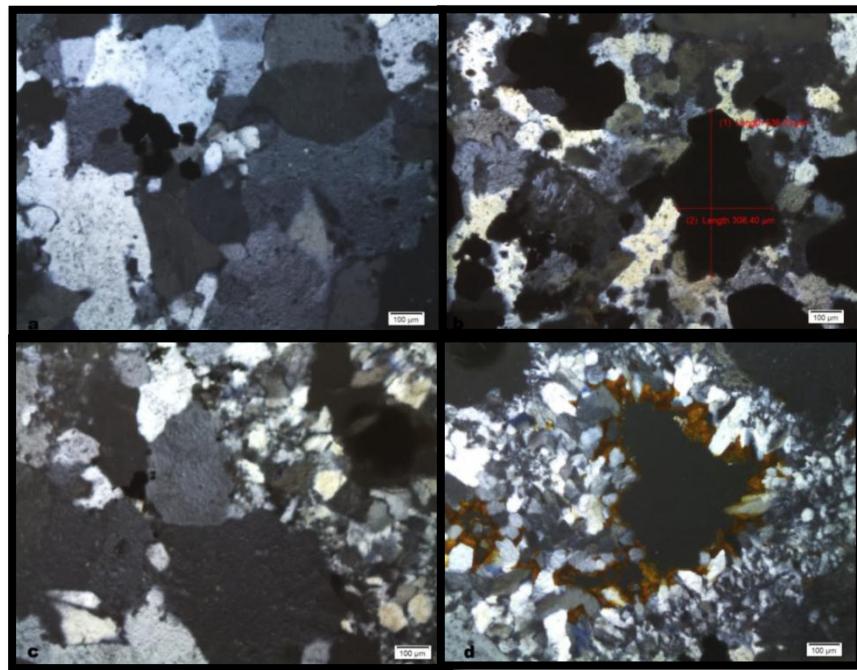


Figura 40: a) Textura en mosaico de grano grueso, los cristales son de cuarzo y son subhedrales y miden > 10mm. Hay algunos cristales de cuarzo fino (0.1-1 mm). b) cristales subhedrales cuarzo grisáceos y blanco lechoso interpenetrados en sus bordes, el cuarzo blanco presentan textura de “sal y pimienta” característica de cuarzos de rellenos de veta. c). En la foto se observan dos tamaños de cuarzos grisáceos, los bordes son irregulares e interpenetrados. b) Textura de brecha clasto-soportado clastos del encajonante, muy alterados subangulosos cementados por sílice. d) Drusa con cristales prismáticos, desarollando hacia el hueco. Rodeados por una matriz de cuarzo microcristalino, presentan oxidación en centro esta se presenta como última etapa de cristalización.

*Lamina VDH012*

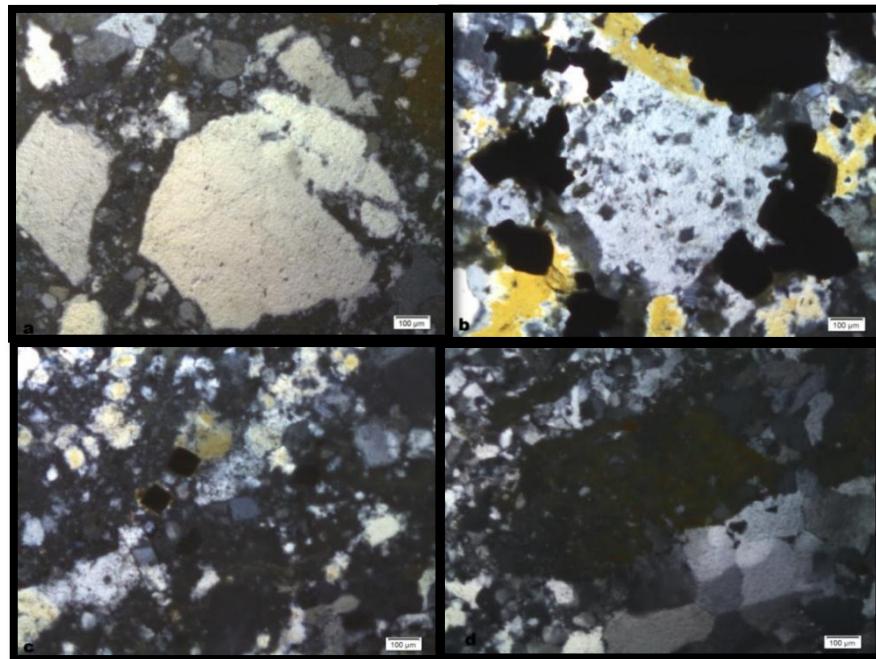


Figura 41: a, b, c,d): Textura en mosaico de grano grueso y fino. Cristales subhedrales, fracturados con textura boxwork, y bahías de corrosión. Cuarzo microcristalino bordes muy irregulares y zonas turbias. Presencia de sulfuros de pirita.

*Lamina VDH013*

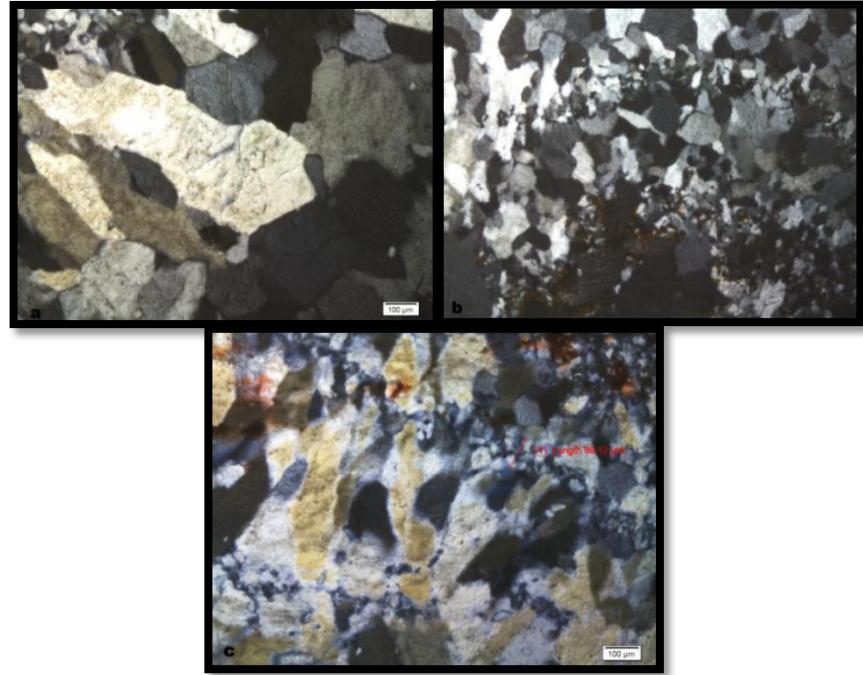


Figura 42: a) Textura en mosaico de grano medio (1- 10mm), Cristales subhedrales grisáceos y blanco lechoso, fracturados, presentan un aspecto grumoso, cristales subrombicos y elongados con impurezas. b, c) Textura en peine: Cristales subhedrales elongados, con impurezas de aspecto grumoso, rodeados por una matriz de cuarzo microcristalino.

*Lamina VDH014*

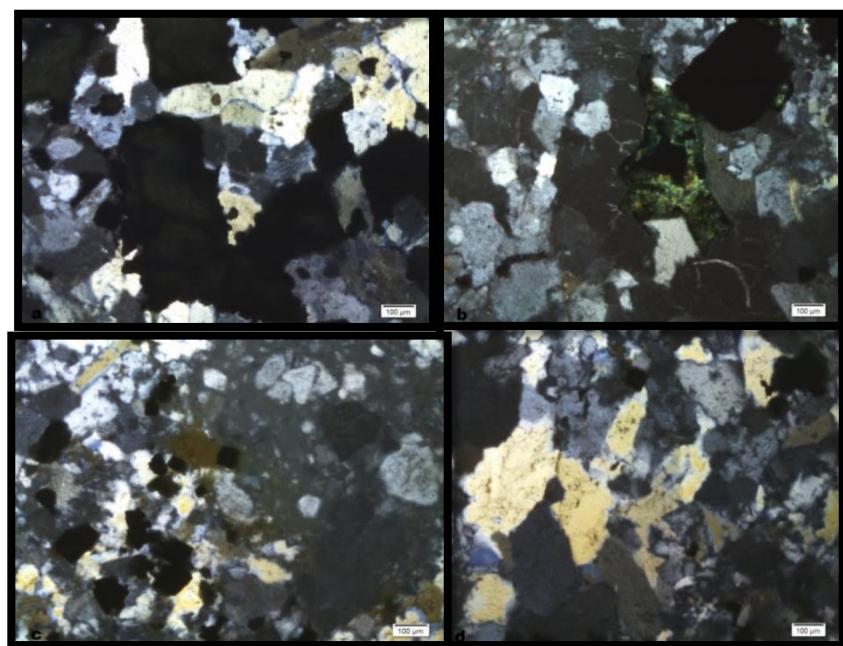
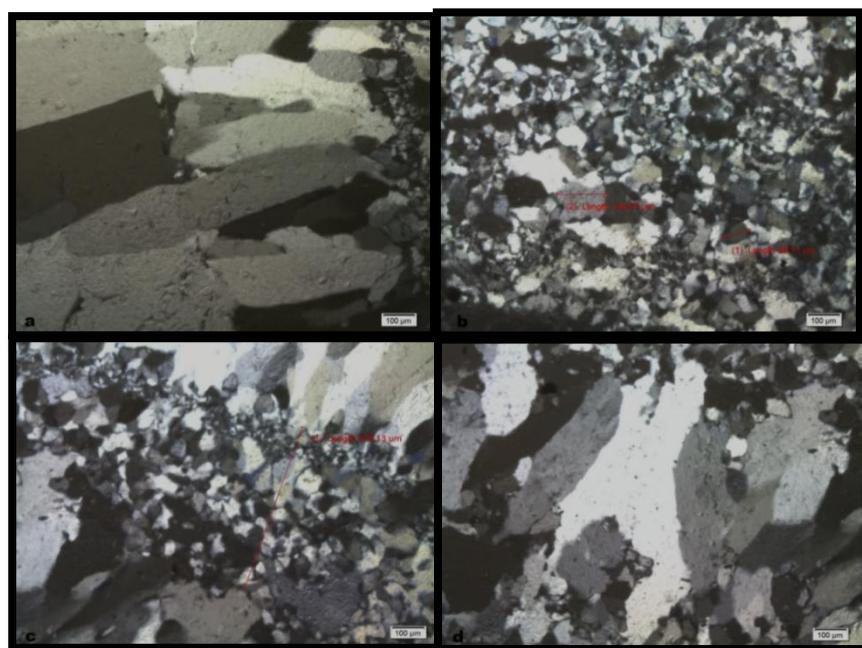


Figura 43: a) Textura de brechada clasto- soportado, clastos del encajante (verde) estructurada sobre cristales de cuarzo de la veta, clastos seritizados con sulfuros. b,c,d) Textura en mosaico de grano medio (1-10 mm): Cristales rotos bordes astillosos cristales de cuarzo en aguja inclusionando a líticos muy fracturados, se observan pequeños cristales dentro estos pueden ser producto de recristalización, cristales de cuarzo con impurezas o inclusiones y con aspecto grumoso.

*Lamina VDH015*



.Figura 44: a,d) Textura en peine: Cristales euhedrales de grano grueso ( $> 10$  mm), cristales límpidos, fracturados. b) textura en mosaico: Micro cristales de cuarzo grisáceo de grano fino (0.1-1mm), bordes muy irregulares e interpenetrados, presentando imbricación. c,d) Textura crustiforme con bandeamiento simétrico asociada a textura en peine

*Lamina VHD016*

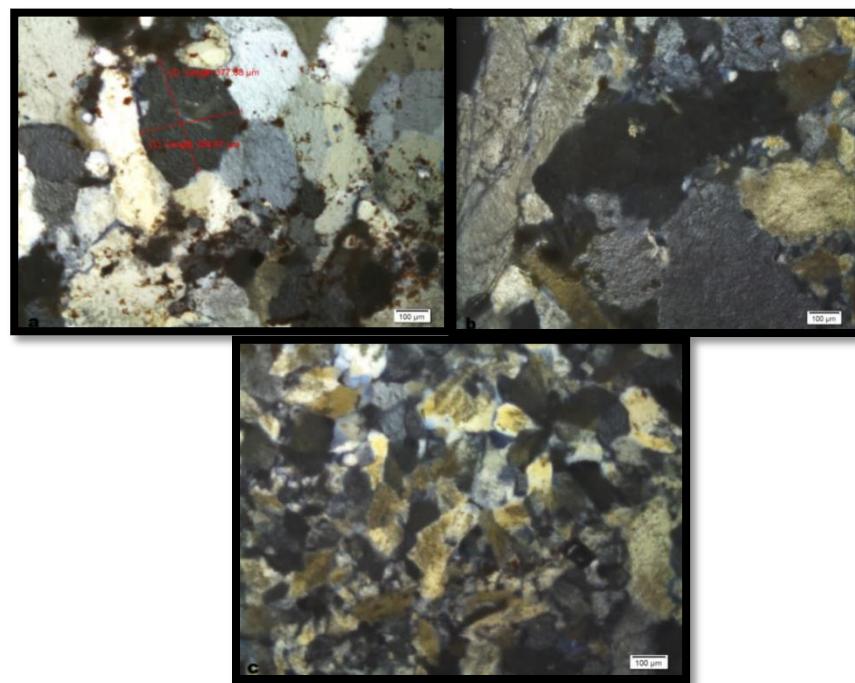


Figura 45: a, b.c) Textura en mosaico de grano fino y grueso: a,b) Cristales subhedrales de cuarzo cristalino de (> 10 mm), fracturados de aspecto grumoso con pátina de oxidación. c) Microcristales de cuarzo grisáceo, bordes irregulares e interpenetrados.

*Lamina VDH017*

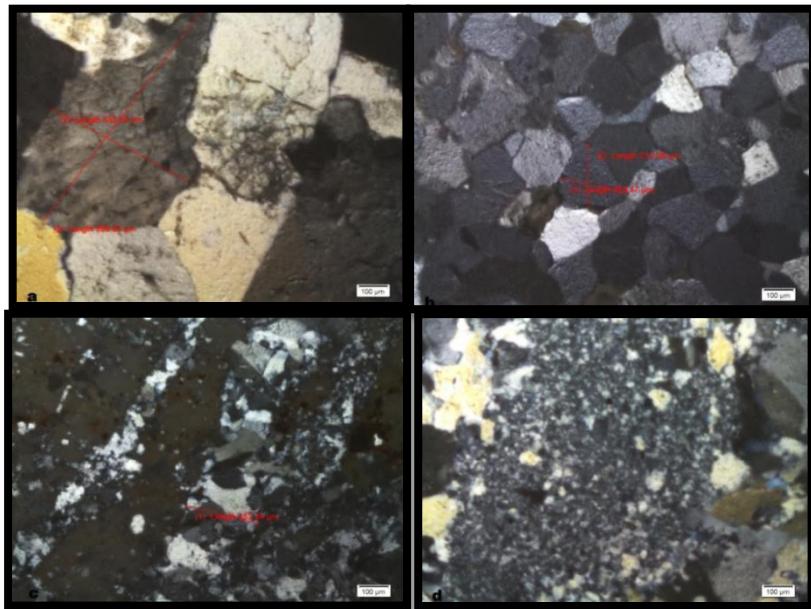


Figura 46: a) Textura en mosaico grano grueso ( $> 10$  mm) cristales subhedrales, fracturados bordes interpenetrados. b,c) Textura en mosaico grano medio (1- 10 mm) cristales subhedrales grisáceos de aspecto grumoso. d) Textura sacaroide: Cuarzo grisáceo, microcristalino.

## INTERPRETACIÓN

Las muestras en lámina delgada estudiadas en este trabajo son de cuarzo de relleno proceden de la veta (Diamantillo) proyecto Horcón, en un ambiente epitermal de baja sulfuración, definido en base a las características de campo como son (minerales típicos de alteración epitermal y ganga de sílice), (tomado de los diferentes depósitos epitermales, de Sillitoe y Hedenquist, en Camprubí (2003)). Las diferentes texturas reflejan las condiciones de formación y episodios de cristalización de la veta.

**La lámina VDH001:** presenta cuatro tipos de texturas: Mosaico, Zonal, Plumosa y en peine.

Se observaron cuatro episodios de cristalización.

**Primera etapa:** Vetillas de cuarzo cristales subhedrales algunos, cristales presentan bordes de reacción y zonación. Los cristales de las vetillas son grandes ( $> 10\text{mm}$ ) y sus bordes inferiores se encuentran rotos los cristales, presentan impurezas o inclusiones, estos son inclusionados por los cristales de textura en mosaico.

**Segunda etapa:** Textura en mosaico de grano grueso, los cuales se presentan inclusionando y sobre empalmándose, cristales son subhedrales estos no presentan impurezas.

**Tercera etapa:** cuarzo de grano muy fino el cual se presenta llenando espacios abiertos, estos cristales se presentan inclusionando a los cristales, de las vetillas y a los cristales en mosaico, esta textura presenta un moderado color rojizo provocada por la oxidación de los óxidos.

**Cuarta etapa:** textura plumosa esta se presenta en la zona de cristales finos.

La lámina no presenta calcita, y los diferentes tamaños de cristales de cuarzo (muy fino, fino, mediano, grueso), refleja distintas etapas de cristalización.

Los cristales pequeños se presentan muy fracturados y se encuentran mezclados, cristales muy finos y grandes, probablemente sea una textura cataclastica y esto, indica reactivación de la veta.

Las zonas finas indican cambios bruscos en los fluidos mientras que las zonas anchas, y mal delimitadas revelan cambios progresivos. Esto sugiere que el sistema estuvo sujeto a varias pulsaciones de fluidos, y a diferente tiempo y espacio de cristalización.

**Lamina VDH002:** Se observan dos tipos de texturas. En peine, mosaico grano (fino y grueso).

Se observaron tres etapas de cristalización.

**Primera etapa:** caracterizada por vetillas de cuarzo con textura en peine, las cuales son cortadas por los nódulos de cristales de cuarzo.

**Segunda etapa:** representada por nódulos de cuarzo textura en mosaico de grano grueso.

**Tercera etapa:** cuarzo con textura en mosaico de grano fino este se presenta rellanando espacios abiertos.

Las vetillas de cuarzo presentan textura en peine y hábito prismático, cuarzo de color gris y lechoso, cristales euhedrales, lo cual indica que tuvieron tiempo y espacio para su desarrollo. Estas vetillas son cortadas por los nódulos de cuarzo de color gris subhedrales los cuales se observan, empalmados sobre las vetillas. La tercera etapa esta llenando espacios abiertos, y está constituida por cuarzo de grano fino textura mosaico de aspecto anhedral, lo cual indica que hubo cambios bruscos de presión y temperatura que afectaron el sistema provocando un enfriamiento rápido.

La muestra presenta líticos de forma esporádica de color verde oscuro probablemente de andesita, y sulfuros asociados a líticos así como pirita diseminada. Contiene aproximadamente 50% de sulfuros. No se observa calcita ni arcillas.

**Lamina HVD003:** Se observan tres tipos de texturas. En peine, mosaico y brechada.

Se observaron dos etapas de cristalización.

**Primera etapa:** cuarzo anhedral textura en mosaico cristales finos y grandes, se presenta como una matriz llenando espacios abiertos, los bordes

son irregulares la mayoría de estos cristales son ovalados. Esta textura presenta una moderada coloración rojiza, por la oxidación de los sulfuros.

**Segunda etapa:** vetillas de cuarzo de cristales grandes y pequeños. Las vetillas de cristales grandes presentan textura en peine los cuarzos son euhedrales de color grisáceo a blanco. Vetillas de cristales pequeños subhendrales. Probablemente sean diferentes etapas de cristalización por el tamaño y desarrollo de los cristales pero no se distingue.

Los diferentes tamaños de cuarzo indican, cambios bruscos en los fluidos. No se observó calcita.

**Lamina VDH004:** Textura en mosaico.

Se observan dos episodios de cristalización.

**Primera etapa:** Microvetillas de cuarzo tipo stockwork, cristales anhendrales, las vetillas son cortadas por la matriz de cristales en mosaico.

**Segunda etapa:** Matriz de cristales grandes y pequeños de cuarzo anhedral con textura en mosaico.

La muestra contiene aproximadamente un 50% de sulfuros de pirita asociados al cuarzo de textura en mosaico. La lámina presenta esporádicos líticos color oscuro seritizados.

La textura en mosaico con diferente tamaño de cristales indica que hubo cambios bruscos en los fluidos, la textura en mosaico los cristales se

encuentran rotos, y las vetillas de cristales pequeños presentan zonas que están molidas, y en algunos puntos las vetillas desaparecen y solo se observa una masa homogénea de cristales rotos.

**Lamina VDH005:** se identificaron dos tipos de texturas: calcita hojosa y en mosaico.

Se observan dos etapas de cristalización.

**Primera etapa:** cristales fantasma de calcita en espada reemplazados por cuarzo

**Segunda etapa:** textura en mosaico cristales subhedrales, estos se encuentran reemplazaron a la calcita quedando solo fantasmas de calcita silicificada.

**Lamina VDH006:** se observaron dos tipos de texturas: Mosaico, en peine.

Presenta cinco episodios de cristalización.

**Primera etapa:** Cristales pequeños anhedrales aspecto turbio con inclusiones de cristales de cuarzo de mayor tamaño, estos cristales se encuentran traslapadas, por capas de cristales de mayor tamaño. En esta zona se presenta mayor contenido de líticos y al teración sericitita.

**Segunda etapa:** matriz de cuarzo con textura en mosaico cristales grandes, elongados algunos se observan interpenetrados con zonas de cristales con textura sacaroide, esta etapa se presenta rellenando

espacios abiertos. Estas zonas presentan moderado color rojizo provocado por la oxidación de los sulfuros.

**Tercera etapa:** vetillas con textura en peine y en mosaico cristales subhedrales, estas se presentan cortando a la matriz de textura en mosaico las vetillas presentan clastos de líticos seritizados.

**Cuarta etapa:** pequeños hilillos que se presentan cortando a las etapas anteriores cristales enhedrales límpidos textura tipo sacaroide la mayoría de estos cristales se observan rotos con bordes astillosos.

**Quinta etapa:** Brecha clastos-soportado clastos de encajonante alterados (sericita), de color verde.

Las zonas de cristales pequeños son turbias. La textura brechoide indica que el sistema estuvo cerrado y posteriormente hubo una reactivación lo cual provoca el brechamiento. La mayor parte de la muestra presenta un moderado color rojizo provocado por la oxidación de los sulfuros. No presenta sulfuros de pirita no se observa calcita, la lámina presenta 10% de líticos la mayoría presentan alteración sericitica y algunos se encuentran completamente alterados.

**Lamina VDH007:** se observan dos tipos de textura: Mosaico y brechoide.

Presenta tres episodios de cristalización.

**Primera etapa:** matriz de cristales grandes y pequeños de cuarzo anhedrales textura en mosaico, presentan bordes interpenetrados la mayoría presenta (inclusiones o impurezas), esta textura presenta zonas turbias y clastos de líticos seritizados, en esta zona se observa una mayor presencia de sulfuros.

**Segunda etapa:** vetillas de cuarzo con aspecto brechoide, cristales anhedrales límpidos, estas se presentan cortando a la matriz de cuarzo. Estas presentan esporádicos clastos de líticos (oscuros).

**Tercera etapa:** brecha matriz soportada clastos, del encajonante alterados con, moderada y alta seritización y leve oxidación no se observan sulfuros asociados a la brecha.

La muestra contiene aproximadamente un 30% de sulfuros, los cuales probablemente estén asociados a la segunda etapa de cristalización estos se observan, en las vetillas y en la matriz, la brecha indica reactivación del sistema cuyos fluidos fueron estériles. No se observó calcita.

**Lámina VTD008:** presenta dos tipos de texturas: Mosaico y en peine.

Se observaron tres etapas de cristalización.

**Primera etapa:** Matriz de cristales subhedrales textura en mosaico tamaño grano grande, presenta esporádicos líticos oscuros seritizados y zonas de oxidación.

**Segunda etapa:** matriz de cristales subhedrales textura en másico tamaño de grano fino la cual se presenta distribuida en toda la muestra y rellenando espacios abiertos dejados por la primera etapa, se observan esporádicos líticos y una moderada oxidación.

**Tercera etapa:** vetillas cristales subhedrales textura en peine se presenta cortando a las texturas en mosaico, se observan algunos líticos con moderada y fuerte seritización.

Los diferentes tamaños y tipos de cristales indican diferentes pulsaciones de fluidos, y diferentes presiones y temperatura. Las zonas rojizas son causadas por la oxidación de sulfuro.

**Lámina VDH009:** presenta dos tipos de textura: Sacaroide y Mosaico.

Se observaron dos episodios de cristalización.

**Primer etapa:** matriz de cristales pequeños anhedrales con inclusiones de cristales alargados, de hábito subhedrales y algunos con hábito en aguja, presenta inclusiones de líticos color oscuro seritizados y un 1% de sulfuros diseminados en esta textura.

**Segunda etapa:** vetillas de cuarzo de 1 mm a 0.5 mm contextura en mosaico, las cuales se presentan cortando a la matriz fina de cuarzo; los cristales que están rellenando las vetillas presentan diferentes hábitos en agujas, sub-rombicos y zonados se

observan clastos de líticos que son intrusionados por los cristales de la veta.

El cuarzo de las vetillas son alargados con hábito en agujas, bordes irregulares cuarzos de color gris y blanco algunos presenta zonación, sus extremos se observan muy fracturados. La lámina presenta zonas turbias que probablemente sean vestigios de la roca encajonante, no se observa calcita.

**Lámina VDH010:** presenta dos tipos de textura: Mosaico y peine.

Se observaron dos episodios de cristalización.

**Primera etapa:** matriz de cristales textura en mosaico de cuarzo fino subhexagonales, se observa moderada presencia de líticos seritizados los cuales, presentan inclusiones de pequeños cristales de cuarzo, y pequeños nódulos de cuarzo contextura sacaroide que se encuentran llenando espacios abiertos.

**Segunda:** vetillas de 0.3 mm con textura en peine cuarzos límpidos沿長方形和 sub- rombicos.

La lámina presenta zonas turbias no se identifican que sean probablemente sean vestigios de la roca encajonante, esto se infiere por la presencia de líticos los cuales presentan inclusiones de cristales lo cual indica, que estos ya se habían depositado cuando se dio la primera etapa de cristalización, por lo cual se observan cubiertos por la matriz de cuarzo y fragmentos de cristales dentro. No se observan sulfuros y presenta

zonas esporádicas de color rojizo provocadas posiblemente por la oxidación de sulfuros.

**Lámina VDH011:** presenta dos texturas: Mosaico y brechada.

Se observaron cuatro etapas de cristalización.

**Primera etapa:** matriz de cristales subhedrales algunos de hábito en aguja de color grisáceo, cristales poco fracturados, en estas zonas, se observa presencia de sulfuros.

**Segunda etapa:** cristales subhedrales fracturados interpenetrados en sus bordes, de aspecto grumoso envueltos en una matriz fina de cuarzo, producto de recristalización.

**Tercera etapa:** brecha matriz-soportada evento estéril esto se deduce ya que hay algunos fragmentos de líticos, se encuentran cubriendo a sulfuros.

**Cuarta etapa:** Drusas como última etapa de cristalización, algunas de estas se encuentran rellenas por sericita.

Los líticos que componen la brecha presentan fuerte seritización, así como una pátina de oxidación, los cristales de cuarzo de grano grueso se encuentran fracturados lo que indica que el sistema estuvo en constante movimiento.

**Lámina VDH012:** textura en mosaico.

Se observaron tres etapas de cristalización.

**Primera etapa:** cuarzo cristalino subhedral, presentan bordes de reacción y textura boxwork, rodeado por una matriz de cuarzo microcristalino.

**Segunda etapa:** microcristales de cuarzo anhedrales se presentan llenando espacios abiertos.

**Tercera etapa:** nódulos de cuarzo subhedrales textura en mosaico este se presenta llenando espacios abiertos algunos cristales tienen sus extremos rotos.

**Lámina VHD013:** presenta dos texturas: Mosaico y Sacaroide.

Se observaron dos etapas de cristalización.

**Primer episodio:** textura en mosaico cristales de cuarzo cristalino fracturados color grisáceo, cristales subhedrales, subrombicos y elongados presentan un aspecto grumoso.

**Segunda etapa:** matriz de cuarzo fino anhedral. Esta indica que en la última etapa de cristalización sufrió cambios bruscos en cuanto presión y temperatura, dentro de esta matriz se observan pequeños nódulos de cuarzo subhedrales.

La lámina no presenta sulfuros no se observó calcita, presenta esporádicos líticos seritizados.

**Lámina VDH014:** Textura Mosaico.

Se observaron tres etapas de cristalización.

**Primera etapa:** textura en mosaico de grano grueso, cristales rotos, se observan pequeños cristales dentro, estos pueden ser producto de recristalización.

**Segunda etapa:** brecha clastos-soportado, clastos del encajonante alterados seritizados con sulfuros.

**Tercera etapa:** textura mosaico de grano fino cristales rotos bordes astillosos, cristales de cuarzo en aguja inclusionando a líticos.

Los cristales de cuarzo presentan textura grumosa y liza, se observan cuajados de inclusiones, líticos color oscuro. Sulfuros asociados a líticos probablemente asociados a la brecha, 50% sulfuros.

**Lamina VDH015:** presenta tres tipos de texturas: Mosaico, peine y crustiforme.

Se observaron tres etapas de cristalización.

**Primera etapa:** matriz de cuarzo cristales pequeños subhendrales, bordes interpenetrados e irregulares, con bahías de corrosión.

**Segunda etapa:** vetillas de cuarzo cristales euhedrales ( $> 10$  mm), límpidos fracturados de aspecto grumoso. Se presenta cortando a la textura en mosaico.

**Tercera etapa:** Bandeamiento asimétrico de cuarzo, resultando de la alternancia de cuarzo anhedral microcristalino (grisáceo), y cuarzo euhedral grisáceo y blanco lechososo (> 10mm) de aspecto grumos.

No presenta calcita, 0.1% de sulfuros.

**Lamina VDH016:** textura en mosaico.

Se observaron dos etapas de cristalización.

**Primera etapa:** cristales de cuarzo grandes de color gris subhendrales, superficies lizas y fracturadas, presenta una pátina de oxidación se observan esporádicos líticos, seritizados de color oscuro.

**Segunda etapa:** matriz de cuarzo cristales pequeños anhendrales, en estas zonas los cristales se encuentran quebrados en aguja, elongados y bordes carcomidos e intrusionados.

La lámina presenta cristales con textura rugosa y liza. Rodeando a los cristales grandes hay una matriz de cristales pequeños anhendrales producto de recristalización, estos se presentan rellenando espacios abiertos. Se observan cristales de más 1 mm de líticos los cuales se encuentran cubiertos por cristales de cuarzo de la segunda etapa, estos clastos son vestigios de la etapa de brechamiento la cual fue enmascarada por las siguientes pulsaciones de fluidos. No presenta sulfuros ni calcita.

**Lamina VDH017:** presenta dos tipos de textura:  
Mosaico y en peine.

Se observaron cuatro etapas de cristalización.

**Primera etapa:** representada por cristales subhedrales de cuarzo textura en mosaico de grano (> 10mm), cristales quebrados, astillosos.

**Segunda y tercera etapa:** bandas de cristales subhedrales las cuales se presentan alternando en matriz de grano mediano y fino.

**Cuarta etapa:** vetillas de cristales euhedrales de cuarzo de aproximadamente 0.5 mm cristales límpidos.

La textura en mosaico de grano grueso presenta, pequeños hilos de microcristales los cuales son producto de recristalización.

Se observó presencia de líticos con moderada y fuerte seritización.

## **CONCLUSIONES.**

En síntesis la Veta Diamantillo se localiza en el (proyecto Horcón), pertenece a un sistema epitermal. Esta presenta como roca encajonante al Granito de Comanja que es un intrusivo batolítico discordante cuya evolución magmática, es desde sienita cuarsifera alcalina, granito alcalino hasta granito hipercuarzoso, y fue emplazado durante el Eoceno ( $55 \pm 4$  y  $58 \pm 6$  Ma, edad K-Ar; Múgica-Mondragón y Albarrán-Jacobo.1983).

Petrográficamente, el mineral de ganga en la veta Diamantillo es cuarzo. Las muestras no presentan reacción con ácido clorhídrico diluido al (10%), se observó alteraciones: oxidación, moderada argilización, débil cloritización y feldespatización esta última solo se presenta en la brecha.

El análisis textural de la veta Diamantillo permitió realizar una serie de consideraciones respecto, a las características y evolución de los fluidos. Los cambios en las condiciones de fluidos relacionados al enfriamiento, mezcla, reacción con la roca caja y ebullición, dan lugar a los diferentes tipos de texturas.

Las texturas que predomina en la veta diamantillo a nivel macroscópico son: bandeada (o crustiforme), brechada y masiva.

Bandeada (o crustiforme): caracterizada por la alternancia de bandas de color banco cristalino a blanco

lechoso, e inclusive de color rojizo provocado por la oxidación de sulfuros. Microscópicamente el cuarzo se observa, en vetillas con textura en peine cristales euhedrales perpendiculares a la superficie de crecimiento, y en mosaico cristales subhedrales (cristales grandes y microcristalino), con bordes interpenetrativos y bahías de corrosión. Sulfuros asociada a vetillas con textura en mosaico.

Brechada: clasto soportado, clastos de color rosado a morado, alterados (seritizados y feldespatización).

Masiva: caracterizada por cuarzo de color cristalino a blanco lechoso. Macroscópicamente este cuarzo se observa con textura, Mosaico o “jigsaw” (grueso, mediano y microcristalino), representa originalmente sílice amorfa, típicamente coloforme, que recristalizo a una textura parecida a un rompecabezas, ya que la recristalización produce cristales anhedrales con bordes interpenetrativos, cuarzos de color grisáceo y blanco lechoso, estos presentan textura grumosa y fracturados, en esta textura se encuentra una mayor concentración de sulfuros. El cuarzo plumoso es otra variedad en la textura del cuarzo que se observa al microscopio, se caracteriza por una textura fibrosa en la cual los cristalitos de cuarzo crecen, y se acumulan alrededor de un cristal de cuarzo grande. Cuarzo sacaroide caracterizada, por cristales de cuarzo anhedrales, elongados a veces intercrecidos que se distribuyen al azar.

No se puede concretar que la ebullición haya sido el mecanismo de precipitación del mineral del sistema epitermal, debido a que no se encontraron minerales indicativos de ebullición: *adularia*, *calcita hojosa* y *calcedonia*. En el análisis de muestra de mano en, ***lámina delga no se observa calcita (CaCO<sub>3</sub>)***. El hecho de que no se presente calcita en la estructura no es un indicativo para afirmar, que no hubo ebullición en el sistema. La calcita se vuelve más soluble cuando la temperatura disminuye pero menos soluble cuando la presión parcial de CO<sub>2</sub> decrece (Ellis, 1959). De ahí la ebullición puede precipitar o disolver calcita, dependiendo de la composición de la solución hidrotermal, la presión a la cual se inició la ebullición, la disminución en temperatura y presión.

Cabe mencionar otra evidencia indirecta de ebullición durante la depositación de minerales, la presencia de brechas de fracturación hidráulica, (Hedenquist y Henley, 1985). La estructura presenta brechamiento hidráulico. Tomando esta característica como base esta evidencia, para afirmar la presencia de ebullición en el sistema.

Con base a las características de las texturas, estudiadas en la estructura, puede concluirse, que el mecanismo de precipitación de la mineralización fue por ebullición.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un estudio de inclusiones fluidas, para el entendimiento de la génesis del yacimiento.

## Bibliografía

Alvarado M. Héctor, 1981, informe geológico de los yacimientos minerales de Comanja de Corona. Jal. Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Exploración. Residencia Guanajuato.

Aranda, G. J. J., Nieto, S. A. F., 1989. "Consideraciones acerca de la evolución tectónica durante el Cenozoico de la sierra de Guanajuato y la parte meridional de Mesa Central". Instituto de Geología de la U.N.A.M, Centro Tecnológico Dpto. Geotecnia Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Adams S.F., (1920). A microscopic study of vein quartz. Econ. Geol., vol. xv, a, 623-665.

Campa, M., and Coney, P., 1982. Tectono-statigraphic terranes and mineral resource distributions in Mexico: Canadian journal of Earth Sciences, v. 20, p.10401051.

Chiodi, Michel; Ortiz Hernández, L. E., y Yta. Miriam, 1987, evolución tectónica y magmática de un segmento del batolito granítico de Comanja, Estado de Jalisco: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Cincuentenario de la carrera de Ingeniería Geológica, México, D. F., Memoria, p. 18.

Chiodi, M., Monod, O., Busnardo, R., Gaspard, D., Sanchez, A., Yta, M., 1988. "Une discordance anteaalbienne datée par une faune d'ammonites et de Braquipodes de type téthysien au Mexique Central". Convenio gobierno de Frania y el Consejo de Recursos Minerales, Geobios, no 21, fasc. 2.

Comanja, municipio de Lagos de Moreno Jal. Consejo de Recursos Minerales (inédito).

Dávila, A. V. M., Martínez, R. J., 1987, Una edad Cretácica para las rocas basales de la Sierra de Guanajuato, In Simposio sobre la geología de la región de la Sierra de Guanajuato. Programa, Resúmenes y Guía de Excursión, p. 19-20.

Damon, P. E., y Clark, K. F., 1981. Evolución de los arcos magmáticos en México y su relación con la metalogénesis: Instituto de Geología, U.N.A.M. vol. 5, p. 233-238.

Dong, G., Morrison, G. y Jaireth, S., 1995. Quartz textures in epithermal veins, Queensland – Clasification, origin and implications. Economic Geology, 90(6): 1841-1856.

Dong, G. y G. W. Morrison: "Adularia in epitermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin", Mineralium Deposita 30:11-19, 1995.

Demoustier (\*)(\*\*), R. Castroviejo (\*) y J. M. Charlet (\*\*). "Clasificación textural del cuarzo epitermal (Au – Ag), del relleno filoniano del área volcánica de Cabo de Gata Almería", Boletín Geológico y Minero. Vol. 109-5 y 6 Año 1998 (449-468).

Echegoyén, S. J., 1975. Estudio Geológico Regional de la Zona de Arperos, Gto. A Comanja de Corona, Jal. Informe técnico, residencia Guanajuato, Consejo de Recursos Minerales (inédito).

Edwards, J. D., 1955, Studies of some early Tertiary red conglomerates of central Mexico, U. S. Geological Survey, Professional Paper 264-H p. 153-185.

Echavarría, L. E.: "Texturas de cuarzo del depósito epitermal El Dorado Monserrat, Provincia de Santa Cruz: descripción e implicancias genéticas", Revista de

la Asociación Geológica Argentina 52 (4):491-503, 1997.

Gross, W. H., 1975, New ore discovery and source of silver gold veins, Guanajuato, Mexico, Econ. Geol., vol. 70, p. 1 175-1189.

González, R. J., 1958. "Influencia del intrusivo granítico de Arperos en la mineralización de Guanajuato, Gto.". Informe técnico, Consejo de Recursos Naturales No Renovables, (inédito).

Gutiérrez Galván, José; Friche, Valerio; López Zamora, Jesús. Zamora, José Manrique Ríos y Zúñiga Tomás, 1883, El distrito minero de Comanja: El Minero Mexicano, Documentos Mineros, tomo 10, p. 196-201

Juárez, G. M., 1982. Estudio Geológico Preliminar Área Comanja, Centro, Estado, de Jal. Consejo de Recursos Minerales; residencia Guanajuato.

José Manuel, G, R., 2009. Carta Geológico- Minera y Geoquímica Lagos de Moreno F14-C31. Universidad Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.

Lapierre, H., Ortiz, H. L. H., Abouchami, W., Monod, O., Coulon, Ch. and Zimmermann, 1992, A crustal section of an intra-oceanic island arc: The Late Jurassic-Early Cretaceous Guanajuato magmatic sequence, central Mexico, Earth and Planetary Science Letters, V. 108, p. 61-77.

Martínez, R. J., 1987. Excursión a la Sierra de Guanajuato; parte 1, Resumen de la geología de la Sierra de Guanajuato. UNAM, Inst. De Geología, Simposio sobre la geología de la región de la Sierra de Guanajuato, Programa, Resúmenes y Guía de excursión, P. 49-70.

Monod, O., Lapierre, H., Chiodi, M. Martínez, R. J., Calvet, P., Ortiz H. L. E., Zimmermann, J. L., 1990. Reconstitution d' un arc insulaire intra-Océanique au Mexique central: la séquence volcano-plutonique de Guanajuato (Cretacé inférieur). C. R., Acad. Sci. Paris, t. 310, serie II, p. 45-51. Nieto, S.A. F., 1990.

Múgica Mondragón, Raúl y Albarrán Jacobo, 1983, Estudio petrogenético de las rocas ígneas y metamórficas del Altiplano: México. D. F., Instituto Mexicano del Petróleo, p. 78.

Nieto, S.A. F., 1990. Fallamiento y estratigrafía cenozoicos en la parte Sudoriental de la Sierra de Guanajuato. Instituto de Geología, UNAM. Estación Regional Centro.

Nieto, S. A. F., Escobar, G. J., Dobarganes, B., y Aguirre, M., 1992. Interpretación estructural de los rasgos geomorfológicos principales de la sierra de Guanajuato. U.N.A.M. Instituto de Geología.

Ortiz, H. L. E., Chiodi, M., Lapierre, H. Monod, O., Calvet, P., 1990 (1992), El arco intra-oceánico alóctono (Cretácico Inferior) de Guanajuato-características petrográficas, geoquímicas, estructurales e isotópicas del complejo filoniano y de las lavas basálticas asociadas; implicaciones geodinámicas, UNAM, Inst. de Geología, Revista, vol. 9, núm. 2, p. 126-145.

Quintero, L. O., 1992. Geología de la región de Comanja, estados de Guanajuato y Jalisco. U.N.A.M.; Instituto de Geología.

Randall, R. J. A. Saldaña, A. E. and Clark, K. F., 1994, Exploration in a volcano plutonic center at Guanajuato, México, Economic Geology, Vol. 89, p. 1722-1751.

Stein, G., Lapierre, H., Monod, Q., Zimmermann, J. L., and Vidal, R., 1994, Petrology of Some Mexican

Mesozoic Cenozoic Plutons: Sources and Tectonics environments. Journal of South American Earth Sciences V. 7 No. 1, p. 1-7.

Wittich E., 1909. Algunos datos preliminares sobre diques de aplito-pegmatita cerca de Silao (Guanajuato) bol. Soc. Geol. Méx. Tomo 6 p.

Tardy, M., Lapierre, H. Bourdier, J.L. Coulon, Ch., Ortiz, H.L.E. end Yta, M., 1992. Intraoceanic setting of the Western México Guerrero Terrane- implications for the Pacific-Tethys geodynamic relationships during the Cretaceous. UNAM, Inst. De Geología, Revista, vol. 10, Núm.2.

Yta Miriam, Chiodi Maly Michel. 1987. Nueva Hipótesis sobre la evolución magmático - tectónica y relación metalogenética del Batolito granítico Comanja, Comanja de Corona, Jal. Consejo de Recursos Minerales.

Yta, M., Ortiz, H. L. E., 1986. Estudio metalogenético de los filones polimetálicos, diamantillo, zafiro, melcocha y Orito, del área El Orito.

## **ANEXO: 1**

DATOS VETA DIAMANTILLO							
Número de muestra	Descripción	Coordenadas		Elevación	Afloramiento	Rumbo	Echado
		X,E	Y,N	m			
VDM-001A	Veta de cuarzo encajonada en granito, textura bandeadado lo cual indica varios eventos de mineralización ancho del bandeadamiento 2 cm color de cuarzo blanco lechoso.	2196 68	23659 00	2439	Veta de cuarzo encajonada en granito: presenta textura de cuarzo bandado 2 cm, cuarzo lechoso y textura en dientes, cuarzo cristalino, Calcita en espada y textura de veta brechada clastos de 1 a 2 cm la veta presenta patina de oxidación en fracturas hematizaci ón de bajo grado, las diferentes textura nos indican que hubo reactivació n en el sistema.	N74 W	45 SW

VDM-002A	Veta brechada de cuarzo encajonada en granito tamaño de clastos 0.5 a 1 cm las clastos son de cuarzo y de la roca encajonante, sementados por sílice, presenta hematización de bajo grado este tipo de textura indica reactivación del sistema.	2196 45	23659 29	2431	Veta de cuarzo encajonada en granito, presenta textura brechoide y textura bandada ancho del afloramiento 3.20 m se observa oxidación en pequeñas fracturas. Este tipo de textura indica varios eventos de pulsaciones y reactivación del sistema, color blanco lechoso, alteración secundaria hematita, en zonas de fractura.	N60 W	30S W
VDM-003A	Veta brechada de cuarzo encajonada en granito, clasto de cuarzo de 1 a 2 cm presenta sulfuros Pirita Galena.	2195 95	23659 79	2406	Veta de cuarzo encajonada en granito, presenta textura brechoide y textura bandeadas y en peine, textura de Calcita en espadas, color blanco-amarillento, ancho 1.20m.	N45 W	84 SW

VDM-004A	Veta cuarzo textura bandeadas masiva de 0.5 cm y textura en peine cuarzo cristalino, se observa presencia de sulfuros y florita.	2195 76	23660 08	2401	Veta falla de cuarzo encajonada en granito, la cual fue rellenada por soluciones de sílice acompañadas por nódulos de florita sistema sujeto a varias pulsaciones de fluidos debido a las diferentes texturas de cuarzo: bandada, crustiforme y brechada con presencia de drusas y vetillas llenas de sulfuros.	S 84 W	75 SW
VDM-005A	Veta de cuarzo lechososo masivo textura bandada y textura de Calcita radial presenta alteración secundaria a hematización en zonas de pequeñas fracturas.	2195 61	23660 37	2438	Veta de cuarzo masivo color blanco lechososo textura bandeadas y Calcita de textura radial en esta zona se pierde totalmente la brecha y se tiene mayor presencia de cuarzo con esferulitas, afloramiento muy fracturado, disminución	N42 W	78 SW

					n completa de sulfuros, presencia de vetillas tipo stockwort ancho 1.2m		
VDM-006A	Veta brechada encajonada en granito clastos de la roca encajonante de 3 a 0.2 cm, presenta pequeñas vetillas de cuarzo masivo.	2195 38	23660 67	2440	Veta brechada encajonada en granito con clastos de 3 a 0.2 cm con presencia de pequeñas vetillas de cuarzo lechoso presenta hematización de bajo grado ancho de 2.3m.	N35 W	N35 W
VDM-007A	Veta brechada con clasto de granito color rosado de 1 a 2 cm, no presenta sulfuros.	2195 13	23661 03	2442	Veta brechada de cuarzo clastos de granito color rosa debido a la alteración de las feldespatos K, presenta pequeñas fracturas llenadas por cuarzo cristalino y ahumado el afloramiento presenta alteración de hematita debido a la presencia de sulfuros ancho de 2 m.	N52 W	81S W

VDM-008A	Veta de cuarzo textura bandeadas color oscuro debido a la presencia de sulfuros.	2124 83	23661 39	2437	Veta de cuarzo encajonada en granito, en la cual se observa un contacto entre cuarzo oscuro y cuarzo blanco el primero presenta mayor contenido de sulfuros que el segundo, este afloramiento presenta dos sistemas. Sistema alimentador a rumbo de la estructura y sistema de	N 60 W	73 SW
VDM-009A	Veta de cuarzo lechoso textura bandeadas, no se observan sulfuros.	2144 42	23662 09	2440	Veta de cuarzo con textura bandeadas y masivo, presenta un pequeño vetillo tipo stockwork de cuarzo y alteración secundaria de hematita no se observan sulfuros, ancho 1.5 m	N 37 W	78 SW

VDM-010A	Veta brechada de cuarzo clastos de granito de 3 a 4 cm presenta textura en boxwork.	2194 24	23662 30	2538	Veta de cuarzo brechada clasto de granito de 3 a 4 cm presenta textura en boxwork, se observa textura de peine de cuarzo cristalino.	S 62 E	72 SW
VDM-011A	Veta brechada de cuarzo clasto de granito de 1 a 2 cm, no se observan sulfuros	2194 02	23662 37	2438	Veta brechada de cuarzo encajonada en granito, presenta vetillo tipo stockwork de cuarzo, se observa florita rellenando vetillas presenta alteración limonita a jarosita y textura boxwork, ancho de 3m.	S 60 E	75 SW
VDM-012A	Veta brechada de cuarzo clasto de granito de 2 a 3 cm, se observan sulfuros de pirita	2193 85	23662 39	2422	Veta brechada de cuarzo clastos de granito de 2 a 3 cm alto presenta textura brechada y al bajo textura bandeada presenta fuerte alteración de hematita y débil argilización, se observan	S 68 E	80 NE

					presencia de sulfuros ancho 1.5 m.		
VDM-013A	Veta de cuarzo lechoso y cristalino textura bandeadas con presencia de florita rellenando vetillas no se observan sulfuros.	2193 57	23662 47	2423	Veta de cuarzo lechoso y cristalino con textura bandeadas, lo cual indica varias pulsaciones del sistema. Presenta leve hematización al bajo de la Veta y florita rellenando vetillas y cavidades se observa presencia de sulfuros. Ancho 1.5m	S 74 E	80 NE
VDM-014A	Veta de cuarzo lechoso textura bandeadas, se observa presencia de sulfuros.	2193 57	23662 47	2423	Veta de cuarzo textura bandeadas encajonada en granito, el afloramiento presenta moderada alteración de limonita y hematita, se observan sulfuros y en las zonas de contacto Veta y la roca encajonante presenta fuerte argilización	S 74 E	86 NE

					ancho 3 m.		
VDM-015A	Veta brechada de cuarzo clastos de granito de 2 a 3 cm, no se observan sulfuros	2192 02	23662 72	2419	Veta brechada de cuarzo clastos de 2 a 3 cm, se observa cuarzo lechoso textura masiva presenta débil hematización en fracturas.	S 35 E	70S NE
VDM-016A	Veta de cuarzo brechada clastos de granito de 1 a 2 cm presenta fuerte hematización no se observan sulfuros.	2191 36	23663 2	2417	Veta brechada en este afloramiento se tiene un crucé de la Veta diamantillo con otra estructura, presenta fuerte oxidación y calcita textura en espadas, la roca caja se encuentra muy alterada.	N77 E	85N W
VDM-017A	Veta de cuarzo brechada clastos de granito de 2 a 3 cm no se observan sulfuros.	2190 41	23661 87	2356	Veta brechada clastos de granito y cuarzo lechoso de 2 a 3 cm presenta oxidación moderada, ancho 1m.	N70 E	80N W

VDM-017A*	Veta brechada de cuarzo clastos de granito de 1 a 2 cm presenta sulfuros pirita, y galena.	2190 20	23663 12	2354	Veta brechada de cuarzo clastos de granito de 1 a 2 cm, textura boxwork de arcillas, se observa presencia de sulfuros y textura de calcita en espadas, presenta hematización ancho 2m.	N75E	70N W
-----------	--	------------	-------------	------	--	------	-------