

**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA**  
**GEOLOGICA**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**“ESTUDIO MEDIANTE MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES**  
**FLUIDAS - RECUPERADA - DISTRITO MINERO DE HUACHOCOLPA -**  
**PERÚ”**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
**INGENIERO GEÓLOGO**

PRESENTAO POR:

**Bach. INGA CONTRERAS, FRANZ ROY**

**CERRO DE PASCO - PERÚ**

2018

**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Facultad de Ingeniería**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA  
GEOLÓGICA**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ESTUDIO MEDIANTE MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES  
FLUIDAS - RECUPERADA - DISTRITO MINERO DE HUACHOCOLPA -  
PERÚ”**

Presentado por:

**BACH. INGA CONTRERAS, FRANZ ROY**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISIÓN DE JURADOS**

---

**Dr. Magno LEDESMA VELITA**

---

**Mg. José F. HINOJOSA DE LA SOTA**

---

**Ing. Eder G. ROBLES MORALES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA  
GEOLÓGICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“ESTUDIO MEDIANTE MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES  
FLUIDAS - RECUPERADA - DISTRITO MINERO DE HUACHOCOLPA -  
PERÚ”**



**AUTOR**

Bachiller Franz Roy Inga Contreras

**2018**

A Dios por darme sus bendiciones y llenarme de su fuerza para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida.

A mi madre por todo el esfuerzo y sacrificio para brindarme todo el amor, la comprensión el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida y sobre todo en mis estudios universitarios.

A mi esposa e hijos por las fuerzas que me inspiran.

## **PRESENTACIÓN**

Dando cumplimiento a lo establecido en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de esta primera casa superior de estudios, pongo en consideración la presente tesis intitulada “ESTUDIO MEDIANTE MICROTERMOMETRÍA DE INCLUSIONES FLUIDAS - RECUPERADA - DISTRITO MINERO DE HUACHOCOLPA - PERÚ”, con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

El motivo de trabajar la presente investigación, es la de conocer la importancia de la Microtermometría de Inclusiones Fluidas es un importante aporte a nivel local para buscar nuevos targets de exploración dentro de las operaciones en la mina, y a nivel distrital para ubicar depósitos minerales asociados.

Con esta investigación, se busca determinar las posibles secuencias paragenéticas en toda la zona, la temperatura y salinidad de las soluciones hidrotermales, generación de paleoisotermas que muestran las posibles direcciones del flujo mineralizaste y proponer una genética y clasificación del yacimiento mineral.

Espero que la presente investigación, aporte en el plano del conocimiento de nuestra carrera profesional.

El Autor.

## INDICE

PRESENTACIÓN	v
ÍNDICE	vi
RESUMEN	xxii
INTRODUCCIÓN	
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> ..	<b>1</b>
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
2.3.1. <i>Objetivos Generales</i> .....	2
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.6. LIMITACIONES.....	3
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
2.2. BASES TEÓRICO – CIENTÍFICOS.....	6
2.2.1. <i>Metalogénia Del Perú</i> .....	6
2.2.3. <i>Yacimientos Epitermales De Baja Sulfuración</i> .....	10
2.2.4. <i>Ubicación y Accesos</i> .....	12
2.2.5. <i>Geología Regional</i> .....	13
2.2.6. <i>Geología Estructural</i> .....	17
2.2.7. <i>Geología económica del Distrito Huachocolpa</i> .....	19
2.2.8. <i>Tectonismo</i> .....	22
2.2.9. <i>Geología Local</i> .....	23
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS. ....	30
2.4. HIPÓTESIS. ....	36
<i>Hipótesis General</i> .....	36
<i>Hipótesis Específica</i> .....	37
2.5. IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES.....	37
3.5.1. <i>Variables Independientes</i> .....	37
3.5.2. <i>Variables Dependientes</i> .....	37
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>38</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>38</b>
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	38
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. ....	39
3.3. POBLACIÓN MUESTRA. ....	39
<i>Población</i> .....	39
MUESTRAS. ....	39
3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	39
• <i>Fase de Campo</i> .....	39
• <i>Fase de Gabinete</i> .....	39
3.5. TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	40
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	40
3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS. ....	40

<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>41</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>41</b>
<b>4.1. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE CUADROS</b> .....	<b>41</b>
4.1.1 ESTUDIOS DE INCLUSIONES DE FLUIDOS .....	44
<b>4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, TABLAS, GRÁFICOS, FIGURAS, ENTRE OTROS.</b> .....	131
<b>4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS</b> .....	<b>148</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>150</b>
<b>5. RECOMEDACIONES</b> .....	<b>152</b>
<b>6. BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>153</b>

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

**FIGURA 1:** Mapa Metalogénico del Perú: y área de estudio (Modificado de: INGEMMET 2017)

**FIGURA 2:** Columna estratigráfica generalizada del cuadrángulo de Huachocolpa

**FIGURA 3:** Plano Económico del Distrito minero de Huachocolpa

**FIGURA 4:** Clasificación de Nash (1976) mostrando los cuatro tipos más importantes de inclusiones fluidas (L:líquido; V:vapor; S:sólido; C:carbónicas). (31)

**FIGURA 5:** Plano regional con la ubicación de las muestras tomadas en las zonas Esperanza y Germana

**FIGURA 6 al 7:** 6) Histograma de temperatura de homogeneización ( $T_h$  °C) vs Frecuencia; 7) Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia

**FIGURA 8:** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.

**FIGURA 9:** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Yaquel (modificado de Wilkinson, 2001).

**FIGURA 10 al 11:** **10)** Histograma de temperatura de homogeneización ( $T_h$  °C) vs Frecuencia; **11)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia. (58)

**FIGURA 12:** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad (58)

**FIGURA 13:** Diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Germana (modificada de Wilkinson, 2001).

**FIGURA 14 al 15:** **14)** Histograma de temperatura de homogeneización ( $T_h$  °C) vs frecuencia; **15)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

**Figura 16.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Nancy Luz – Veta Esperanza.

**Figura 17.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Nancy Luz – Veta Esperanza (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras 18 al 19.- 18)** Histograma de temperatura de homogeneización



(Th °C) vs Frecuencia; **19)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

**Figura 20.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. Mina Nancy Luz – Veta Camucha.

**Figura 21.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Nancy Luz – Veta Camucha (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras 22 al 23.- 22)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **23)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

**Figuras 24.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Martha.

**Figura 25.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Martha (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras 26 al 27.- 26)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **27)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

**Figura 28.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Esperanza 2001.

**Figura 29.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Esperanza 2001 (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras 30 al 31.- 30)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **31)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

**Figura 32.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.

**Figuras 33.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta 1 (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras 34 al 35.- 34)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Germana. **35)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Germana.

**Figura 36.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad

se observa dos posibles poblaciones en la Mina Germana. F: Población de fluidos.

**Figura 37.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Germana (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras 38 y 39.- 38)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Nancy Luz; **39)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Nancy Luz.

**Figura 40.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad donde se observa dos posibles poblaciones en la Mina Nancy Luz. F: Población de fluidos.

**Figuras 41 y 42.- 41)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Esperanza; **42)** **Histograma** de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Esperanza.

**Figura 43.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad donde se observa tres posibles poblaciones en la Mina Esperanza. F: Población de fluidos.

**Figura 44.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Esperanza (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figuras N° 45 y 46.- 45)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Rico Antimonio; **46)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Rico Antimonio.

**Figura 47.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad se observa tres posible de poblaciones en la Mina Rico Antimonio. F: Población de fluidos.

**Figura 48.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Rico Antimonio (modificada de Wilkinson, 2001).

**Figura 49.** Plano de ubicación de las muestras (roca caja y veta) correspondientes al Área Esperanza.

**Figura 50.** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad donde se presentan los estudios microtermométricos de cuatro minerales correspondiente al Área Esperanza.

**Figura 51.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad se observan tres posibles poblaciones del Área Esperanza. F: Población de fluidos.

**Figura 52.-** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento – Veta Martha. Las isothermas varían entre 200°C y 300°C.

**Figura 53.-** Plano con posible dirección de segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento – Veta Martha. Las isothermas varían entre 150°C y 250°C.

**Figura 54.** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento – Veta Camucha. Las isothermas varían entre 250°C y 300°C.

**Figura 55.-** Plano con posible dirección la segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento – Veta Camucha. Las isothermas varían entre 200°C y 250°C.

**Figura 56.-** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización - desplazamiento SW del yacimiento – Veta Esperanza 2001. Las isothermas varían entre 250°C y 300°C.

**Figura 57.-** Plano con posible dirección de la segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW del yacimiento – Veta Esperanza 2001. Las isothermas varían entre 150°C y 200°C.

**Figura 58.** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización – Veta 1. Las isothermas varían entre 300 y 400°C.

**Figura 59.-** Plano con posible dirección de la segunda etapa de mineralización – Veta 1. Las isothermas varían entre 300 y 400°C.

**Figura 60.-** Plano con posible dirección de la tercera etapa de mineralización – Veta 1. Las isothermas varían entre 150 y 200°C.

**Figura 61.-** Plano de Área Germana en contacto con el intrusivo cuarzo diorita porfírica.

**Figura 62.-** Diagrama Temperatura de Homogeneización vs Salinidad para las IF ubicadas en cristales de cuarzo.

**Figura 63.-** Diagrama Temperatura de homogeneización (Th) vs. Salinidad se observa una posible población del Área Germana. F: Población de fluidos.

**Figura 64.** Plano de posible dirección de la **primera etapa** de mineralización - desplazamiento SW o NE del yacimiento – Veta Germana. Las isotermas varían entre 200 y 400°C.

**Figura 65.** Plano de posible dirección de la **segunda etapa** de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento – Veta Germana. Las isotermas varían entre 200 y 300°C.

**Figura 66.-** Plano de posible dirección de la **primera etapa** de mineralización - desplazamiento SW del yacimiento – Veta Yaquel. Las isotermas varían entre 200 y 300°C

**Figura 67.-** Plano de posible dirección de la segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento – Veta Yaquel. Las isotermas varían entre 150°C y 300°C.

**Figura 68.-** Posible dirección de la **etapa** de mineralización – Veta Olga. Las isotermas varían entre 200 y 300°C.

**LÁMINA 1:** Plano de Ubicación - Recuperada

**LÁMINA 2:** Plano regional geológico de la unidad Recuperada

**LÁMINA 3:** Sistema de fallas Chonta

**TABLA 1:** Distancias entre lima y el proyecto Recuperada.

**TABLA 2:** Referencia de las muestras pertenecientes al Área Esperanza (Mina Esperanza, Mina Nancy Luz y Mina Rico Antimonio).

**TABLA 3:** Referencia de las muestras pertenecientes al Área Germana (Veta Yaquel, Veta Germana y Zona superficial).

**TABLA 4:** Datos microtermométricos de la Mina Germana-Veta Yaquel.

**TABLA 5:** Datos microtermométricos de la muestra la Mina Germana-Veta Germana

**TABLA 6:** Datos microtermométricos de la muestra Mina Nancy Luz-Veta Esperanza.

**TABLA 7:** Datos microtermométricos de la Mina Nancy Luz – Veta Camucha.

**TABLA 8:** Datos microtermométricos de la Mina Esperanza – Veta Esperanza 2001.

**TABLA 9:** Datos microtermométricos de la Mina Rico Antimonio – Veta 1.

**Tabla 10.-** Descripción de la Veta Yaquel y la Veta Germana de la Mina Germana mediante estudios por microscopía óptica.

**Tabla 11.-** Descripción de la Veta Esperanza, Veta Camucha y la Veta Martha de la Mina Nancy Luz mediante estudios realizados por microscopía óptica.

**Tabla 12.-** Descripción de la Veta Esperanza 2001 y la Veta Magda de la Mina Esperanza mediante estudios realizados por microscopía óptica.

**Tabla 13.-** Descripción de la Veta 1 de la Mina Rico antimonio mediante estudios realizados por microscopía óptica.

**Tabla 14.** Muestras consideradas por áreas.

**Tabla 15:** Cuadro paragenético del Área Esperanza.

**FOTOGRAFÍA 1:** Vista del área Oeste de la Veta Esperanza y Camucha desde la bocamina Nv. 595.

**FOTOGRAFÍA 2:** Fotografía de la veta Esperanza en el interior de la mina.

**FOTOGRAFÍA 3:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38328.

**FOTOGRAFÍA 4:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38330.

**FOTOGRAFÍA 5:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38320.

**FOTOGRAFÍA 6:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38322.

**FOTOGRAFÍA 7:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38307.

**FOTOGRAFÍA 8:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38223.

**FOTOGRAFÍA 9:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38224.

**FOTOGRAFÍA 10:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38309.

**FOTOGRAFÍA 11:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38225.

**FOTOGRAFÍA 12:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38340.

**FOTOGRAFÍA 13:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38339.

**FOTOGRAFÍA 14:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38343.

**FOTOGRAFÍA 15:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38344.

**FOTOGRAFÍA 16:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38338.

**FOTOGRAFÍA 17:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38219.

**FOTOGRAFÍA 18:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38220.

**FOTOGRAFÍA 19:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38221.

**FOTOGRAFÍA 20:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38222.

**FOTOGRAFÍA 21:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38341.

**FOTOGRAFÍA 22:** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38342.

**Fotomicrografía 01 al 06.- (01 y 02)** En los cristales de cuarzo (cz) fueron ubicados las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF) se presenta asociada a la mineralización. (LT; Obj. 4x). **(03 al 06)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $14\mu\text{m}$  y grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 07 al 12.- (07 y 08)** En los cristales de cuarzo (cz) fueron ubicados las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF) se presenta asociada a la mineralización en este caso con la galena (gn). (LT; Obj. 10x). **(09 al 12)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $12\mu\text{m}$  y grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 13 al 16.- (13)** En los cristales de cuarzo (cz) fueron ubicados las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). La esfalerita (ef) se presenta asociada con el cuarzo donde se ubican IF monofásicas líquidas. (LT; Obj. 4x). **(14 al 16)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $22\mu\text{m}$  y grado de relleno de 0.80 y 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida.

**Fotomicrografía 17 y 18.-** El cuarzo (cz) se presenta asociado a la pirita (py) que esta diseminada en el cristal. (LT-NX; LR-N//; Obj. 2.5x). LT:

Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nicoles Cruzados. N//: Nicoles Paralelos.

**Fotomicrografía 19 al 22.- (19)** Los cuarzos (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas. (LT; Obj. 2.5x). **(20 al 22)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) con tamaños menores a 20 $\mu$ m con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 23 al 26.- (23)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). (LT; Obj. 2.5x). **(24)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 10 $\mu$ m con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(25 y 26)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 64 $\mu$ m con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 27 al 32.- (27)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). (LT; Obj. 2.5x). **(28 al 29)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 30 $\mu$ m con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(30 y 32)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 30 $\mu$ m con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.



**Fotomicrografía 33 al 38.- (33)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). (LT; Obj. 2.5x). **(34 al 36)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 16µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(37 y 38)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 6µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 39 al 42.- (39 y 40)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF) asociadas a la mineralización. (LT; Obj. 2.5x). **(41)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 10µm con grado de relleno de 0.80 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(42)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 14µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 43 al 48.- (43 y 44)** Los carbonatos (CBs) se presenta asociadas a la mineralización comprendidas por esfalerita (ef), galena (gn), pirita (py) y cobres grises (CGRs). (LT; Obj. 2.5x). **(45 y 46)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los carbonatos (CBs) con tamaños menores a 20µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(47 y 48)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) monofásicas de vapor (V) y líquida (L). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 49 al 52.- (49 y 52)** Los cuarzos (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización como la galena (gn) y pirita (py). (LT; LR; Obj. 2.5x); **(53 y 54)** Inclusiones Fluidas (IF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) con tamaños menores a 16µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos.

**Fotomicrografía 53 al 56.- (53 y 54)** La baritina (bar) y el cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización como la galena (gn), esfalerita (ef), calcopirita (cp) y cobres grises (CGRs) (LT; LR; Obj. 2.5x); **(55)** Inclusiones Fluidas (IF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en la baritina (bar) con tamaños menores a 35µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). y **(56)** Inclusiones Fluidas (IF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) con tamaños menores a 25µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 57 al 60.- (57 y 58)** Los cuarzos (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización como la esfalerita (ef) y galena (gn). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(59)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 14 µm, con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). **(60)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) y en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 24µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 61 al 66.- (61 y 62)** La esfalerita (ef) y el cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por la galena (gn). (LT;

LR; Obj. 2.5x). **(63 y 64)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en los cuarzos (cz) con tamaños menores a 16  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de abundante Inclusiones fluidas menores a 2 $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x); y **(65 y 66)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 85  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas líquidas (L) y de vapor (V). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 67 al 70.- (67 y 68)** La esfalerita (ef) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por la galena (gn) y calcopirita (cp). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(69 y 70)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 160  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas (vapor). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 71 al 74.- (71 y 72)** La esfalerita (ef) y baritina (bar) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización. (LT; LR; Obj. 2.5x). **(73)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 34  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas líquidas (L). **(74)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 14  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2 $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 75 al 78.- (75 y 76)** La esfalerita (ef) y el cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn), pirita (py) y cobres grises (CGRs). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(77)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas líquidas (L). **(78)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas

ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 79 al 82.- (79 y 80)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización. (LT; LR; Obj. 2.5x). **(81 y 82)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 24  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 83 al 88.- (83 y 84)** La esfalerita (ef) cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn) y pirita (py). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(85 y 86)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 40  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). **(87 y 88)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 20  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Fotomicrografía 89 al 92.- (89 y 90)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn), pirita (py), calcopirita (cp) y cobres grises (CGRs). (LT-NX; LR-N//; Obj. 10x). **(91 y 92)** Familia de Inclusiones fluidas (FIF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 50  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos.

**Fotomicrografía 93 al 96.- (93 y 94)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la

mineralización comprendida por esfalerita y calcopirita (cp). (LT-NX; LR-N//; Obj. 2.5x). **(95 y 96)** Familia de Inclusiones fluidas (FIF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 35  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos.

## RESUMEN

Las rocas volcánicas del centro del Perú, controladas en Huancavelica por la gran falla Chonta, ubicada en el arco magmático principal de los Andes Peruanos, presentan un interesante potencial Geológico, cuyas manifestaciones son los actuales yacimientos como las minas de: **Caudalosa Chica, Castrovirreyna, San Genaro, Recuperada y Julcani.**

El estudio de la mina Recuperada mediante microtermometría de inclusiones fluidas es un importante aporte a nivel local para buscar nuevos targets de exploración dentro de las operaciones en la mina, y a nivel distrital para ubicar depósitos minerales asociados.

Con esta investigación, se busca determinar las posibles secuencias paragenéticas en toda la zona, la temperatura y salinidad de las soluciones hidrotermales, generación de paleoisotermas que muestran las posibles direcciones del flujo mineralizaste y proponer una genética y clasificación del yacimiento mineral.

El presente trabajo se divide en cinco partes que desarrollan de manera ordenada lo propuesto en los objetivos. El primer capítulo presenta el problema abordado, los objetivos, la justificación al trabajo y la importancia del mismo. El segundo capítulo muestra el contexto geológico y metalogénico del Perú y de la mina Recuperada; así como la hipótesis a probar y las variables. El tercer capítulo describe la metodología llevada a cabo en cada fase de la investigación. El cuarto capítulo contiene de manera detallada todos los resultados obtenidos por cada zona del área de estudio. La última parte contiene las conclusiones y recomendaciones.

La investigación realizada es de tipo descriptiva-comparativa, ya que se basa en la recolección de datos o información del fenómeno a investigar y la comparación con modelos de otros yacimientos. Las principales limitaciones fueron de carácter económico (costos elevados en los análisis) y tecnológico (no se contaba con un laboratorio adecuado en mina).

Las conclusiones más resaltantes obtenidas son:

El estudio de Inclusiones Fluidas permitió determinar y confirmar las áreas de mayor mineralización, relacionada con la temperatura de formación del yacimiento, composición (salinidad) y densidad.

En la mayoría de las áreas estudiadas se tiene un rango de temperatura entre 150-350°C, lo que confirmaría que estamos frente a un yacimiento epitermal.

La secuencia paragenética del Área Esperanza presenta tres secuencias. La primera con porcentaje de NaCl entre 5 y 10% y temperaturas que varían entre 300°C y 400°C. La segunda secuencia con porcentaje de NaCl menores a 10% y temperatura de homogeneización que varía entre 200°C y 300°C. Finalmente, una tercera secuencia con salinidades comprendidas entre 1 y 8% NaCl y temperatura de homogeneización que varía entre 150°C y 200°C.

La secuencia paragenética del Área Germana presenta dos secuencias. La primera con porcentaje de NaCl menor a 10% y temperatura de homogeneización entre 200°C y 300°C. La segunda secuencia con porcentaje de NaCl menor a 5% y temperatura de homogeneización entre 150°C y 200°C.

## CAPITULO I

### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

#### 1.1. Determinación del Problema.

El centro del Perú, controlado en Huancavelica por la gran falla Chonta, enmarcada dentro del arco magmático principal en los Andes peruanos; presenta un potencial Geológico cuyas manifestaciones son las minas de Caudalosa **Chica, Castrovirreyna, El Palomo, San Genaro, Recuperada y Julcani.**

Mediante lo expuesto surge nuestra motivación para investigar a profundidad la microtermometría de inclusiones fluidas en la formación de estos yacimientos minerales.

Nuestra postura radica en identificar secuencias paragenéticas, temperaturas de formación y dirección de fluidos mineralizantes, para poder situarlo en un contexto de estudio y comparación metalogenética, del distrito minero de Huachocolpa.

Lo mencionado permite aportar la construcción del conocimiento geológico sobre temperatura de formación y mineral potencial que existe en los volcánicos del Grupo Huachocolpa (Cenozoico).



## **1.2. Formulación del Problema.**

La microtermometría de inclusiones fluidas nos permitirá obtener datos del sistema hidrotermal; temperatura, presión, composición general y densidad del fluido.

Dadas las consideraciones, tenemos la siguiente interrogante a resolver:

- ¿Qué información más aprovechamos de las inclusiones fluidas?

## **1.3. Objetivos.**

### **2.3.1. Objetivos Generales.**

1. Determinar las posibles secuencias paragenéticas que presentan las zonas de estudio.
2. Determinar temperatura y salinidad de las soluciones hidrotermales.
3. Determinar las direcciones de los fluidos mineralizantes, mediante paleoisotermas de inclusiones fluidas.
4. Proponer una genética y clasificación del tipo de yacimiento mineral.

## **1.4. Justificación del Problema.**

La importancia del presente estudio, radica en la obtención de una descripción detallada y organizada de los emplazamientos de las inclusiones fluidas de estos yacimientos minerales, a la vez sirvan para orientar la búsqueda de nuevos targets de exploración y construir de esta manera un aporte amplio al conocimiento de la geología.

## **1.5. Importancia y Alcances de la Investigación.**

La trascendencia de esta investigación radica en transmitir a los profesionales la importancia de realizar estudios de paragénesis e inclusiones fluidas para incrementar sus conocimientos geológicos.

El presente trabajo investigativo evaluará y determinará las

variedades de inclusiones fluidas y el potencial geológico que existe en los volcánicos del Grupo Huachocolpa.(Cenozoico), para impulsar más su exploración.

#### **1.6. Limitaciones.**

- Recursos Económicos. - Los análisis para obtener datos de microtermometría son muy elevados.
- Recursos Tecnológicos. - El no contar con un laboratorio en la mina indica enviar las muestras a laboratorios externos.
- Otra limitación la constituye el tamaño de las muestras extraídas (representatividad).

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes.

- **Criterios para la exploración minera por micro termometría de inclusiones fluidas.**

La microtermometría de inclusiones fluidas es una técnica analítica con multitud de aplicaciones, tanto en estudios académicos como en exploración minera. Esta técnica, sobre una sólida base de estudios petrográficos, permite determinar o estimar las temperaturas de formación de un depósito mineral, la salinidad y contenido en diversos solutos de los fluidos mineralizantes, la evolución temporal y la zonación espacial de la temperatura y la salinidad, la existencia de diversos mecanismos de precipitación mineral, la existencia de pulsos hidrotermales de diversa índole, la presencia de canales de alimentación en un depósito hidrotermal y relacionar la posición de éstos con la distribución de mineralizaciones económicas, la migración de salmueras a través

de una cuenca sedimentaria y su relación con la maduración del petróleo o la formación de ciertos tipos de depósitos minerales, la interacción entre fluidos químicamente contrastantes, la posición de la paleosuperficie o del paleonivel freático bajo presión hidrostática, y la tipología o subtipología a la que puede pertenecer una mineralización concreta, así como muchas otras cuestiones de índole metalogenética. De esta forma, esta técnica aporta información esencial acerca de la génesis de la mayoría de yacimientos minerales, y puede ser insustituible para guiar o condenar la exploración en un yacimiento o distrito minero (**Bol. Soc. Geol. Mex vol.62 no.1 México ene. 2010- Antoni Camprubí**).

- **Inclusiones fluidas y Metalogenia del depósito Epitermal Agu del distrito San Martín Mpio. Colón, Gro.**

La primera etapa de brechificación-cementación presenta temperaturas de homogeneización (Th) con un máximo alrededor de 190 °C y salinidades comprendidas entre 0.5 y 2.0 wt. % NaCl eq. La segunda etapa presenta una Th, con un máximo alrededor de 190 °C y salinidades entre 0.5 y 2.5 wt. % NaCl eq. Además para la segunda etapa se detectó una zona con Th máxima entre 290 y 300 °C, justo donde se presenta una zona de stockwork que incluso fue minada a cielo abierto. La tercera etapa presenta una Th máxima alrededor de 200 °C, y salinidades entre 0.9 y 2.6 wt. % NaCl eq., mostrando un ligero incremento con respecto a las 2 etapas anteriores. Adicionalmente la tercera etapa presenta un segundo máximo en 140 °C, que puede representar la etapa final de la circulación hidrotermal en la estructura del depósito. Considerando la mineralogía descrita, las temperaturas de las inclusiones entre 190 y 200 °C, la salinidad que oscila entre 0.5 y 2.6 wt.% NaCl eq., la presencia escasa de pseudomorfos de adularia

y abundante clinozoisita, así como las texturas antes descritas, se considera que este yacimiento corresponde a un depósito epitermal de baja sulfuración, con una notable presencia de seleniuros y muy escasos sulfuros (**Universidad Nacional Autónoma de México- Posgrado en Ciencias de la Tierra CENTRO DE GEOCIENCIAS- Amador Núñez Miranda**).

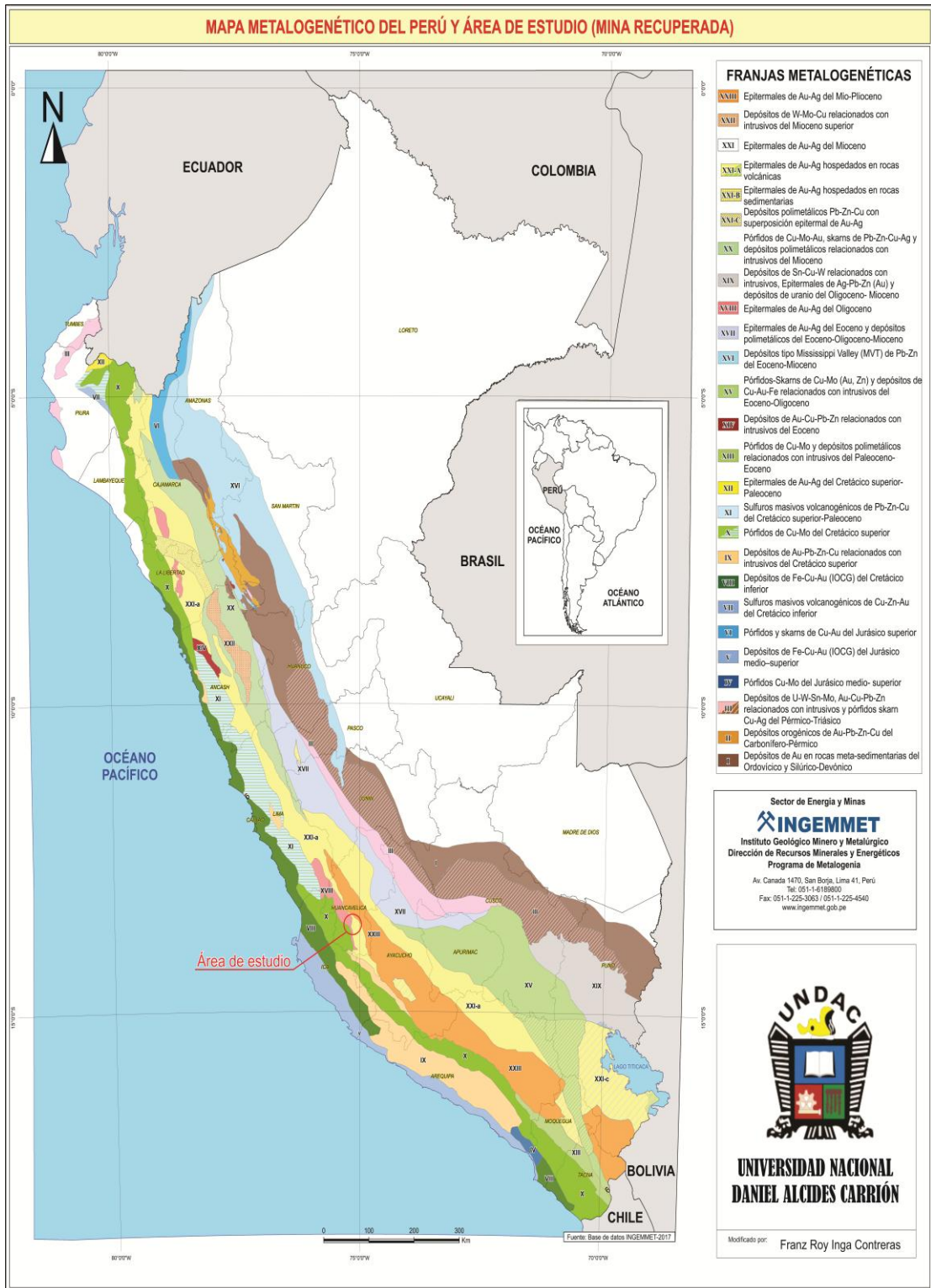
## **2.2. Bases Teórico – Científicos.**

### **2.2.1. Metalogénia Del Perú.**

El Perú es un país que posee yacimientos de plata, plomo, zinc, cobre, oro, fierro, antimonio, molibdeno, estaño, bismuto, cadmio, tungsteno. Esta diversidad de minerales metálicos se formó por procesos geológicos muy peculiares, conformados por eventos tectónicos, magmáticos y de mineralización ocurridos en la Fase Precámbrica, Fase Hercínica temprana (Devónico superior), Fase Hercínica tardía (Permiano medio), convergencia de las placas tectónicas de Sudamérica y de Nasca en el Mesozoico y Cenozoico, con eventos similares que se repitieron en el ciclo Andino desde el Triásico inferior hasta el Terciario superior, tal como la Fase Mochica del Cretáceo medio, la Fase Peruana del Cretáceo superior al Terciario inferior (Paleoceno, Eoceno), la Fase Incaica del Terciario medio (Oligoceno); las Fases Quechua 1, Quechua 2 del Terciario superior (Mioceno) y Quechua 3 del Terciario superior (plioceno).

Las mineralizaciones se emplazaron en diferentes épocas geológicas, conocidas como épocas metalogenéticas. A las mineralizaciones distribuidas en franjas concordantes con el rumbo de la Cordillera de los Andes se les conoce como provincias metalogenéticas. En forma paralela a la Cordillera de los Andes en el Perú, de oeste a este, se consideran las siguientes provincias: 1) Provincia metalogenética de hierro, del

Precámbrico y Paleozoico en la Cordillera de la Costa, en rocas de la misma edad. 2) Provincia metalogenética de cobre y polimetálico del Cretáceo medio en la planicie costera, en rocas del Mesozoico; cobre en el Cretáceo superior-Terciario inferior en el Batolito de la Costa de la Cordillera Occidental. 2.a) Provincia metalogenética de oro entre Nasca y Ocoña, del Cretáceo superior-Terciario inferior en el Batolito de la Costa de la Cordillera Occidental. 3) Provincia metalogenética de plata, oro y polimetálicos del Terciario medio a superior en la franja volcánica cenozoica en la Cordillera Occidental. 4) Provincia metalogenética polimetálica del Terciario en la franja sedimentaria mesozoica de la Cordillera Occidental. 5) Provincia metalogenética de oro y polimetálicos del Paleozoico en rocas precámbricas y paleozoicas en la Cordillera Oriental. 6) Provincia metalogenética polimetálica del Terciario en rocas sedimentarias del Mesozoico en la Cordillera Subandina. 7) Provincia metalogenética de oro en lavaderos del Terciario superior-Cuaternario en ríos sobre rocas sedimentarias del Cenozoico y Mesozoico en la Ceja de Selva, en la Selva peruana y en la Cordillera de los Andes del Perú (Ver figura 01).



**Figura 01: Mapa Metalogenético del Perú: y área de estudio (Modificado de: INGEMMET 2017)**

### **2.2.2. Yacimientos Epitermales.**

Son depósitos minerales en los que la mineralización ocurrió dentro de 1 a 2 km de profundidad desde la superficie terrestre y se depositó a partir de fluidos hidrotermales con temperaturas que varían desde menos de 100 °C hasta 320° C. Estos depósitos se encuentran principalmente en áreas de volcanismo activo alrededor de los márgenes de continentes o arcos de islas y lo más importante son los yacimientos de metales preciosos (Au, Ag), aunque pueden contener cantidades variables de sulfuros de metales base en general: cobre, plomo y zinc.

La mineralización se da principalmente en vetas, vetillas o disseminaciones asociadas algunas veces a intensas zonas de brechamiento. Se conocen dos estilos de mineralización: 1) Alta sulfuración son oxidados y ácidos, 2) Baja sulfuración pH (cantidades de iones de hidrogeno) cercano a neutro.

Los fluidos de alta sulfuración (AS) se derivan principalmente de una fuente magmática y depositan metales preciosos cerca de la superficie cuando el fluido se enfría o se diluye mezclándose con aguas meteóricas. Los metales preciosos en solución derivan directamente del magma o pueden ser lixiviados de las rocas volcánicas huéspedes a medida que los fluidos circulan a través de ellas, se encuentra relacionado con clásicos fenómenos volcánicos tipo aparato central o calderas; sistemas ricos en azufre (generadores de grandes cantidades de ácido sulfúrico) que dan origen a facies de alteración tipo argílica avanzada, con otras facies que incluyen intensa silicificación y propilitización.

Los fluidos de baja sulfuración (BS) son una mezcla de aguas-lluvias (aguas meteóricas) que han percolado a subsuperficie y aguas magmáticas (derivadas de una fuente de roca fundida a



mayor profundidad en la tierra) que han ascendido hacia la superficie. Los metales preciosos han sido transportados en solución como iones complejos (en general bi-sulfurados a niveles epitermales; clorurados a niveles más profundos) y para fluidos de baja sulfuración la precipitación de metales ocurre. Un tercer tipo denominado de sulfuración intermedia está siendo introducido actualmente, considerando variaciones estructurales y geoquímicas entre alta y baja sulfuración.

### **2.2.3. Yacimientos Epitermales De Baja Sulfuración.**

La mena normalmente exhibe texturas de relleno de espacios abiertos y está asociada a sistemas hidrotermales relacionados a volcanismo o geotermiales. (Vetas de cuarzo, stockworks y brechas).

- Tectónico: Arcos de islas volcánicas y arcos magmáticos de márgenes continentales activos; también en campos volcánicos continentales relacionados a estructuras de extensión.
- Geológico: En algunas áreas se presentan stocks sub volcánicos (de nivel alto) y/o diques de guijarros y diatremas. Localmente estructuras domales o resurgentes se relacionan a cuerpos intrusivos subyacentes.
- Edad de mineralización: Cualquier edad, pero los depósitos Terciarios son los más abundantes debido a que se trata de depósitos formados cerca de la superficie y que pueden ser erosionados fácilmente.
- Tipos de rocas huésped/asociadas: Algunos depósitos representan en áreas de volcanismo bimodal y de extensos depósitos de flujos piroclásticos subaéreos (ignimbritas).
- Forma de los depósitos: Vetas grandes (>1 m de potencia y cientos de metros de corrida) o pequeñas y stockworks son

comunes con disseminaciones y reemplazos menos prominentes. Las zonas de alta ley se encuentran comúnmente en zonas de dilatación en fallas, ramificaciones y en lazos sigmoides.

- Textura/estructura: Relleno de espacios abiertos, bandeamiento simétrico y de otros tipos, crustificación, estructura en peineta, bandeamiento coliforme y brechización múltiple.
- Mineralogía de menas: Desde superficie a profundidad las zonas de metal contienen: Au-Ag-As-Sb-Hg, Au-Ag-Pb-Zn-Cu, Ag-Pb-Zn. En rocas huéspedes alcalinas pueden ser abundantes los telururos, mica de vanadio (roscoelita) y fluorita, con cantidades menores de molibdenita.
- Mineralogía de ganga (principal y subordinada): Cuarzo, amatista, calcedonia, cuarzo pseudomorfo de calcita en placas, calcita; adularia. sericita, baritina, fluorita, carbonatos de Ca-Mg-Mn-Fe como rodocrosita; hematita y clorita.
- Mineralogía de alteración: Alteración argílica intermedia [caolinita-illita-montmorillonita (smectita)] se forma adyacente a algunas vetas; alteración argílica avanzada (caolinita-alunita) puede formarse en la parte del techo de las zonas mineralizadas. La alteración propilítica domina en profundidad y en la periferia de las vetas, pudiendo ser extensa.
- Meteorización: Los afloramientos meteorizados a menudo se caracterizan por salientes resistentes de cuarzo-alunita flanqueadas por zonas extensas blanqueadas con alunita supergena, jarosita y limonitas.

#### 2.2.4. Ubicación y Accesos.

El proyecto se ubica en el Distrito de Huachocolpa, Departamento y Región de Huancavelica (**ver Lamina 01**). Las coordenadas UTM de la zona central del Proyecto (Datum PSAD56, zona 18S), hoja de Huachocolpa (27- N) son:

Coordenadas Este: 511,000

Coordenadas Norte: N 8'549,000

El proyecto es accesible desde la ciudad de Lima vía Pisco – Huaytará – Licapa – Mina Recuperada como se indica en la tabla siguiente:

**Tabla N° 01.** Distancias entre lima y el proyecto Recuperada.

Ruta 1			
Vía	Km.	Estado carretera	Horas
Lima - San Clemente- Rumichaca	406	Asfaltada (Panamericana Sur)	4
Rumichaca - Santa Ines	42	Asfaltada	2
Santa Ines - Recuperada	30	Asfaltada	1.5
<b>Total</b>	<b>478</b>		<b>7.5</b>
Ruta 2			
Vía	Km.	Estado carretera	Horas
Lima - Huancayo	297	Asfaltada (Panamericana Sur)	7
Huancayo- Huancavelica	130	Asfaltada	2
Huancavelica - Recuperada	90	Asfaltada	2
<b>Total</b>	<b>517</b>		<b>11</b>

### **2.2.5. Geología Regional**

#### **Litología.**

El Distrito Minero de Huachocolpa comprende estructuras hidrotermales de baja temperatura alojados en materiales sedimentarios calcáreos triásico-jurásicos y materiales volcánicos terciarios. Además, en los alrededores del distrito afloran materiales correspondientes al basamento paleozoico (Grupos Excélsior, Ambo, Tarma, Copacabana y Mitu), continuando toda la secuencia estratigráfica hasta los recubrimientos cuaternarios (ver lámina 02).

Las rocas sedimentarias calcáreas pertenecientes al Grupo Pucará, conformadas por las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga, no afloran en la zona de la Veta Esperanza. La formación Condorsinga es la que alberga la mineralización, generalmente asociadas a procesos secundarios de dolomitización (Valdivia & Paullo, 2006). Se han reconocido diversos fósiles: moluscos (*Ostridae* *Lopha*), braquiópodos, amonites y corales, que indican una deposición sub-arrecifal y caracterizan a la unidad con edad Toarciense (183 a 175,6 Ma) (ICS, 2006).

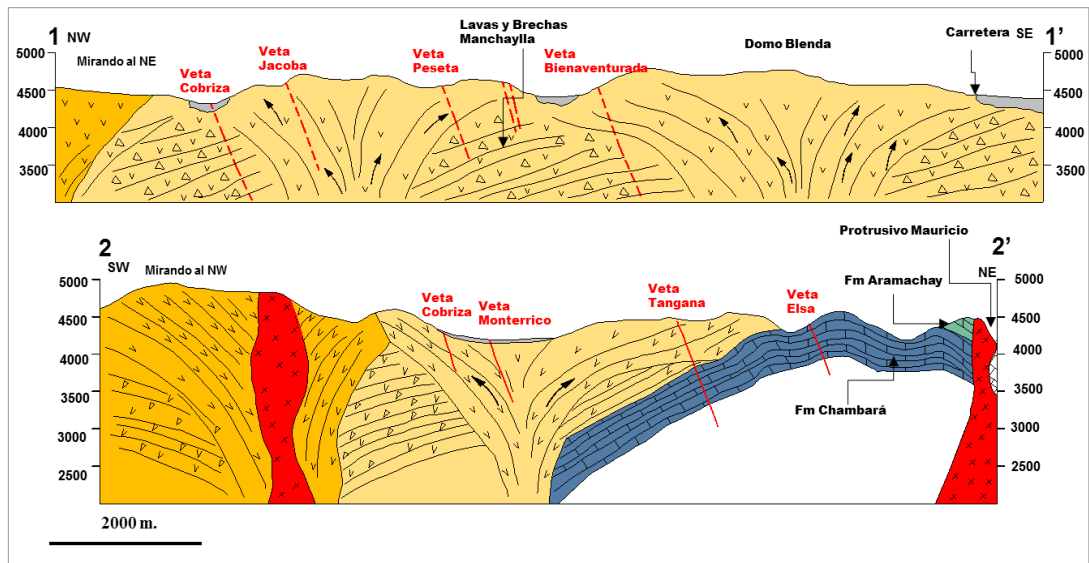
Más importante que las vetas hospedadas en materiales calcáreos son las vetas asociadas a materiales volcánicos, donde se encuentran las Vetas Bienaventurada, Esperanza 2001, Camucha, Teresita, Blenda Rubia, Rico antimonio, Maloya y las correspondientes al sub-distrito argentífero del Cerro El Palomo. Estos materiales conforman el Grupo Huachocolpa, subdividido en formaciones Caudalosa, Apacheta, Chahuarma y Portuguesa. Se trata de materiales de composición andesítica a basáltica.

Además, se tienen intrusivos de edad cretácica e intrusivos recientes, datados entre 3.7 Ma (método K/Ar; McKee et al.,

1975) y 13.40 Ma. (método K/Ar; Noble et al., 1979) para los intrusivos asociados a los domos del Cerro El Palomo. También se tienen pequeños diques de edades comprendidas entre 3.9 Ma y 4.6 Ma (método K/Ar; Wise, 1999). Uno de estos diques es sumamente importante ya que corta la falla Chonta, limitando la edad de dicha falla (Wise & Noble, 2001).

En la zona de Escopeta se muestran flujos piroclásticos (ignimbritas), seguido de lavas en alternancia con piroclastos, es la formación Apacheta (Mioceno Superior, secuencia oriental, datada 10-8 Ma < 500m) (Martel Quintana, 2006). La zona Patara está formada por la formación Condorsinga que es el tope del grupo Pucará, se caracteriza por su estratificación delgada en su base, gruesa hacia la parte superior y por su mayor resistencia a la erosión en relación con la unidad infrayacente. Consiste en una secuencia de calizas micríticas de color gris a beige. En las secciones 1\_1', 2\_2', 3\_3' y 4\_4' se muestra el emplazamiento de la litología en la zona de estudio.

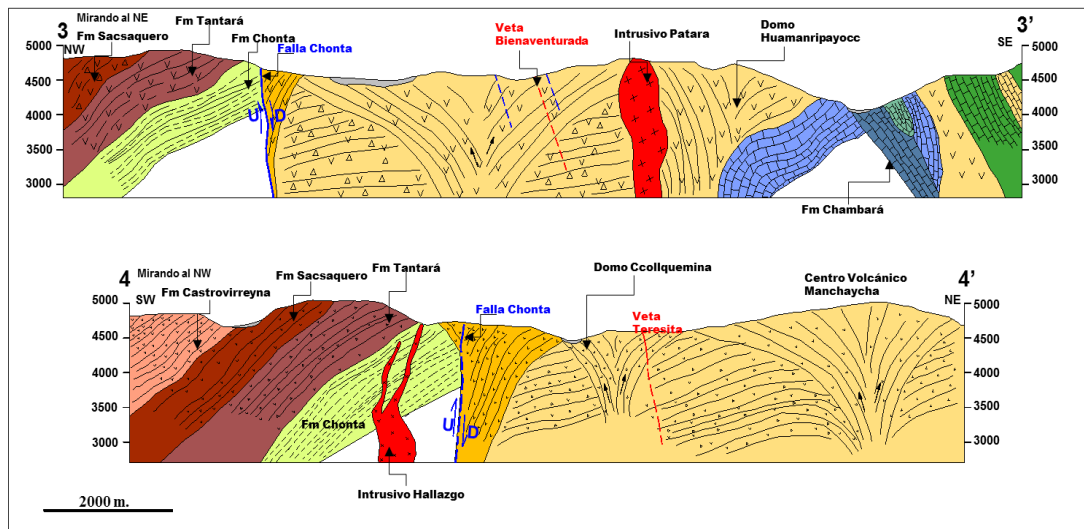
## SECCIONES 1-1' y 2-2'



### LEYENDA

Volcánicos Caudalosa	Gpo Pucará – Fm Chambará
Intrusivos	Gpo Pucará – Fm Aramachay
Fm Apacheta	Dep Glaciofluviales

## SECCIONES 3-3' y 4-4'



### LEYENDA

Fm Chonta	Gpo Goyllarisquizga	Gpo Pucará – Fm Chambará
Fm Castrovirreyna	Intrusivo Hallazgo	Gpo Pucará – Fm Aramachay
Fm Sacsaquero	Volcánicos Caudalosa	Dep Glaciofluviales
Fm Tantará	Fm Apacheta	

En la figura 02 se muestra la columna estratigráfica generalizada del Cuadrángulo de Huachocolpa, con materiales mesozoicos, cenozoicos y depósitos cuaternarios. Entre las litologías cenozoicas destacan los materiales mesozoicos calcáreos del Grupo Pucará, y el Grupo Huachocolpa entre las cenozoicas, que han sido descritas anteriormente.

Etapa	Subetapa	Subetapa	Subetapa	Unidad litoestratigráfica	Contorno	Alteza	Columna	Descripción Litológica
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno		Dep. Aluviales			Q-al	..Clastos redondeados de tamaños variables, matriz areno-limosa
		Pleistoceno		Dep. Glaciofluviales			Qp-gf	..Limoarcillitas y gravas debilmente compactadas
	Neógeno	Mioceno	Grupo Huachocolpa	Tobas Atunzulla	<400		Np-p03	..Tobas rosadas blanquecina de naturaleza riolítica, textura porfírica.
				Domos y lavas			Np-p02	..Lavas andesíticas hasta riolíticas, todas soldadas gris verdosas, domos de naturaleza riolítica gris blanquecino
				Fm. Chahuarma Brechas y piroclastos			Np-p01	..Brecha de Naturaleza andesítica
				Fm. Rumihuasi	80		Nm-m	..Tobas blancas de composición riolítica, sedimentos lacustrinos
		Plioceno	Grupo Huachocolpa	Fm. Chahuarma	300		Nm-ch3	..Chahuarma superior, lavas andesíticas hasta basálticas.
							Nm-ch1	..Chahuarma inferior, tobas blancas riolíticas, en capas gruesas.
				Fm. Apacheta	<800		Nm-ap2	..Apacheta superior, lavas de composición andesítica, brechas, domos
							Nm-ap1	..Apacheta inferior, brechas
		Fm. Rumichaca	<120		Nm-ru	..Tobas areniscas cuarcíferas en capas medias, intercalados con limoarcillitas y arcillitas claras.		
Mesozoico	Paleógeno	Eoceno	Superior	Fm. Socos	<400		Kp-so	..Capas rojas, areniscas grano a microconglomerádico de coloración rojiza, capas de limoarcillitas y lodolitas gruesas.
				Fm. Panatambo	>100		Kp	..Calizas monótonas gris azulinas con algunas intercalaciones de limoarcillitas en capas delgadas.
	Cretácico	Inferior	Fm. Chúlec	150		Ki-ch	..Limoarcillitas calcáreas, hacia arriba marges y calizas en capas gruesas a medias.	
			Fm. Chayllacatana	100		Ki-chs	..Piroclastos, lavas andesíticas, amigdaloides de coloración negro verdoso a verde claro.	
			Grupo Goyllarisquizza	100		Ki-g	..Areniscas cuarcíferas blancas con estratificación sesgada.	
			Fm. Huacaña	200		Ji-h	..Limoarcillitas gris pardas, lutitas negras carbonosas, areniscas cuarcíferas de grano fino de coloración amarillenta.	
	Jurásico	Superior	Fm. Chumumayo	150		Jm-ch	..Calizas espáticas grises, calizas areniscas intercalados con niveles delgados de arcillitas.	
			Grupo Pucará	Fm. Condorsinga	600		Ji-c	..Calizas hacia la base en capas delgadas de color gris claro, hacia el tope en capas gruesas.
		Fm. Aramachay		200		Ji-a	..Limoarcillitas gris oscuras laminadas con algunas calizas grises, bien tabulares en capas delgadas.	
		Fm. Chamará	750		TR-ch	..Hacia la base calizas gris oscuras en capas gruesas con nódulos de chert, hacia el tope en capas ondulares.		
Triásico	Superior	Grupo Mito		>1500		Pp-m	..Capas rojas, areniscas, lodolitas y conglomerados, sobreyacidos por lavas andesíticas, tobas soldadas con textura eutáxica, presenta esta unidad una coloración rojiza-violácea.	
				>800		Pp-i	..Limoarcillitas gris violáceas, areniscas grisáceas, calizas en capas medias a delgadas, intercalaciones de limoarcillitas con restos carbonosos.	
	Inferior	Grupo Ambo		>300		Cl-a	..Secuencia con formación malásica y areniscas grises de capas delgadas a medianas.	
				>1000		De	..Lutitas esquistosas, areniscas cuarcíferas característicamente monótonas, su coloración es de gris verdoso a beige, en capas medianas a delgadas, fuertemente plegadas y fracturadas.	

**Figura 02:** Columna estratigráfica generalizada del cuadrángulo de Huachocolpa

### 2.2.6. Geología Estructural.

La mineralización del Distrito Huachocolpa se encuentra rellenando espacios abiertos dejados por fallas formadas durante el evento compresivo Quechua III, de edad Mioceno Superior a Plioceno Inferior (Soulas, 1975 y Megard, 1979) por movimientos conjugados de bloques.

La falla Chonta es una gran estructura de los Andes Centrales Peruanos, pudiendo ser reconocida a lo largo de más de 200 km, con un rumbo aproximado N 45° W y buzamiento subvertical. Se trata de una falla inversa originada durante el evento compresivo Quechua I del Mioceno Inferior (21 a 14 Ma) (Soulas, 1975) asociada al gran sinclinorio de Castrovirreyna (Wise & Noble, 2001). Comenzó como falla inversa asociada a la formación Casapalca (**lámina 03**) hasta que durante la fase Quechua III se reactivó con movimientos sinestrales (Megard, 1979 y Wise & Noble, 2001). Su actividad cesó por lo menos hace 3.9 Ma como indica un dique que corta la falla (Wise & Noble 2001).

En el centro del Perú, las fallas regionales de dirección NW-SE, han presentado y/o presentan movimientos y el sistema de fallas Chonta no es una excepción (Wise y Noble, 2001 Soulas, 1977; Megard, 1978 entre otros). Los indicadores cinemáticos presentes en los planos de fallas del sistema de fallas Chonta, son consecuencia de movimientos conjugados de fallas transcurrentes con componente vertical, las cuales son características de un sistema de fallas de transcurrentes con zonas de transpresión y transtensión. (Waldron, 2005; Mc Clay y Dooley 1995, Krantz, 1995).

Hay que destacar que la falla Chonta no controla ningún depósito económico ni tiene asociada alteraciones hidrotermales, lo que implica que la falla estuvo cerrada al paso



de los fluidos hidrotermales durante la génesis de los yacimientos (Wise & Noble, 2001). No así las estructuras tensionales, que dieron lugar a las mineralizaciones económicas.

### **2.2.7. Geología económica del Distrito Huachocolpa.**

El Distrito Huachocolpa presenta mineralizaciones de Zn-Ag-Pb-Cu con algunas anomalías en Au (Zona Escopeta). El distrito minero de Huachocolpa ha sido uno de los más importantes centros mineros de Huancavelica, ha producido cantidades considerables de Ag, Pb y Zn. La zona denominada como Recuperada es considerada un Yacimiento polimetálico del tipo epitermal. En esta área aflora una secuencia mesozoica compuesta por calizas del Grupo Pucara (Triásico-Jurásico), Formación Chunumayo (Jurásico medio), areniscas del Grupo Goyllarisquizga y calizas de la Formación Chulec, ambas pertenecientes al Cretáceo Inferior.

Según estudios de diversos autores (Bruha, 1983) las alteraciones de la roca de caja, el tipo de minerales y los procesos fisicoquímicos observados en las estructuras son acordes con un modelo epitermal de baja sulfatación en rocas volcánicas (Heald et al., 1987). La composición de las menas reconocidas en el distrito corresponde a esfalerita, galena (argentífera), tetraedrita, platas rojas y calcopirita, en una ganga de cuarzo, calcita, baritina, adularia y yeso. Además, se reconocen otros minerales metálicos como pirita, antimonita, rejalgar y geocronita.

Esta secuencia Mesozoica presenta pliegues y sobre escurrimientos sucesivos con dirección de acortamiento E-O y está cubierta en discordancia angular por coladas volcánicas, piroclásticas y domos del Grupo Huachocolpa del Mioceno superior. Las unidades mesozoicas y terciarias a su vez, han sido instruidas por diques y un stock (del Mioceno) de composición diorítica y andesítica (Rodríguez, 2008).

En estas coladas volcánicas del grupo Huachocolpa, así como en los domos volcánicos ocurren estructuras mineralizadas de

gran importancia económica, tales como las que existen en las minas Tangana, Chosecc, Tinquicorral, Blenda Rubia, Maloya, Recuperada, Teresa, Teresita y otras menores (Morche et al, 1996). Igualmente, algunas vetas se emplazan en las calizas del Grupo Pucara, como las que existen en las minas Pirata, Consuelo, China Hereje y Angélica. (Rodriguez, 2008).

Asimismo, en Huachocolpa (caracterizado por una mineralogía polimetálica) existe una aureola externa argentífera, observada en las minas Rescatada y María Luz (al oeste), Ccolcemina (al sur), y Nancy Luz y Germana al este (Injoque et al, 1994). El oro presenta anomalías entre 0.3 y 3 g/t en la Zona de Escopeta, cerca del sistema de fallas Chonta (Valdivia y Meza, 1998).

La edad de la mineralización y de la actividad magmática estaría entre 8 y 4 Ma (McKee et al., 1975), las dataciones en sericita de la veta Teresita reportan 6.4+/- 0.3 Ma, lo que indica una relación genética entre la mineralización y la actividad ígnea de la Formación Domos de lava del Grupo Huachocolpa (Injoque et al., 1994). Los proyectos epitermales de alta sulfuración se encuentran entre el sistema de las Fallas Chonta y Huachocolpa - Huancavelica. Actualmente, esta zona se explora por mineralización aurífera. En esta zona se encuentran los proyectos Huamanraso, Terciopelo, Arcopunco, Carhuarazo y Escopeta, todos por exploración de oro. (Rodriguez Mejia, 2008). Por las características geológicas, mineralógicas y geoquímicas encontradas en superficie, estos depósitos constituyen prospectos epitermales del tipo de alta sulfuración. Además, presentan en su parte central, aureolas de alteración silíceas y argílica avanzada, asociadas a brechas freatomagmaticas y explosivas (Valdivia y Meza, 1998).

El control estructural principal está dado por fallas tensionales de dirección NE-SO, causadas por el movimiento sinistral del

sistema de fallas Chonta y Huachocolpa- Huancavelica. A través de estas fallas tensionales se han emplazado centros volcánicos relacionados con los depósitos auríferos, cuyas fuentes volcano - magmáticas están vinculadas a intrusiones tardías entre 12 y 7 Ma. (Valdivia y Meza, 1998).

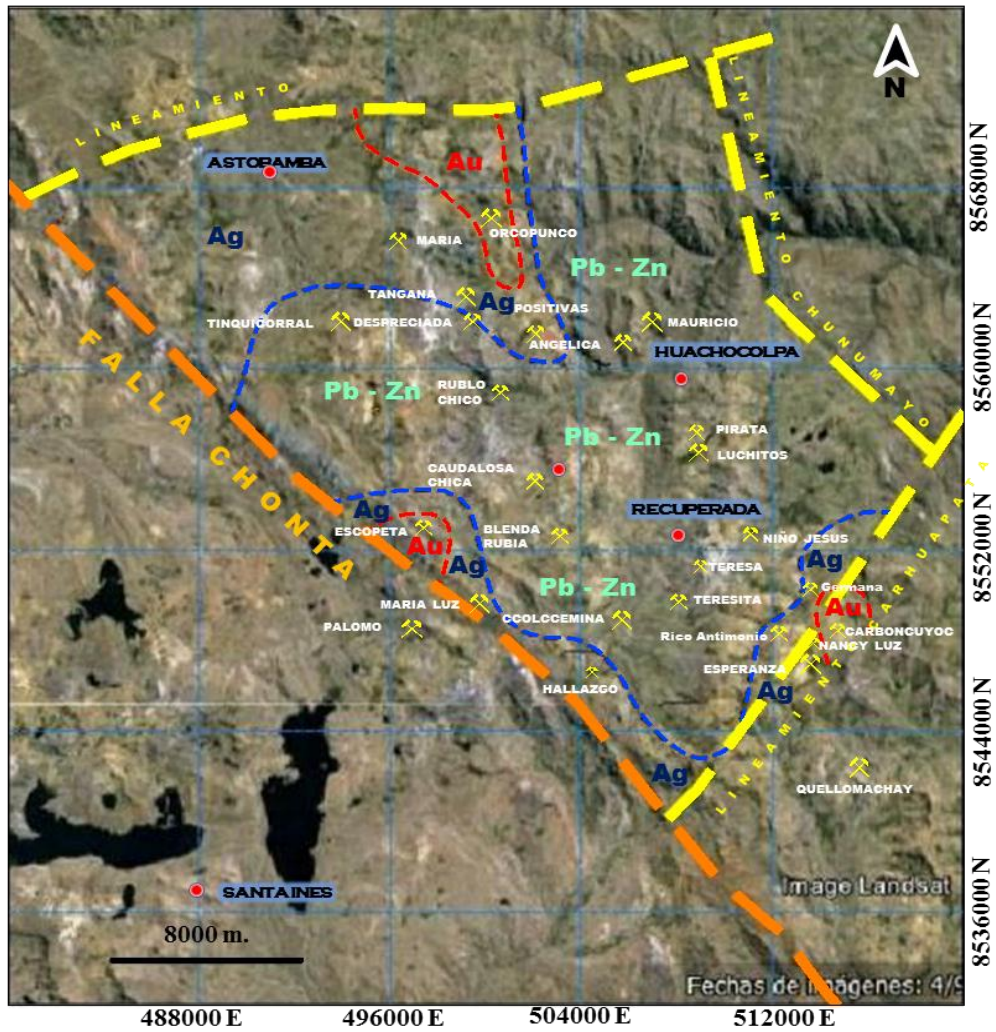


Figura N° 03: Plano Económico del Distrito minero de Huachocolpa

### **2.2.8. Tectonismo**

En el distrito de Huachocolpa se han observado los efectos de hasta tres, de las cuatro fases compresivas descritas en el Perú Central durante el Terciario.

Según Megard (1979) la fase del Mioceno Medio reactivó con movimientos dextrales, un gran número de fallas longitudinales antiguas. Posteriormente, durante la fase del Mioceno Superior-Plioceno Inferior se reactivó nuevamente estas estructuras con movimientos sinestrales.

La falla Chonta es un importante sistema estructural regional de dirección NW-SE y buzamiento al SW. En el bloque techo afloran mayormente unidades cenozoicas y en el bloque piso unidades del Triásico al Cretácico.

La actividad de la falla Chonta desde el Jurásico superior al Cretácico, ha sido normal y ha controlado la dinámica de las cuencas sedimentarias de esta época. Durante el Mioceno Superior, la actividad de la falla Chonta, ha originado diferentes estilos estructurales, diferenciándose cuatro zonas, de las cuales tres forman estructuras romboédricas.

A partir del Mioceno Superior se registran dos eventos principales en la evolución del Sistema de Fallas Chonta. El primer evento de edad Mioceno Superior a Plioceno Inferior (10.4-3.7 Ma), es de tipo sinestral inverso y consta de tres subeventos: IA, IB y IC. Durante el evento IA, (10.4-8.0 Ma), se produjo la apertura de tres zonas romboédricas en transtensión y una zona tensional entre el sistema de fallas Chonta y la falla Huachocolpa - Huancavelica, en donde se instalan los primeros productos del volcanismo de la formación Apacheta. En el Evento IB (8.0-6.0 Ma), se emplazan, dentro de las zonas romboédricas y en la zona tensional, cuerpos plutónicos y domos subvolcánicos relacionados con la mineralización

polimetálica y aurífera. En el evento IC (6.0-3.7 Ma) se desarrollan las últimas etapas de mineralización en el distrito minero de Huachocolpa y se depositaron los volcánicos de la Formación Apacheta.

Y el segundo evento registrado en la evolución del Sistema de Fallas Chonta es de edad Plioceno Superior (inferior 3.7 Ma) y corresponde a movimientos dextrales que afectaron a todas las estructuras mineralizadas relacionadas con el Sistema de Fallas Chonta. Las zonas romboédricas tensionales se convierten en estructuras transpresivas, y de esta forma se invierten los sistemas estructurales relacionados con la mineralización (Rodríguez, 2008).

#### **2.2.9. Geología Local.**

##### **A. Rocas Volcánicas.**

###### **Lavas Andesíticas.**

Presentan una textura porfirítica de color gris oscura, donde se pueden apreciar fragmentos de roca subvolcánica alterados y frescos, con abundantes plagioclasas. Los fragmentos presentan minerales máficos y la matriz contiene plagioclasas, arcillas, escaso cuarzo y minerales opacos. Las alteraciones observadas son carbonatación y cloritización en forma moderada.

###### **Tobas Dacíticas.**

En la roca se observan abundantes fragmentos de plagioclasas, muchos de los cuales están alterados a carbonatos, sericita y cuarzo; también se han descrito en la roca algunos fenocristales de anfíbol muy desarrollados y con inclusiones más pequeñas de plagioclasas y cuarzo; la matriz es microgranular y se presenta silicificada. Consiste en fragmentos de cristales de plagioclasas con minerales máficos y minerales opacos diseminados.

### **Toba Brecha.**

Se encuentran expuestos en la base de la secuencia volcánica y están constituidos por fragmentos angulosos de andesita, en una matriz tufácea formada por abundantes arcillas, material volcánico, sericita, cuarzo, carbonatos y minerales opacos.

### **Rocas Intrusivas.**

Son stocks, cuerpos subvolcánicos e hipabisales que se encuentran intruyendo a la formación Huachocolpa. Su composición es predominantemente andesítica, cuarzo-diorítica y diorítica; en algunos casos presentan alteraciones de tipo argílico (caolin) y piritización intensas, conteniendo a veces mineralizaciones filonianas de interés.

### **Intrusivo Cuarzo-Diorítico.**

La roca presenta una alteración de cuarzo-sericita y argilización moderada y está constituida por cristales anhedrales de cuarzo primario, estos cuarzos, relictos de la roca original; las plagioclasas forman cristales anhedrales y agregados relictos, también están reemplazados por sericita, cuarzo microcristalino y arcillas. El cuarzo II se observa como cristales micro a criptocristalinos, se encuentran reemplazando toda la matriz y está acompañada de minerales arcillosos y sericita. Los minerales secundarios corresponden a la sericita, arcillas y muscovitas. Se describen minerales secundarios como la hematita y goethita, rellenando intersticios.

### **Intrusivos Diorítico**

La diorita presenta una textura granular y alteraciones de tipo cloritización moderada y seritización débil. La descripción mineralógica indica que la roca está constituida por cristales subhedrales a euhedrales de plagioclasa

débilmente alterado a sericita. Los piroxenos se presentan como cristales subhedrales a euhedrales dispersos en la roca y moderadamente reemplazados por las hornblendas y alterados a clorita. Los anfíboles se presentan como cristales anhedrales a subhedrales diseminados; reemplazan a los piroxenos y presentan una moderada alteración clorítica. Las biotitas se presentan como cristales anhedrales a subhedrales y están muy alteradas a clorita.

### **Andesita Hipoabisal**

Presenta una textura porfídica con alteraciones de argilización y carbonatación moderada. Está compuesta de matriz micro a criptocristalina formada por ceniza volcánica, arcillas, cuarzo, vidrio y diseminaciones de minerales opacos. Las plagioclasas se observan con hábito tabular maclado y se encuentran alteradas a arcillas y carbonatos. El feldespato potásico se presenta como cristales anhedrales a subhedrales. El cuarzo se encuentra formando cristales anhedrales con formas redondeadas. Los minerales ferromagnesianos se presentan como pseudoformas tabulares y secciones basales de rombo y relícticos. Los minerales opacos se encuentran diseminados rellenando cavidades y fracturas.

## **B. Roca Sedimentaria**

### **Grupo Pucará**

La estratificación del grupo Pucará es bien conocida y estudiada en los departamentos de Pasco y Junín. En el cuadrángulo de Huachocolpa el grupo Pucará está constituido por las formaciones Chambará, Aranachay y Condorsinga.

El grupo Pucará en el área de estudio se encuentra distribuido en afloramientos aislados originalmente



depositados sobre superficies preexistentes un tanto irregulares. Los afloramientos predominantes se encuentran en los extremos norte y sur de la hoja, habiéndose estudiado los afloramientos del sector Noroeste con más detalle por Salazar y Landa.

### 2.2.10. Estudios de Inclusiones Fluidas (IF)

Inclusión Fluida es una vacuola o cavidad, habitualmente microscópica y del orden de dimensiones de micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), que contiene una muestra del fluido presente en el momento de la precipitación del mineral (inclusiones primarias) o que circulaba posteriormente, por ejemplo, a lo largo de microfisuras (inclusiones secundarias).

Contenidos de las Inclusiones de Fluidos. - De acuerdo a la naturaleza los contenidos de las inclusiones, estarían compuestas por gases, líquidos y sólidos en diferentes proporciones; desde este punto de vista podemos clasificarlas en:

**a) Monofásicas.** Existen las formadas completamente por líquido (L), gas (V) o sólidos (S o inclusiones minerales). Entre los fluidos más frecuentes son los rellenos de líquidos acuosos, en general formadas a muy baja temperatura. Las que se encuentran completamente rellenas de gas son mucho más raras (e.g., aparecen en ambientes en los que se ha producido la ebullición de las soluciones acuosas).

**b) Bifásicas.** Presentan sólo dos fases, siendo más frecuentes las que tienen vapor (V) y líquido (L). No obstante, tendríamos que considerar varios subtipos:

- **Ricas en líquido (L + V).** En estas podemos encontrar volúmenes variables de gas según la temperatura de formación. En ocasiones las diminutas esferas de gas, al ser activadas por el paso de la luz se mueven en el interior del líquido de la inclusión, chocando con las paredes y rebotando en una agitación "browniana".

- **Ricas en gases (V + L).** Presentan un volumen de vapor superior al del líquido que queda restringido a menos de la mitad del volumen. Son frecuentes en ambientes de

ebullición.

**c) Trifásicas.** Cuando aparecen más de dos fases el esquema de clasificación se complica, ya que unas veces son predominantemente líquidos, otros gases con líquidos inmiscibles (L + L' +V) o con baja proporción de sólidos (L + V + S), mientras que en otros son muy abundantes los sólidos (S + L ± V). Los más típicos son las carbónicas con dos fases: líquidos (L=LH<sub>2</sub>O y L'=LCO<sub>2</sub>) y vapor (V CO<sub>2</sub>).

**d) Polifásicas o multifásicas.** Las inclusiones más complejas las tenemos cuando aparecen varios tipos de sólidos "**daughter minerals**" junto con el líquido o líquidos inmiscibles y con la burbuja de gas. Entre los sólidos más frecuentes tenemos halita, silvita, anhidrita, hematites, cuarzo, sulfuros de hierro, dawsonita (NaAlCO<sub>3</sub> (OH)<sub>2</sub>), etc.; mientras que los líquidos inmiscibles que aparecen con mayor frecuencia son: fase acuosa junto con líquido CO<sub>2</sub> con presencia de ± CH<sub>4</sub>, ± N<sub>2</sub> y/o ± H<sub>2</sub>S.

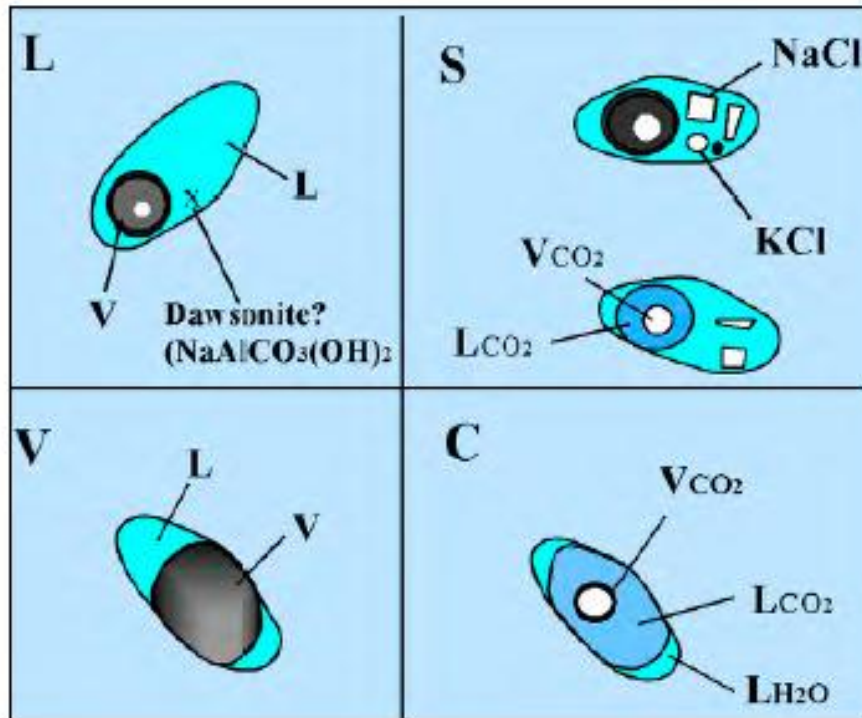
Según estos criterios, que se relacionan con la composición, se han propuesto varios tipos de clasificaciones. De todas estas la más conocida es la de Nash (1976) que distingue cuatro tipos de inclusiones (L=líquido; V=vapor; S=sólido; C=carbónicas):

**Tipo L** de moderada salinidad, con dos fases: una líquida (agua) y otra gaseosa (Vapor de agua) con diferente volumen, según la temperatura de atrape.

**Tipo V** ricas en gas (normalmente vapor de agua representando más del 60% de la inclusión); como se ha comentado anteriormente este tipo es un buen indicador de la existencia de ebullición, especialmente cuando se encuentran coexistiendo con las de tipo L. Aunque sean predominantemente acuosas, pueden contener algo de CO<sub>2</sub>.

**Tipo S** muy salinas, conteniendo pequeños cristales de halita,

hábito cúbico y en ocasiones de silvita, anhidrita, hematita, etc.  
**Tipo C** ricas en CO<sub>2</sub>, con una relación CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O variable pero casi siempre comprendida entre 3 y 30% del volumen, según se acerquen a los tipos anteriores.



**Figura 4:** Clasificación de Nash (1976) mostrando los cuatro tipos más importantes de inclusiones fluidas (L:líquido; V:vapor; S:sólido; C:carbónicas).

A continuación, se describe la simbología utilizada en las tablas de análisis microtermométricos de cada estudio IF:

**Nº** = Número de Inclusiones de fluidos (IF)

**CLAF.**= Clasificación de las IF si son primarias (P) o secundarias(S). Además Lw-NaCl (fluido con cloruro de sodio) y Lw-H<sub>2</sub>O (fluido con agua).

**MIN** = Mineral donde está contenido la IF, para este caso es CZ (cuarzo).

**TIPO** = Tipo de inclusión Fluida: BIF (IF Bifásica) y POL (IF polifásicas).

**Ø $\mu$**  = diámetro de la IF en micrómetros.

**FILL** = Grado de relleno IF.

**-Tf** = Temperatura de fusión (°C).

**Th** = Temperatura de homogeneización (°C).

**NaCl** = Grado de salinidad (%).

### 2.3. Definición de Términos.

**Abanico aluvial.**- Acumulación de materiales, con forma de abanico o de segmento de cono, depositada por una corriente, que se apoya en una zona de relieve y se expande y termina en otra llana.

**Afloramiento.**- Parte de un terreno visible en la superficie de la tierra.

**Anticlinal.**- Pliegue en el que las capas situadas en el interior de la curvatura son las más antiguas, su estructura es convexa.

**Andesita.**- Roca volcánica extrusiva.

**Antiforma.**- Conjunto de anticlinales y sinclinales que forman, en conjunto, una estructura anticlinal.

**Argilita.**- Se considera sinónimo de roca arcillosa sin estratificación neta y endurecida por compactación.

**Arrecife.**- 1. Masa construida por los corales en aguas cálidas y claras. 2. En sentido amplio, en las series sedimentarias, todas las masas de calizas construidas por algas, corales, rudistas.

**Basalto.-** Roca volcánica oscura muy pobre en cuarzo y con plagioclasas con más del 65% de anortita.

**Brecha sedimentaria.-** Roca formada por un 50%, al menos, de fragmentos angulosos con diámetro superior a 2 mm, unidos por un cemento o una matriz.

**Brecha tectónica.-** Fragmentación de las rocas en un contacto tectónico, habiendo cementado los fragmentos en el mismo lugar.

**Brecha volcánica.-** Roca formada por fragmentos de rocas volcánicas y fragmentos de las rocas encajantes a veces, cementados por cenizas y lapillis.

**Buzamiento o Echado.-** Ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en el plano que contiene la línea de máxima pendiente.

**Cemento.-** Precipitación química, fina o ampliamente cristalizada, que empasta los granos y clastos de una roca.

**Ceniza.-** Son aquellos productos piroclásticos menores a 2 mm.

**Ciclo tectónico u orogénico.-** Sucesión de acontecimientos que rigen la formación y luego la destrucción de una cadena montañosa.

**Cizalla.-** Deformación producida por esfuerzos paralelos y de sentido contrario. Zonas de límites paralelos con alta deformación de este tipo.

**Clasto.-** Fragmento, ya sea de un cristal, una roca, o un fósil.

**Clivaje.-** Aptitud de un mineral o una roca para dividirse según planos paralelos, sean cristalográficos (exfoliación), estratigráficos o tectónicos (lajado, hojiosidad).

**Concordancia.-** Relación geométrica entre dos unidades estratigráficas superpuestas en las que existe paralelismo entre los materiales infra y suprayacentes. Antónimo: discordancia.

**Conglomerado.-** Son rocas formadas por fragmentos de otras de distintos tipos, depositados después de una fase de transporte y cementados.

**Cuenca intramontana o intramontañoso.-** Cuenca subsidente individualizada entre los nuevos relieves montañosos (o cadena) formados por el plegamiento.

**Detríticos.-** 1. Partículas sólidas arrastradas y depositadas, procedentes del exterior de una cuenca. 2. Sedimentos o rocas formados predominantemente por partículas detríticas. Sinónimo: clásticos.

**Diaclasa.-** Fractura de rocas o de materiales sin desplazamiento relativo de las partes separadas.

**Diorita.-** Roca granítica sin feldespato potásico, con andesina y casi sin cuarzo. Con 5-20% de cuarzo, sería una cuarzodiorita.

**Dique.-** Masa tabular discordante de roca ígnea.

**Dirección o rumbo.-** Se refiere al ángulo que forma una línea comprendida en un plano horizontal con otra tomada como referencia, normalmente la línea geográfica Norte-Sur

**Disconformidad.-** Discontinuidad estratigráfica caracterizada porque los planos de estratificación por encima y por debajo de la superficie de discontinuidad se mantienen paralelos. Durante el tiempo que duró la interrupción en la sedimentación actuó la erosión, lo que queda reflejado en el carácter irregular de la superficie de discontinuidad.

**Discontinuidad estratigráfica.-** Ausencia, por no sedimentación o por erosión, en la sucesión estratigráfica de materiales representativos de un lapso de tiempo.

**Discordancia.-** Discontinuidad estratigráfica en la que no hay paralelismo entre los materiales infra y suprayacentes.

**Epitermal.-** Término aplicado a los depósitos o yacimientos hidrotermales formados en fisuras o cavidades de las rocas, por deposición a escasa profundidad, a partir de soluciones calientes ascendentes, entre 200 y 100° C.

**Era.-** Unidad geocronológica de rango mayor.

**Erosión.-** Conjunto de fenómenos externos que, en la superficie del

suelo o a escasa profundidad, quitan en todo o en parte los materiales existentes modificando el relieve.

**Extrusivo.-** Son las rocas ígneas que cristalizan en superficies, bajo condiciones de presión atmosférica, por lo que se desgasifican y enfrían muy rápidamente.

**Exógeno.-** Se aplica a las rocas formadas en la superficie de la tierra. Antónimo: endógeno.

**Facies.-** Conjunto de caracteres que definen una roca, grupo de rocas o un depósito.

**Falla.-** Fractura del terreno con desplazamiento relativo de las partes separadas.

**Filón.-** Relleno mineral de fractura de forma tabular. Sinónimo: veta.

**Fisiografía.-** Se refiere a la descripción de la tierra y los fenómenos que en ella se producen.

**Flanco.-** En un pliegue, cada uno de sus lados.

**Formación.-** Unidad litoestratigráfica fundamental. Cuerpo de rocas identificado por sus características litológicas y su posición estratigráfica.

**Fósil.-** N. Resto o molde natural de un organismo conservado en un sedimento. Adj. Califica los objetos o sustancias, en general ligadas al mundo viviente, encerradas durante mucho tiempo en las rocas por un proceso de enterramiento o de infiltración.

**Fractura.-** Rotura o abertura producida por esfuerzos.

**Freático/a.-** Se dice de la parte del subsuelo saturada de agua.

**Geoda.-** Cuerpo globular hueco de paredes tapizadas interiormente por cristales, cuyos vértices apuntan hacia el centro.

**Geiser.-** Brote hidrotermal (vapor y agua), de emisión intermitente.

**Grieta.-** Fractura del terreno sin desplazamiento relativo de las partes separadas.

**Grupo.-** Unidad litoestratigráfica de rango mayor que comprende dos, o más, formaciones adyacentes.



**Hialino.-** Que tiene la apariencia del vidrio.

**Inclusiones Fluidas.-** Son fluidos que se encuentran atrapados dentro de un mineral o estructura cristalina.

**Intrusivo/a.-** Que penetra en formaciones ya existentes. Se aplica a las rocas magmáticas emplazadas en estado fluido bajo la superficie y a los macizos que constituyen, se cristalizan lentamente, así como a los diapiros de rocas salinas.

**Lava.-** Es el magma, líquido o sólido, que ha sido arrojada a la superficie.

**Macla.-** Asociación de cristales de la misma naturaleza según leyes geométricas precisas, ligadas a los elementos de simetría del sistema cristalino considerado.

**Magma.-** Material fundido generado en el interior de la tierra por fusión de materiales a temperatura superior a 600° C. Su enfriamiento y consolidación da origen a las rocas magmáticas.

**Matriz.-** Fracción fina de una roca que forma una masa en la que quedan englobados los cristales, granos o clastos de mayor tamaño.

**Metalogenia.-** Estudia la distribución de los depósitos minerales.

**Mesotermal.-** Se dice del proceso, mineral, yacimiento, etc., generado por hidrotermalismo entre 300 y 200° C.

**Mineral.-** Compuesto sólido inorgánico natural con estructura cristalina y composición química definida.

**Minerografía.-** Es el estudio de minerales al microscopio.

**Morrena.-** Conjunto de materiales rocosos arrastrados por los glaciares y que quedan depositados al fundirse el hielo.

**Orógeno.-** Sistema montañoso edificado sobre una porción inestable de la corteza terrestre que ha sufrido un importante acortamiento y presenta pliegues y mantos de corrimiento.

**Oxidación.-** 1. Proceso de combinación con el oxígeno. 2. Removilización de uno o más electrones de un ión o átomo.

**Paleoisotermas.-** Deposición o encapsulamiento de un fluido

mineralizante a una cierta temperatura.

**Paragenesis.-** Secuencia mineralógica de minerales en un yacimiento.

**Piroclástica.-** Roca detrítica formada por acumulación de partículas sólidas expulsadas por un volcán, llamadas piroclastos.

**Placa tectónica.-** Es una gran capa de roca sólida, de forma irregular y generalmente compuesta de material oceánico y continental.

**Plagioclasas.-** Feldespatos con diferentes cantidades de sodio y calcio. Forman una serie continua: Albita (0-10%), Oligoclasa (10-30%), Andesina (30-50%), Labrador (50-70%), Bytownita (70-90%) y Anortita (90-100%). Los porcentajes son de plagioclasa cálcica.

**Porfídico o Porfiroide.-** Textura de roca ígnea en que una matriz engloba grandes cristales.

Post- (Pos).- Prefijo que significa detrás de o después de.

Pre.- Prefijo que significa anterioridad espacial o temporal.

**Pseudomorfismo.-** Fenómeno de reemplazamiento de un mineral original, reconocible por su forma, por otro distinto.

**Roca.-** Sustancia sólida compuesta por uno o más minerales, originada en forma natural por procesos geológicos.

**Roca ígnea.-** Roca formada por el enfriamiento y solidificación de un magma.

**Roca metamórfica.-** Roca formada a partir de otra (ígnea o sedimentaria), por transformación de sus minerales debido a la elevada presión y/o temperatura.

**Roca Sedimentaria.-** Roca formada por la acumulación de sedimentos, y su posterior compactación, modificación y cementación.

**Rift.-** 1. Rift continental, o fosa de hundimiento (graben), limitado por bordes elevados, con actividad volcánica más o menos intensa. 2. Rift oceánico o fosa de hundimiento en medio de las dorsales.

**Riolita.-** Roca volcánica de composición similar al granito.

**Toba.-** 1. Variedad de roca calcárea blanda y porosa, con restos

orgánicos. 2. Depósito o roca volcánica formada por piroclastos soldados.

**Sinclinal.-** Pliegue en el que las capas situadas en el interior de la curvatura son las más jóvenes, su estructura es cóncava.

**Tectónica de placas.-** Es la teoría que explica el proceso cinemático y las implicaciones de los movimientos relativos entre placas tectónicas.

**Unidad litoestratigráfica.-** Volumen de materiales diferenciado por sus características litológicas.

**Volcán.-** Es el lugar donde la roca ígnea, fundida o fragmentada por el calor y gases calientes, emerge a través de una abertura desde las partes internas de la tierra a la superficie.

**Yacimiento geológico.-**Acumulación o concentración significativa de materiales geológicos (minerales, gases, petróleo, etc).

## **2.4. HIPÓTESIS.**

De acuerdo con los estudios anteriores del distrito minero de Huachocolpa, se plantea las siguientes hipótesis.

### **Hipótesis General**

En base a los resultados obtenidos la zona Recuperada es un Yacimiento Polimetálico de Ag, Pb y Zn; yacimiento epitermal de las unidades mesozoicas y terciarias, que a su vez han sido instruidas por diques y un stock (del Mioceno) de Composición Diorítica y Andesítica del Grupo Huachocolpa.

El estudio de Inclusiones Fluidas permite determinar y confirmar las áreas de mayor mineralización, relacionada con la temperatura de formación del yacimiento, composición (salinidad) y densidad.

### **Hipótesis Específica**

Las herramientas mencionadas para la realización de este estudio son también hoy en día muy válidas. Sin embargo, una mina en explotación tiene gran cantidad de avances en las labores, lo que se traduce en un incremento en la cantidad de datos existentes. Por lo que se requiere una continua reinterpretación incorporando los nuevos datos.

Por otro lado, los autores que han estudiado el distrito de Huachocolpa han definido un subdistrito en el área de Esperanza, a parte del resto del distrito (Herrera & Pamo, Inga, 2002). Con las interpretaciones de entrada de los flujos de la veta, se pretende comprobar si el flujo es proveniente del centro del distrito, o si bien, tiene otro origen, emitiendo, en su caso, delimitar un foco de fluidos mineralizadores en la zona de Esperanza – Nancy Luz – Rico Antimonio, y así definir zonas aledañas donde explorar.

## **2.5. IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES.**

### **3.5.1. Variables Independientes.**

Micro termometría de inclusiones fluidas.

### **3.5.2. Variables Dependientes.**

Recuperado distrito minero de Hucachocolpa.

## **CAPITULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

Para la elaboración del presente trabajo se adoptó una metodología basada en fases secuenciales, que permitieron llevar un sistemático y coherente tratamiento en la información colectada, permitiendo a la vez, realizar correlaciones y caracterizaciones de manera adecuada.

#### **3.1. Tipo de Investigación.**

La presente investigación es de tipo no experimental ya que no existe creación ni manipulación de variables, observando los yacimientos epitermales de Ag, Pb y Zn como un fenómeno ya existente y tal como se presenta en su contexto natural.

Se trata de una investigación de nivel descriptivo debido a que se recolecta y evalúa datos sobre diversas dimensiones del fenómeno a investigar; para este caso los yacimientos formados en los volcánicos Huachocolpa.

### **3.2. Diseño de Investigación.**

Es de tipo transeccional ya que la información fue colectada en un tiempo único con el propósito de describir la variable estudiada y analizar su presencia, incidencia e interrelación en un momento dado. (Hernández Sampieri, R.H.; Fernández Collado, C; Baptista Lucio, P.2006).

### **3.3. Población Muestra.**

#### **Población.**

Se ha estudiado un total de 53 muestras, de las cuales 8 corresponden a muestras de superficie y las otras 45 muestras a labores subterráneas. Cabe resaltar que la mineralización está compuesta por esfalerita, galena, tetraedrita, calcopirita, otros sulfuros y minerales gangas como cuarzo, barita y carbonatos en las áreas de Esperanza y Germana.

#### **Muestras.**

Tomadas de vetas y rocas, superficiales e interior mina.

### **3.4. Método de Investigación.**

Para la presente investigación se procedió de la siguiente manera.

- **Fase de Campo**

Base Topográfica Geológica 1:500, 1:1,000, 1:2,000, 1:5,000 y 1:10,000 ubicar puntos para extracción de muestras.

Recopilación de Información.

Mapeo geológico en interior mina (mineralógico, litológico, estructural, etc).

Toma de muestras mediante una técnica apropiada para análisis en laboratorios especializados (Bisa).

- **Fase de Gabinete**

Procesamiento de información recopilada del terreno, ploteo de datos y elaboración de mapas definitivos.

Mapa geológico.

Columna estratigráfica.

Secciones geológicas.

Análisis y obtención de resultados.

Redacción.

### **3.5. Técnicas de Instrumentación de Recolección de Datos.**

Para el recojo de información se utilizó los siguientes instrumentos:

Fuentes de información académica comprendiendo medios bibliográficos y electrónicos.

Comunicaciones de geólogos cuya experiencia sirvió para reforzar el conocimiento sobre los diferentes tipos de yacimientos.

Informes proporcionados por la empresa Buenaventura S.S.A. que incluyen estudios geológicos regionales y locales apoyados por estudios específicos de laboratorios para el caso de petrografía y minerografía, además de análisis cuantitativos y cualitativos de muestras de minerales y rocas.

El equipo técnico para la extracción de muestras fue importante para obtener información geológica de los diferentes yacimientos.

### **3.6. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.**

Estudios de microtermometría de inclusiones fluidas, análisis e interpretación.

### **3.7. Tratamiento Estadístico de Datos.**

El tratamiento estadístico se realizado con los software: Word 2010, Excel 2010, Power Point 2010, Spss 22 y AutoCAD 2013.

## **CAPITULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Tratamiento estadístico e interpretación de cuadros.**

La extracción de muestras en Veta y Roca Caja se realizó en labores accesibles. Y se establecieron dos grupos, el primero identificado como Labores de Interior Mina, que comprende las minas Germana, Nancy Luz, Esperanza, Rico Antimonio. El segundo grupo se identificó como muestras Superficiales, comprende la zona de Germana, las coordenadas, referencias y observaciones generales se detallarán en las tablas siguientes.





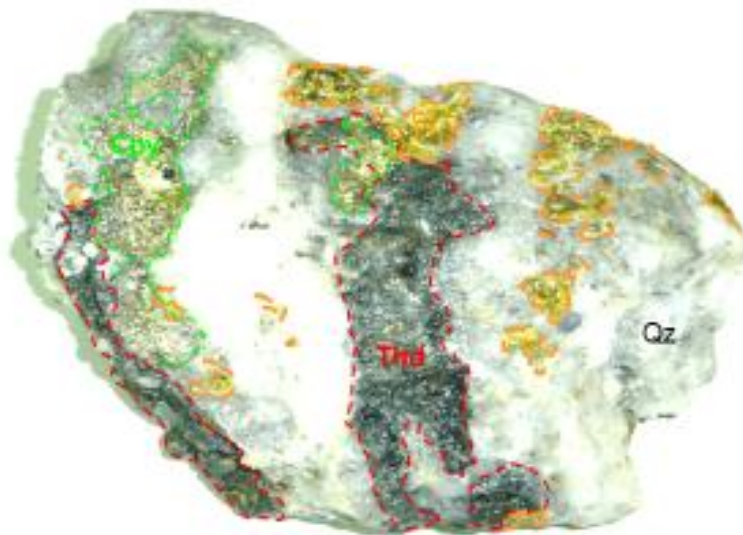
Fotografía 1.- Vista del área Oeste de la Veta Esperanza y Camucha desde la bocamina Nv. 595.

ÁREA ESPERANZA								
ÍTEM	MUESTRA N°	MINA	VETA	OBSERVACIONES	NIVEL	LABOR	REFERENCIA	DISTANCIA(m)
1	38303	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 580 SW	10 S	8
2	38304	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 580 SW	17 S	5
3	38305	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 580 SW	23 S	9
4	38306	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 580 SW	30 AS	6
5	38307	NANCY LUZ	ESPERANZA	VETA	520	Cx 580 SW	32 AS	8
6	38308	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 580 SW	32 AS	8
7	38309	NANCY LUZ	CAMUCHA	VETA	520	BP 420 W	24 NW	10
8	38310	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	BP 420 W	25NW	10
9	38311	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 550 SW	2 SW	10
10	38312	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 315NW	46 NW	20
11	38313	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 315NW	50 NW	25
12	38314	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 315NW	55 NW	20
13	38315	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 315NW	60 NW	10
14	38316	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 315NW	53 N	10
15	38317	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 1025 SW	2 S	10
16	38318	NANCY LUZ		ROCA CAJA	520	Cx 1025 SW	6 S	35
17	38223	NANCY LUZ	CAMUCHA	VETA	520	GI 535 W	1 W	8
18	38224	NANCY LUZ	CAMUCHA	VETA	520	GI 535 W	1 W	10
19	38225	NANCY LUZ	MARTHA	VETA	520	BP 420 W	18 SW	6
20	38340	NANCY LUZ	MARTHA	VETA	595	Tj 880 - 845 Filo Cx	1 W	8
21	38346	ESPERANZA	ESPERANZA 2001	VETA	520	Tv 525 W-460	1 W	5
22	38338	ESPERANZA	ESPERANZA 2002	VETA	595	BP 525 W	9W	5
23	38352	ESPERANZA	ESPERANZA 2003	VETA	595	GI 540w	88W	34
24	38344	ESPERANZA	MAGDA	VETA	520	Cx 933 SW	CENTRO SUBNIVEL	5
25	38343	ESPERANZA	MAGDA	VETA	610	GI 980W - 975	CH980 W	15
26	38339	ESPERANZA	MAGDA	VETA	610	Cx 999	3 SW	26
27	38219	RICO ANTIMONIO	VETA 1	VETA	520	GI 860W	5W	32
28	38220	RICO ANTIMONIO	VETA 2	VETA	520	Filo Cx 905 NW	1W	6
29	38221	RICO ANTIMONIO	VETA 3	VETA	520	GI 860 E	2E	4
30	38222	RICO ANTIMONIO	VETA 4	VETA	520	GI 860 E	1E	10
31	38341	RICO ANTIMONIO	VETA 5	VETA	520	GI 860 W	5W	15
32	38342	RICO ANTIMONIO	VETA 6	VETA	520	GI 860 E	5E	10

Tabla N° 02. Referencia de las muestras pertenecientes al Área Esperanza (Mina Esperanza, Mina Nancy Luz y Mina Rico Antimonio).

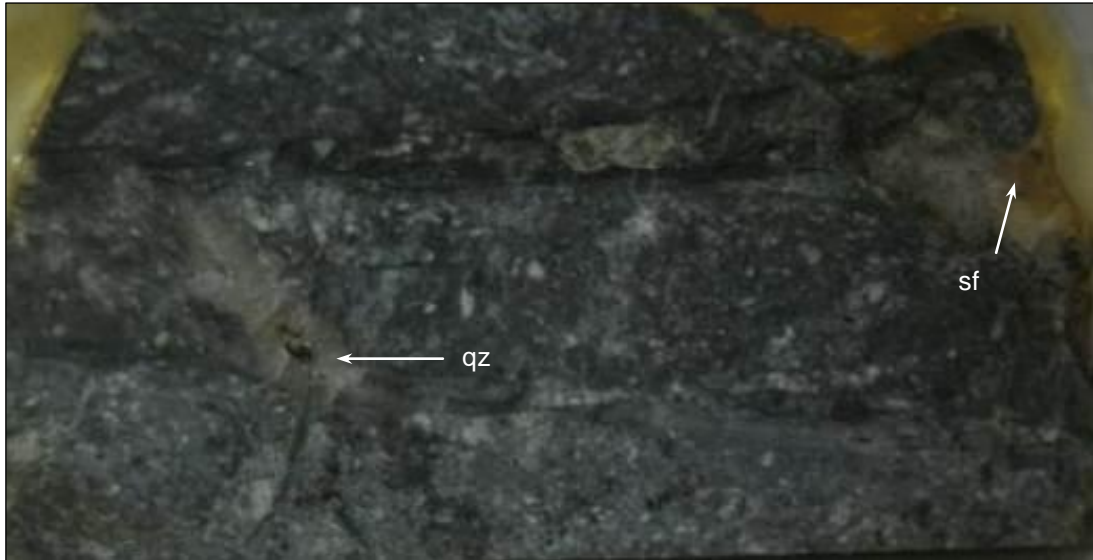
ÁREA GERMANA									
ÍTEM	MUESTRA N°	MINA	VETA	OBSERVACIONES	NIVEL	LABOR	REFERENCIA	NORTE	ESTE
1	38328	GERMANA	YAQUEL	VETA	585	GI 984 W	9 W		
2	38329	GERMANA		ROCA CAJA	585	GI 984 W	9 W		
3	38330	GERMANA	YAQUEL	VETA	585	GI 984 W	15 W		
4	38331	GERMANA		ROCA CAJA	585	GI 984 W	15 W		
5	38319	GERMANA		ROCA CAJA	585	Cx 520 N	1 N		
6	38320	GERMANA	GERMANA	VETA	585	GI 992 W	25 W		
7	38321	GERMANA		ROCA CAJA	585	GI 992 W	25 W		
8	38322	GERMANA	GERMANA	VETA	585	GI 992 W	32 W		
9	38323	GERMANA		ROCA CAJA	585	GI 992 W	32 W		
10	38324	GERMANA		ROCA CAJA	585	Cx 520 N	4 N		
11	38325	GERMANA		ROCA CAJA	585	Cx 520 N	7 N		
12	38326	GERMANA		ROCA CAJA	585	Cx 520 N	10 N		
13	38327	GERMANA		ROCA CAJA	585	Cx 520 N	17 N		
14	5401	GERMANA		ROCA CAJA	585			8549889	509199
15	5402	GERMANA		ROCA CAJA	585			8549876	510551
16	5403	GERMANA		ROCA CAJA	585			8549430	512124
17	5404	GERMANA		ROCA CAJA	585			8550663	511460
18	5405	GERMANA		ROCA CAJA	585			8550837	511844
19	5406	GERMANA		ROCA CAJA	585			8550837	511844
20	5430	GERMANA	OLGA	VETA	585			8549583	510980
21	5431	GERMANA	OLGA	VETA	585			8549573	511171

**Tabla N° 03.** Referencia de las muestras pertenecientes al Área Germana (Veta Yaquel, Veta Germana y Zona superficial).



**Fotografía 2.-** Fotografía de la veta Esperanza.

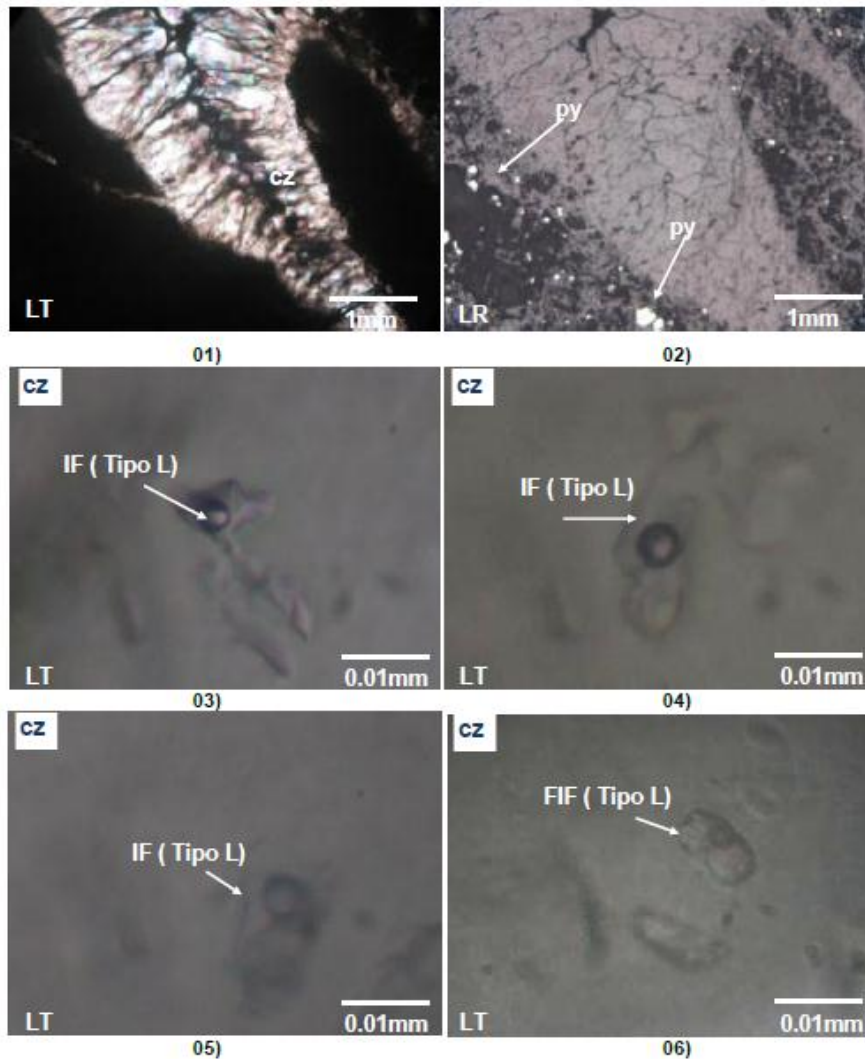
4.1.1 Estudios De Inclusiones De Fluidos  
MINA GERMANA - VETA YAQUEL  
MUESTRA 38328 - Nivel 520 GL 984W



**Fotografía 3.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38328.

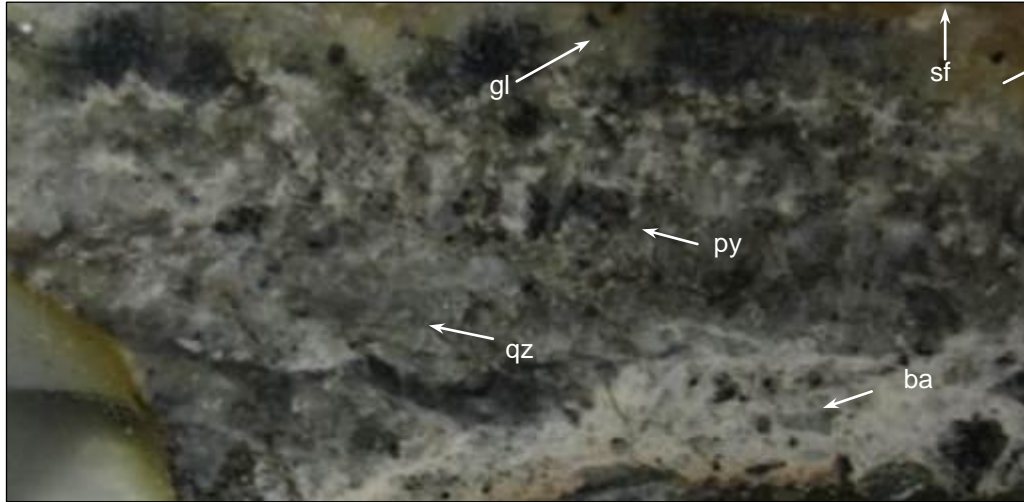
**Descripción Microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas alargadas con tamaños menores a 1.2 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, marcasita y hematita. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 14  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas, alargadas y redondeadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .



**Fotomicrografía 01 al 06.- (01 y 02)** En los cristales de cuarzo (cz) fueron ubicados las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF) se presenta asociada a la mineralización. (LT; Obj. 4x). **(03 al 06)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $14\mu\text{m}$  y grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

## MUESTRA 38330 Nivel 520 GL984W



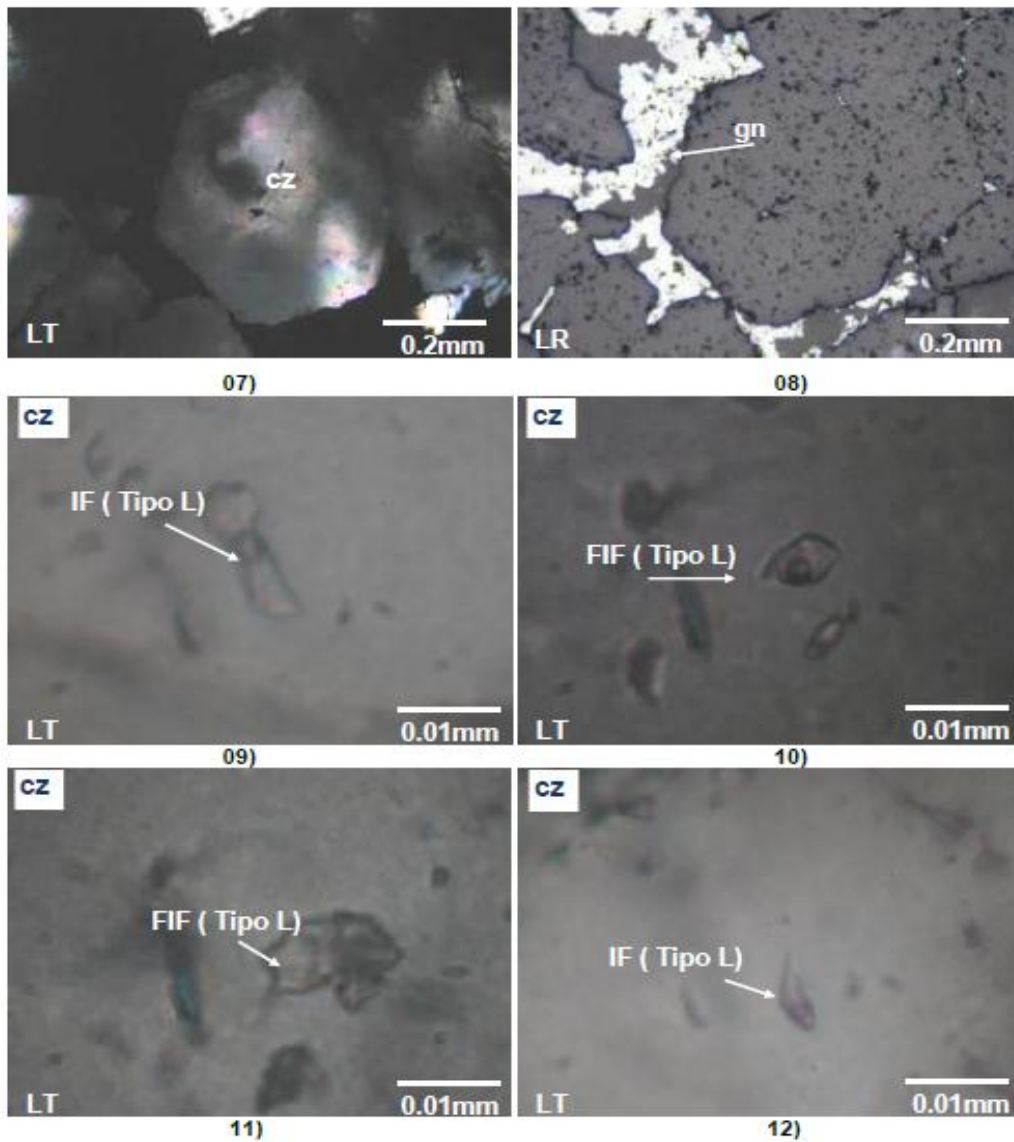
**Fotografía 4.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38330.

### **Descripción Microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños menores a 2 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, calcopirita, esfalerita y galena. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 12  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas, tabulares y redondeadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 3.2 mm. Se presenta relleno de cavidades en la muestra. Se observa con abundante inclusiones fluidas (IF) menores a 2  $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.





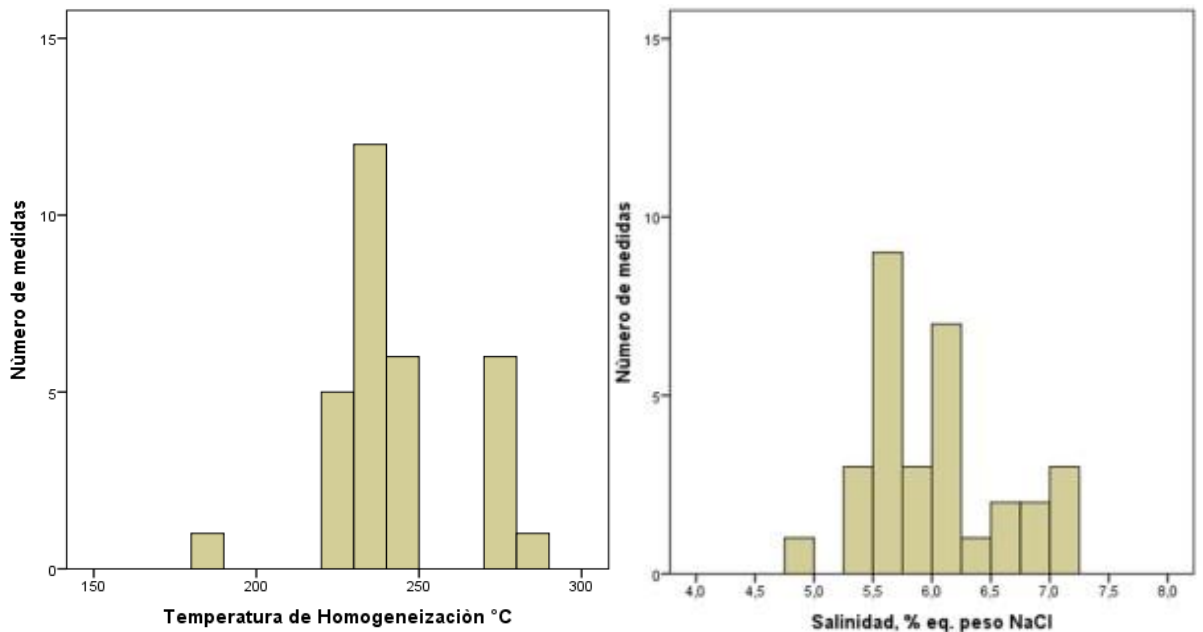
**Fotomicrografía 07 al 12.- (07 y 08)** En los cristales de cuarzo (cz) fueron ubicados las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF) se presenta asociada a la mineralización en este caso con la galena (gn). (LT; Obj. 10x). **(09 al 12)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $12\mu\text{m}$  y grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

**Análisis microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad** De la tabla 4 se obtuvieron los histogramas, los cuales se representan en las figuras 2 y 3. Se aprecia que las temperaturas de homogeneización ( $T_h$ °C) están comprendidas entre 180 °C y 290 °C con salinidades entre 4% y 8% eq. peso de NaCl.

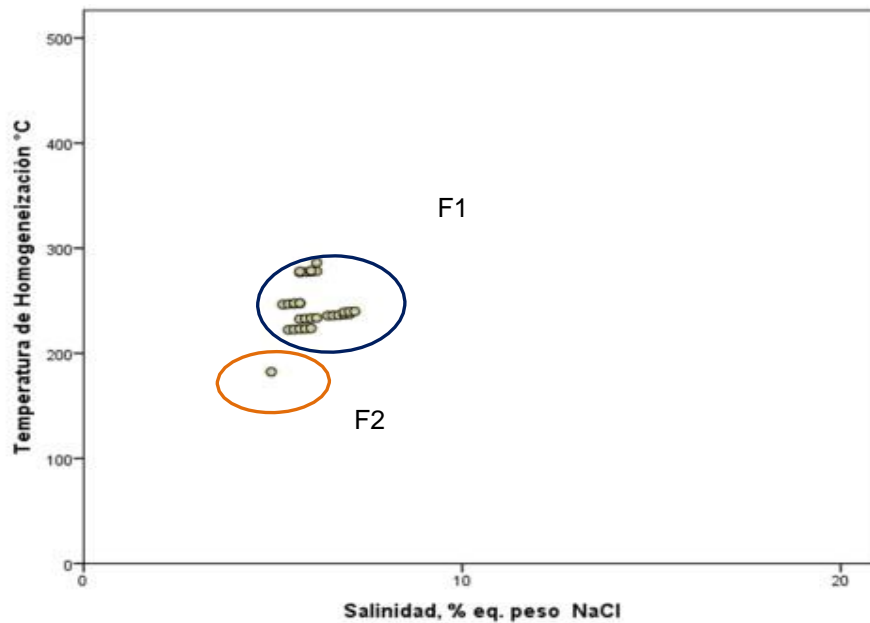
**Tabla 4.-** Datos microtermométricos de la Mina Germana-Veta Yaquel.

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38329	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	3.5	232.5	5.71	1.0985	20.6
38329	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.6	232.9	5.86	1.0983	20.8
38329	3	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3.7	233.4	6.01	1.098	20.9
38329	4	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	3.8	233.7	6.16	1.0979	21
38329	1	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	4	235.8	6.45	1.0968	21.8
38329	2	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	4.1	235.9	6.59	1.0967	21.8
38329	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	4.2	236.3	6.74	1.0965	22
38329	4	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4.3	236.9	6.88	1.0962	22.2
38329	5	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4.4	237.1	7.02	1.0961	22.3
38329	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4.3	239.1	6.88	1.095	23.1
38329	2	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4.4	239.5	7.02	1.0948	23.2
38329	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	4.5	239.8	7.17	1.0947	23.3
38330	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.3	222.3	5.41	1.1041	17.2
38330	2	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3.4	222.7	5.56	1.1039	17.4
38330	3	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.5	223	5.71	1.1037	17.5
38330	4	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.6	223.3	5.86	1.1036	17.6
38330	5	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.7	223.8	6.01	1.1033	17.7
38330	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.5	276.9	5.71	1.0786	41.8
38330	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.6	277.3	5.86	1.0784	42.1
38330	3	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3.7	277.5	6.01	1.0784	42.2
38330	4	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	3.5	277.8	5.71	1.0783	42.4
38330	5	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.8	278.1	6.16	1.0782	42.6
38330	6	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3.7	278.5	6.01	1.078	42.8
38330	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3	182.3	4.96	1.128	8
38330	1	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	3.2	246.4	5.26	1.0914	26
38330	2	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	3.3	246.8	5.41	1.0912	26.2
38330	3	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.4	247.1	5.56	1.091	26.3
38330	4	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.5	247.4	5.71	1.0909	26.5
38330	5	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	3.4	247.5	5.56	1.0908	26.5
38330	6	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	3.5	247.8	5.71	1.0907	26.6
38330	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.8	286.3	6.16	1.0756	47.9

**NOTA:** La diferencia de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.



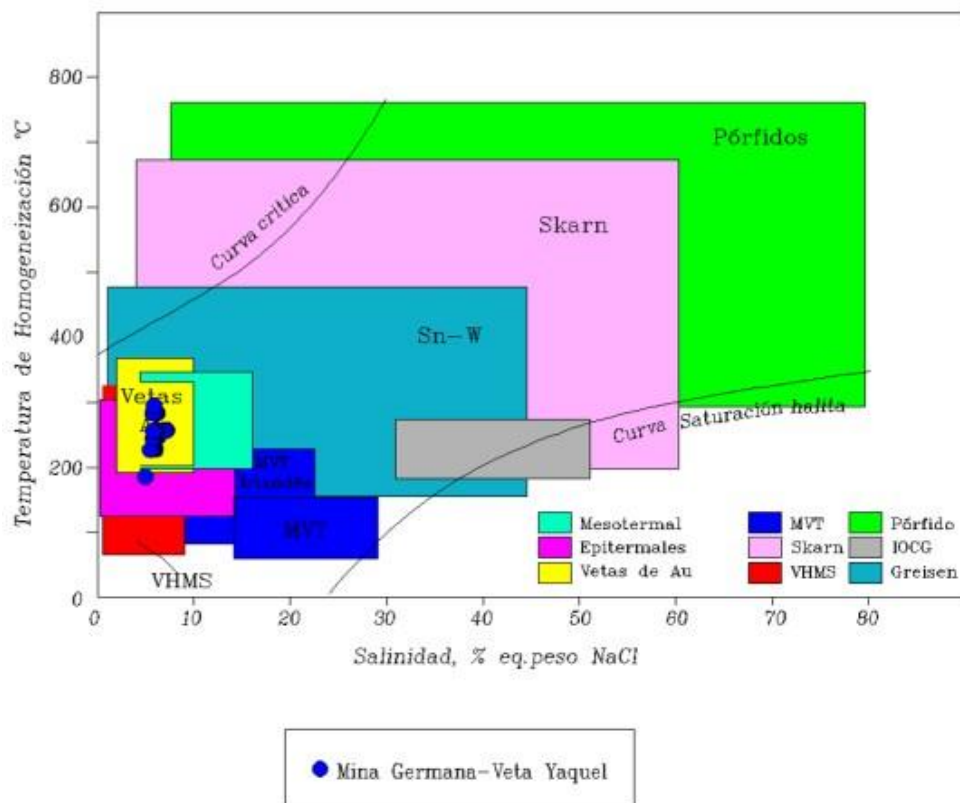
**Figuras N° 6 al 7.-** 6) Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; 7) Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia. De las dos graficas se observa que hay temperaturas bajas, medias y altas con diferente contenido se sal.



**Figura 8.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.



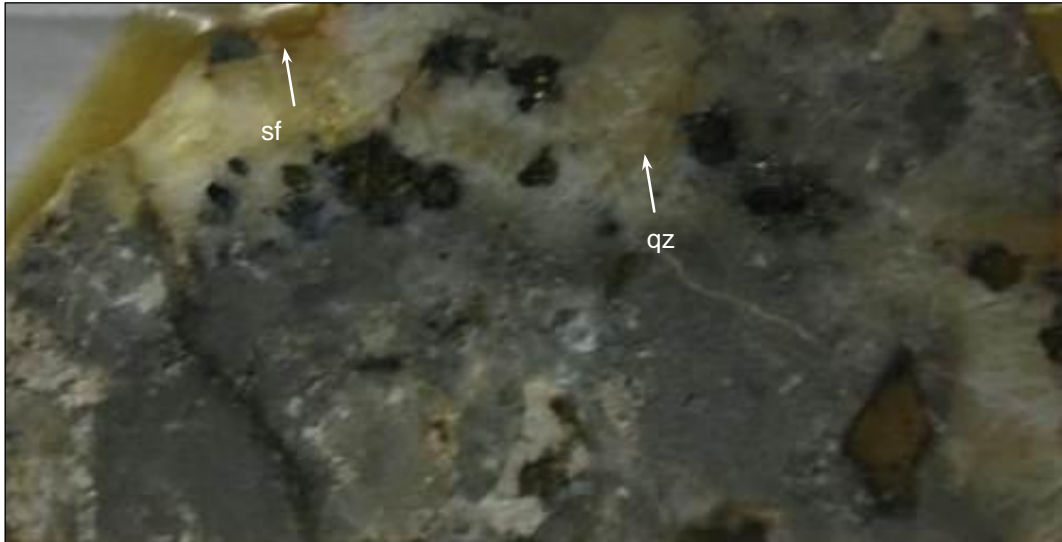
De la **figura 8** se puede observar dos poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 230°C y 290°C con salinidad aproximadamente 5% y 8% eq. peso NaCl; la **segunda población (F2)** presenta temperatura de homogeneización (Th°C) entre 180°C y 200°C aproximadamente con salinidades comprendidas entre 4% y 5% eq. peso NaCl.



**Figura 9.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Yaquel (modificado de Wilkinson, 2001).

De la **figura 9** se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos, las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de Vetas de Oro. Esto explica por qué la veta Germana arrojaba valores de hasta 3 g/t Au. En la actualidad las vetas de la mina Germana son catalogadas como un Epitermal de Baja Sulfuración.

**MINA GERMANA - VETA GERMANA MUESTRA 38320 Nivel 520  
GL992W**

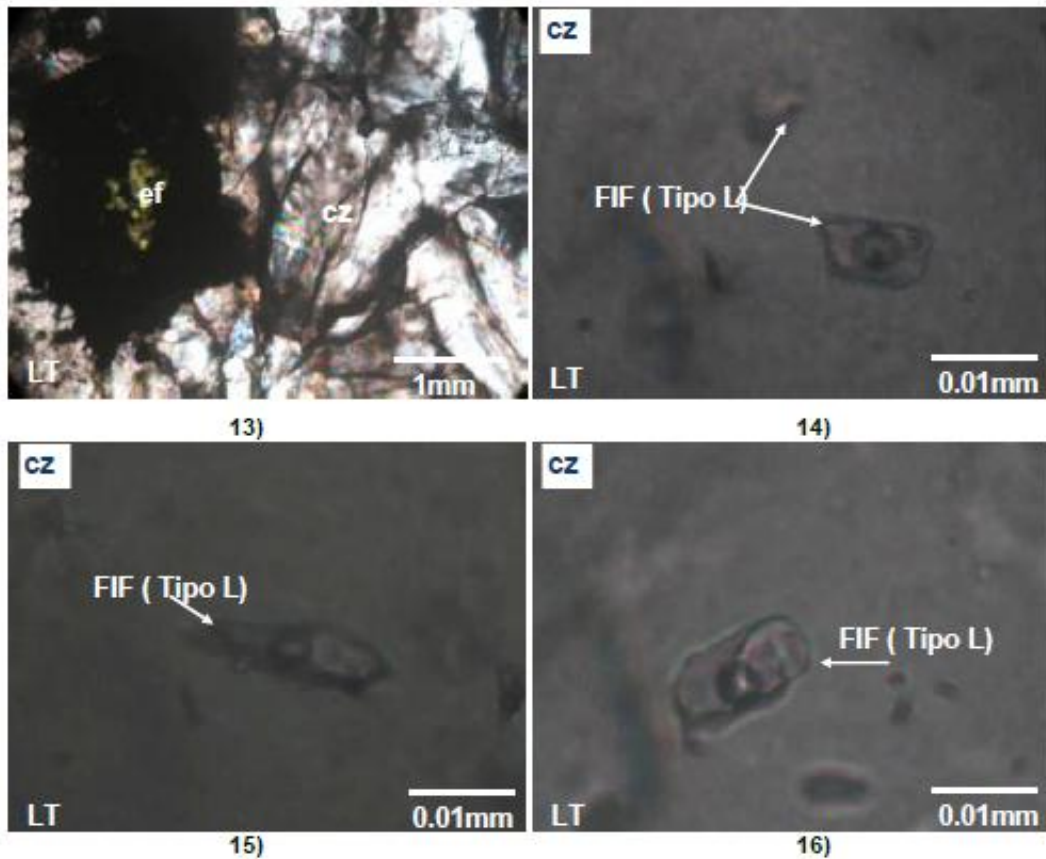


**Fotografía 5.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38320.

**Descripción Microscópica**

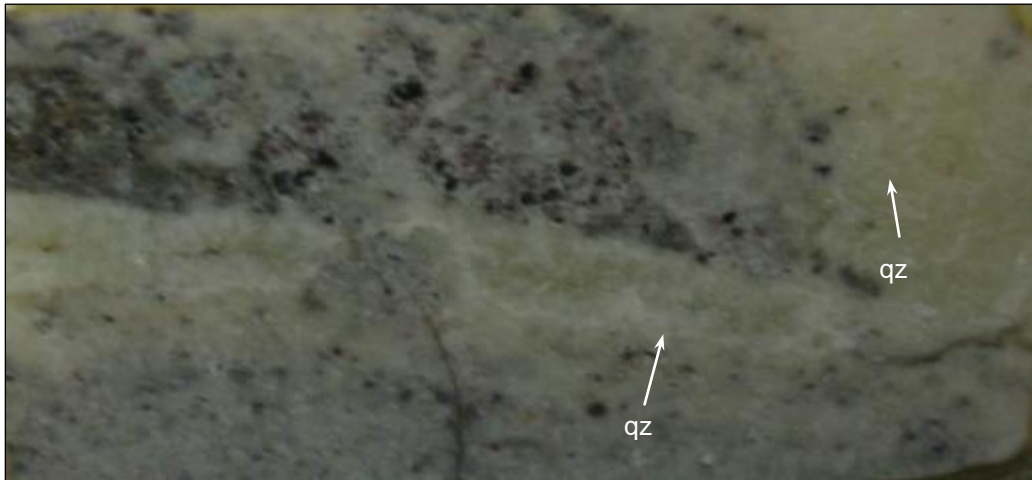
El **cuarzo** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas alargadas con tamaños menores a 3.5 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, galena, calcopirita y cobres grises. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 74  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas, alargadas y redondeadas con grado de relleno de 0.80 y 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita ocurre** como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 3.2 mm. Se presenta relleno de cavidades en la muestra. Se observa con abundantes inclusiones fluidas (IF) monofásicas líquidas, por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.



**Fotomicrografía 13 al 16.-** (13) En los cristales de cuarzo (cz) fueron ubicados las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). La esfalerita (ef) se presenta asociada con el cuarzo donde se ubican IF monofásicas líquidas. (LT; Obj. 4x). (14 al 16) Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $22\mu\text{m}$  y grado de relleno de 0.80 y 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida.

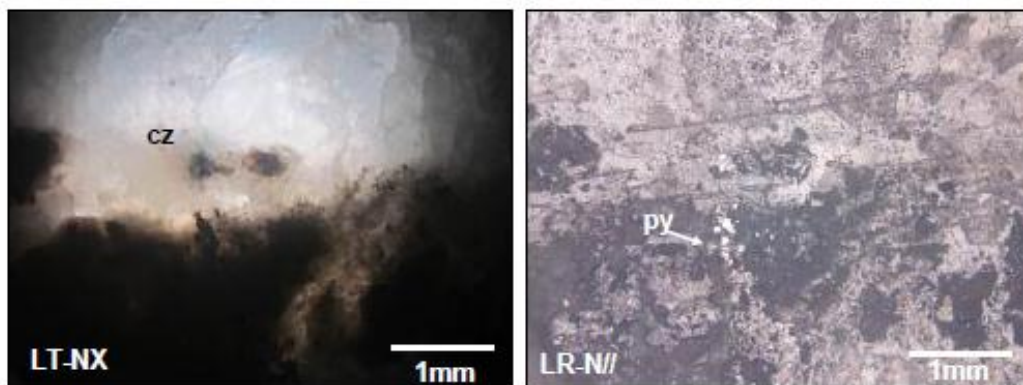
## MUESTRA 38322 Nivel 520 GL 992W8



**Fotografía 6.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38322.

### Descripción Microscópica

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales con formas irregulares de tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización. Se observa Inclusiones Fluidas (IF) con tamaños menores a 2  $\mu\text{m}$ . Por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.



**Fotomicrografía 17 y 18.-** El cuarzo (cz) se presenta asociado a la pirita (py) que esta diseminada en el cristal. (LT-NX; LR-N//; Obj. 2.5x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nicoles Cruzados. N//: Nicoles Paralelos.

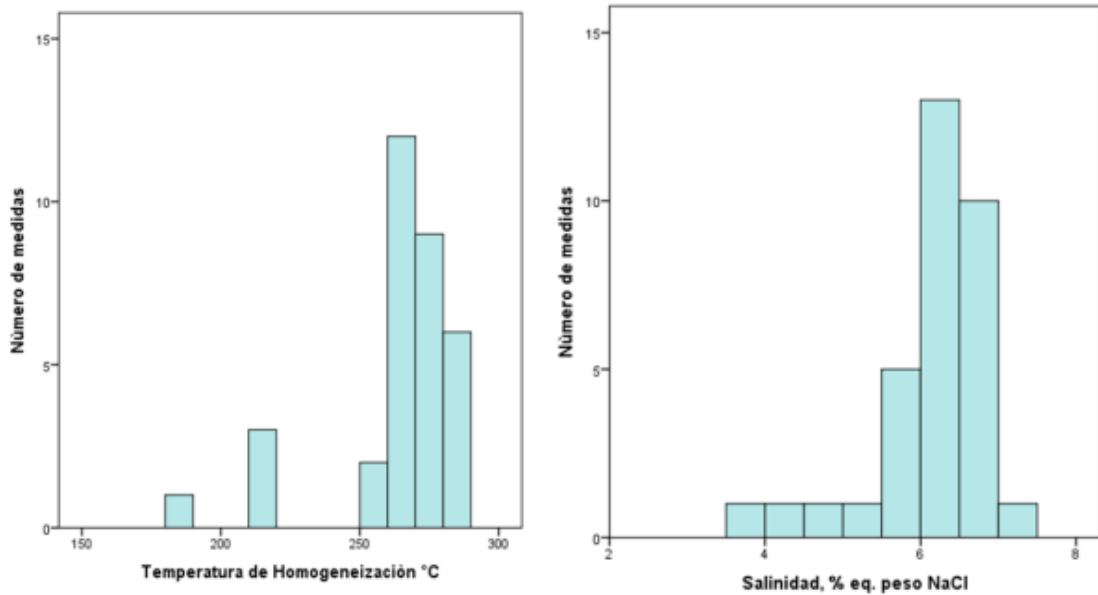
## Análisis microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad

De la tabla 5 se obtuvieron los histogramas, los cuales se representan en las figuras 10 y 11. Se aprecia que las temperaturas de homogeneización (Th°C) están comprendidas entre 180 °C y 280 °C con salinidades entre 4% y 8% eq. peso de NaCl.

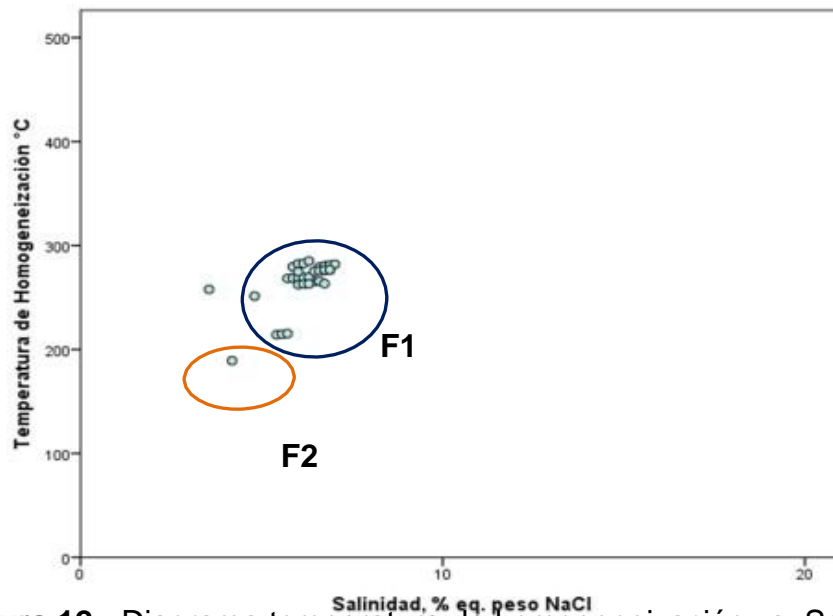
MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38320	1	P-Lw	cz	BIF	74	0.9	3.9	264.8	6.3	1.0831	34.9
38320	2	P-Lw	cz	BIF	60	0.9	4	265.3	6.45	1.0829	35.1
38320	3	P-Lw	cz	BIF	68	0.9	4.1	265.7	6.59	1.0828	35.4
38320	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	4.1	279.3	6.59	1.0778	43.3
38320	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	4.2	280.5	6.74	1.0774	44.1
38320	2	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	4.3	281.3	6.88	1.0771	44.6
38320	3	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	4.4	281.9	7.02	1.0769	45
38320	1	P-Lw	cz	BIF	24	0.9	3.5	268.3	5.71	1.0817	36.8
38320	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	3.6	268.7	5.86	1.0816	37
38320	3	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	3.7	268.9	6.01	1.0815	37.1
38320	4	P-Lw	cz	BIF	32	0.9	3.8	269.3	6.16	1.0814	37.4
38320	5	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	3.9	269.5	6.3	1.0813	37.5
38320	1	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	3.6	279.5	5.86	1.0777	43.5
38320	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	3.7	282.3	6.01	1.0768	45.3
38320	3	P-Lw	cz	BIF	22	0.9	3.8	282.7	6.16	1.0767	45.5
38320	4	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	3.9	285.1	6.3	1.0759	47.1
38320	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	3.7	274.8	6.01	1.0793	40.6
38320	1	P-Lw	cz	BIF	60	0.9	4.2	263.3	6.74	1.0837	34.1
38320	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4	275.3	6.45	1.0791	40.9
38320	2	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	4.1	275.8	6.59	1.079	41.2
38320	3	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	4.2	275.9	6.74	1.0789	41.2
38320	4	P-Lw	cz	BIF	5	0.9	4.3	276.3	6.88	1.0788	41.5
38320	5	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4.2	276.5	6.74	1.0787	41.6
38320	6	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	4.3	276.7	6.88	1.0787	41.7
38320	1	P-Lw	cz	BIF	6	0.8	3.3	214.2	5.41	1.1088	14.9
38320	2	P-Lw	cz	BIF	8	0.8	3.4	214.7	5.56	1.1085	15
38320	3	P-Lw	cz	BIF	8	0.8	3.5	215.3	5.71	1.1081	15.2
38320	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.8	2.5	189.2	4.18	1.1238	9.2
38320	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.8	2.9	251.3	4.8	1.089	28.2
38320	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.8	2.1	257.8	3.55	1.0861	31.3
38320	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.8	3.7	262.3	6.01	1.0842	33.5
38320	2	P-Lw	cz	BIF	12	0.8	3.8	262.9	6.16	1.0839	33.9
38320	3	P-Lw	cz	BIF	16	0.8	3.9	263.1	6.3	1.0838	34

**NOTA:** Las diferencias de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.

**Tabla 5.-** Datos microtermométricos de la muestra la Mina Germana-Veta Germana

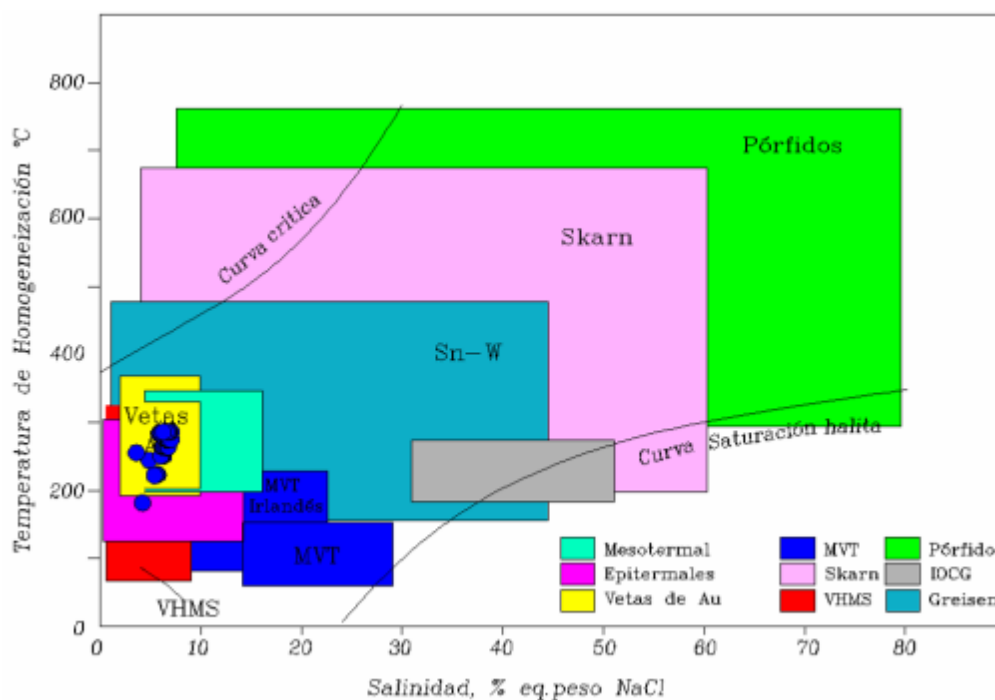


**Figuras 10 al 11.-** 10) Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; 11) Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.



**Figura 12.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.

De la figura 12 se puede observar dos poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 210°C y 280°C con salinidad aproximadamente 5% y 8% eq. peso NaCl; y la **segunda población (F2)** presenta temperaturas de homogeneización (Th°C) entre 180°C y 200°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 4% y 5 eq. peso NaCl.

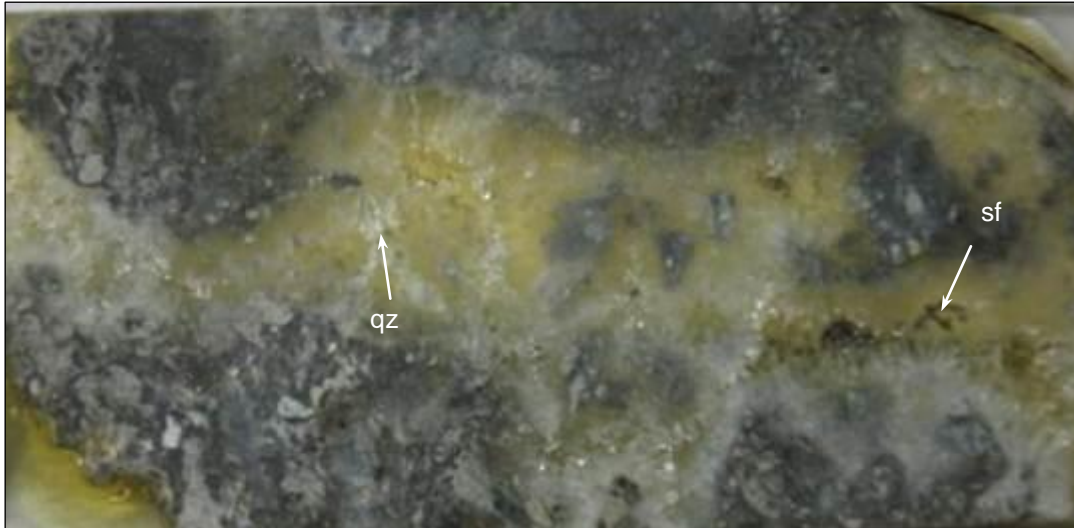


**Figura 13.-** Diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Germana (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 13 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de vetas de oro.



**MINA NANCY LUZ - VETA ESPERANZA MUESTRA 38307 Nivel 520 Cx  
2965**



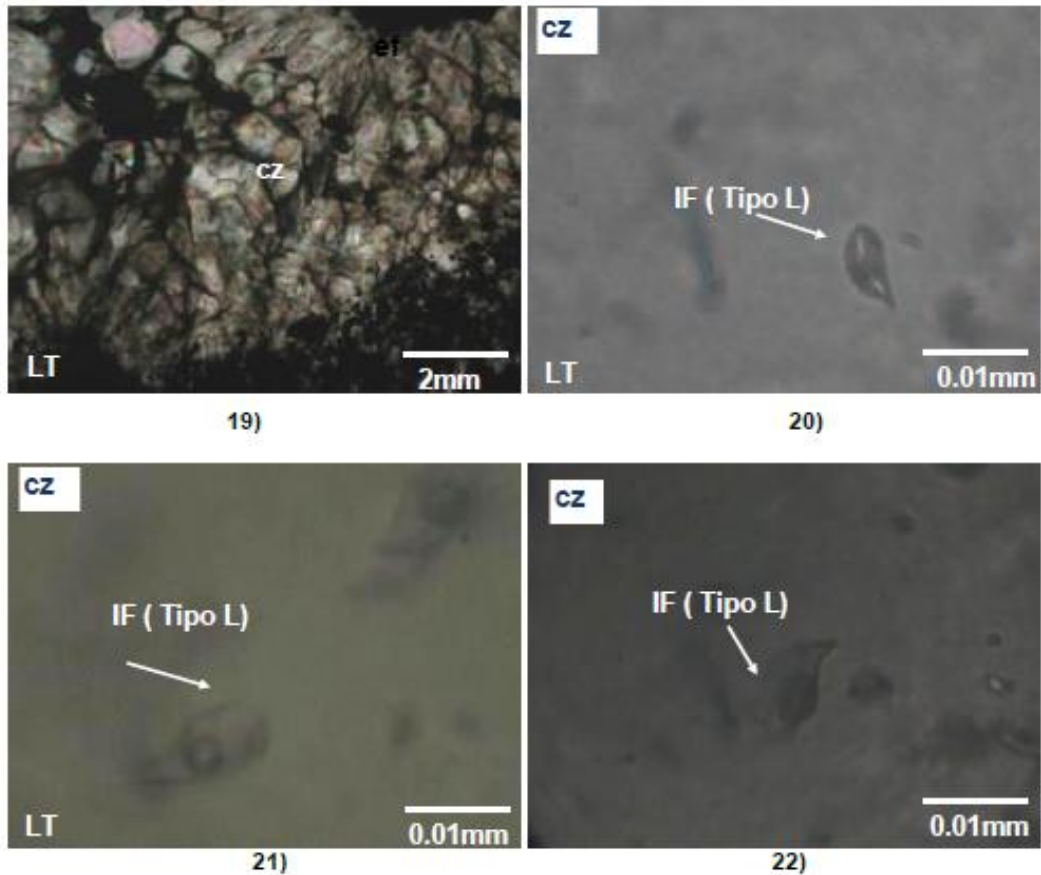
**Fotografía 7.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38307.

**Descripción Microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas prismáticas e irregulares con tamaños menores a 3 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, esfalerita y galena. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 32  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita ocurre** como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 0.6 mm. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa IF menores a 2  $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado la microtermometría en este cristal.





**Fotomicrografía 19 al 22.-** (19) Los cuarzos (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas. (LT; Obj. 2.5x). (20 al 22) Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) con tamaños menores a  $20\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

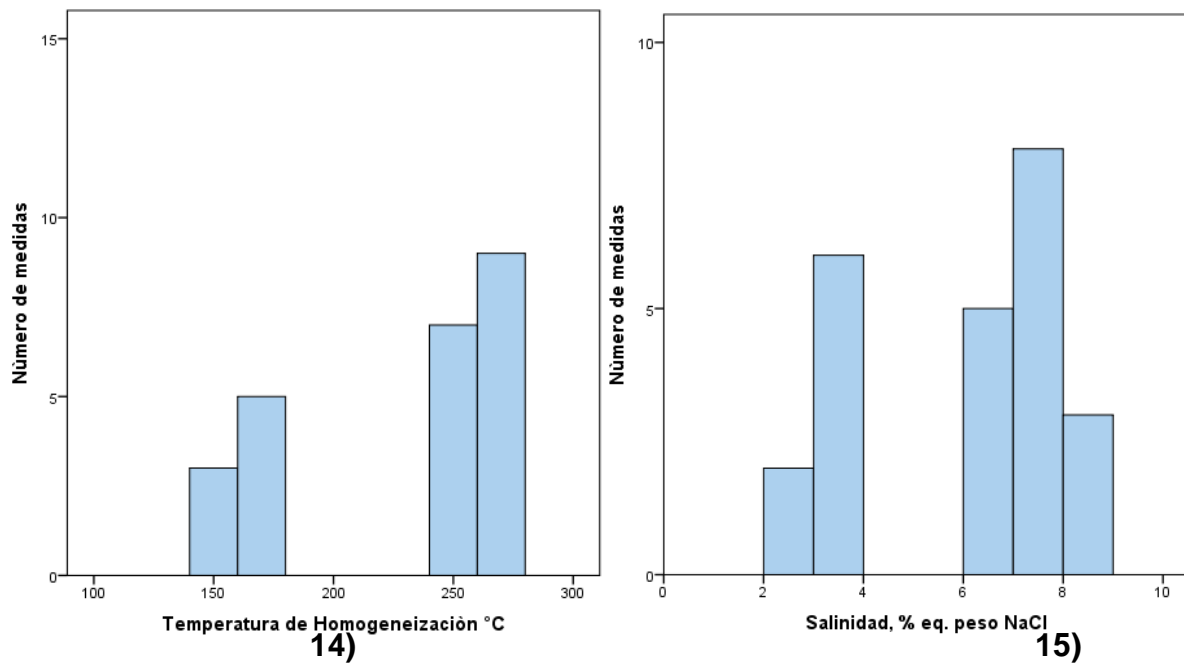
### **Análisis microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad**

De la tabla 6 se obtuvieron los histogramas, los cuales se representan en las figuras 14 y 15. Se pueden apreciar que las temperaturas de homogeneización ( $T_h^{\circ}\text{C}$ ) están comprendidas entre  $140^{\circ}\text{C}$  y  $280^{\circ}\text{C}$  con salinidades entre 2% y 9% eq. peso de NaCl.

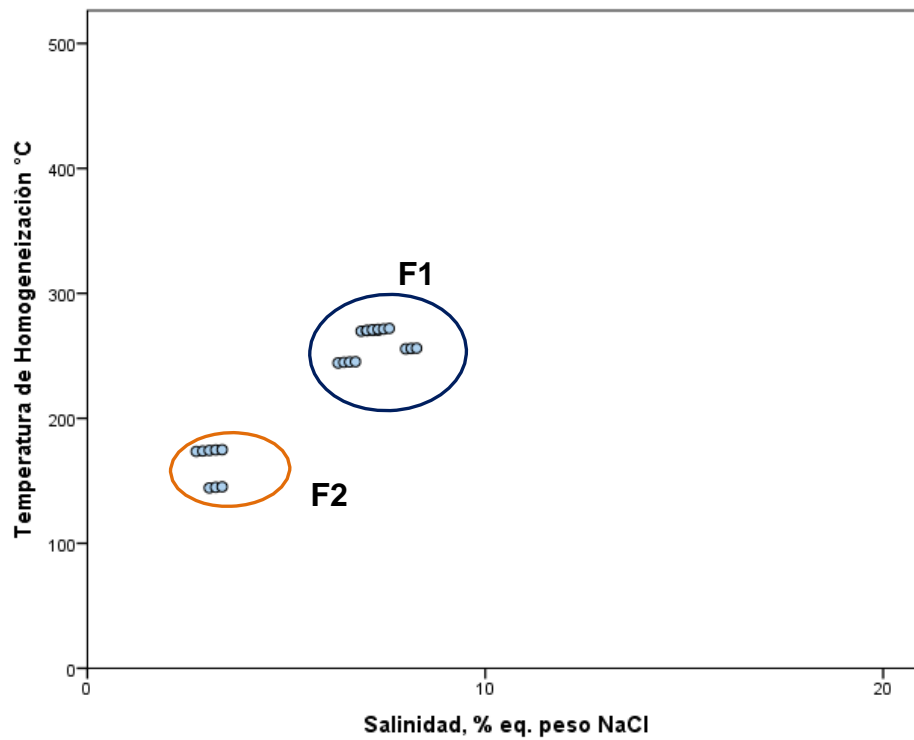
**Tabla 6.-** Datos microtermométricos de la muestra Mina Nancy Luz-Veta Esperanza.

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38307	1	P-Lw	cz	BIF	16	0.8	4.3	269.7	6.88	1.0812	37.6
38307	2	P-Lw	cz	BIF	18	0.8	4.4	270.1	7.02	1.081	37.8
38307	3	P-Lw	cz	BIF	14	0.8	4.5	270.3	7.17	1.081	37.9
38307	4	P-Lw	cz	BIF	16	0.8	4.6	270.5	7.31	1.0809	38
38307	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	1.8	144.3	3.06	1.1497	3.1
38307	2	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	1.9	144.8	3.23	1.1495	3.1
38307	3	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	2	145.2	3.39	1.1493	3.2
38307	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.8	4.4	270.3	7.02	1.081	37.9
38307	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.8	4.5	270.8	7.17	1.0808	38.2
38307	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.8	4.6	271.2	7.31	1.0806	38.4
38307	4	P-Lw	cz	BIF	12	0.8	4.7	271.4	7.45	1.0806	38.6
38307	5	P-Lw	cz	BIF	8	0.8	4.8	271.9	7.59	1.0804	38.8
38307	1	P-Lw	cz	BIF	32	0.9	5.1	255.6	8	1.0871	30.2
38307	2	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	5.2	255.9	8.14	1.0869	30.3
38307	3	P-Lw	cz	BIF	40	0.9	5.3	256.1	8.28	1.0868	30.4
38307	1	P-Lw	cz	BIF	28	0.9	3.9	244.3	6.3	1.0924	25.1
38307	2	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	4	244.8	6.45	1.0922	25.4
38307	3	P-Lw	cz	BIF	32	0.9	4.1	245.1	6.59	1.092	25.5
38307	4	P-Lw	cz	BIF	26	0.9	4.2	245.3	6.74	1.0919	25.6
38307	1	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	1.6	173.5	2.74	1.1333	6.6
38307	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	1.7	173.8	2.9	1.1331	6.6
38307	3	P-Lw	cz	BIF	22	0.9	1.8	174.3	3.06	1.1328	6.7
38307	4	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	1.9	174.7	3.23	1.1326	6.8
38307	5	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2	174.9	3.39	1.1325	6.8

**NOTA:** La diferencia de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.

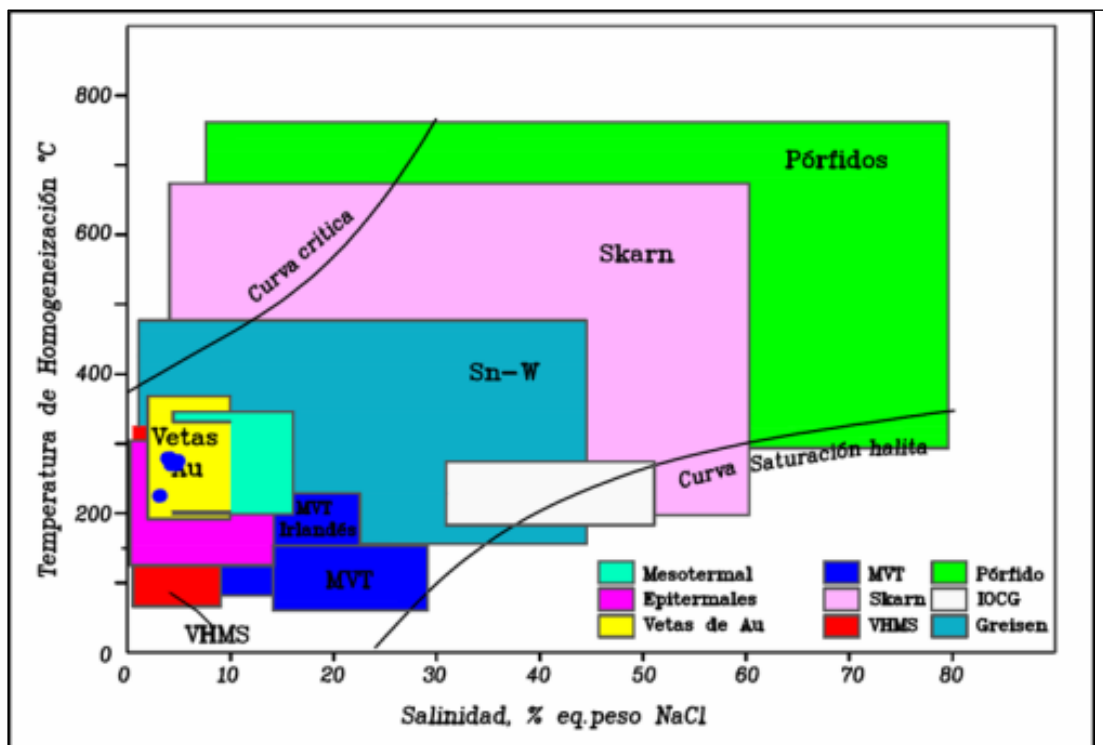


**Figuras 14 al 15.-** 14) Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; 15) Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.



**Figura 16.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos – Mina Nancy Luz – Veta Esperanza

De la figura 16 se puede observar dos poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 240°C y 280°C con salinidad aproximadamente 6% y 9% eq. peso NaCl; y la **segunda población (F2)** presenta temperaturas de homogeneización (Th°C) entre 140°C y 180°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 2% y 4% eq. peso NaCl.

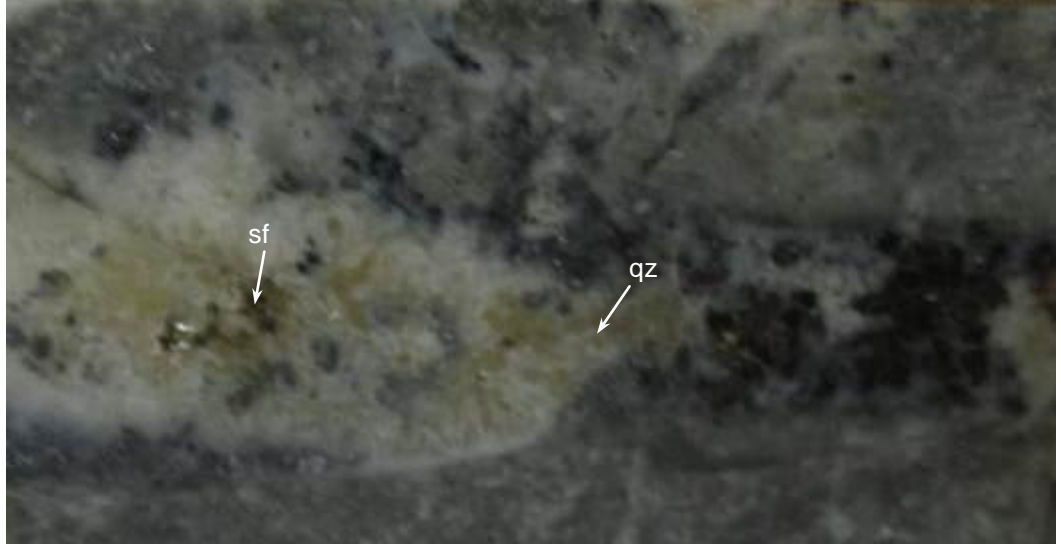


**Figura 17.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Nancy Luz – Veta Esperanza (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 17 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de vetas de oro.

## MINA NANCY LUZ - VETA CAMUCHA

### MUESTRA 38223 Nivel 520 Tj 535W-500



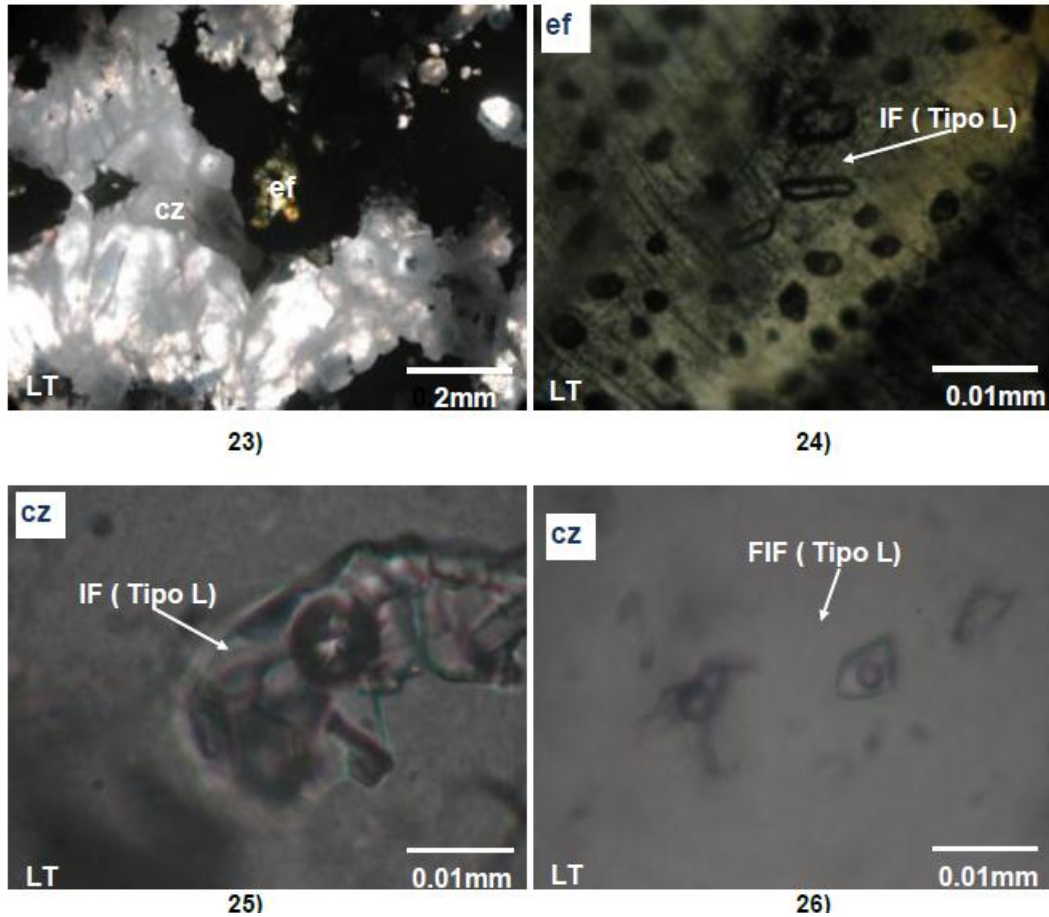
**Fotografía 8.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38223.

#### **Descripción Microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas con tamaños menores a 2.4 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, calcopirita, esfalerita, galena y cobres grises. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zoneamiento) con tamaños comprendidos entre 8  $\mu\text{m}$  y 42  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada, alargada y redondeadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas y alargadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados IF

(Inclusiones Fluidas) monofásicas líquidas y de vapor.



**Fotomicrografía 23 al 26.- (23)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). (LT; Obj. 2.5x). **(24)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a  $10\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(25 y 26)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $64\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

## MUESTRA 38224 Nivel 520 Tj535W-500



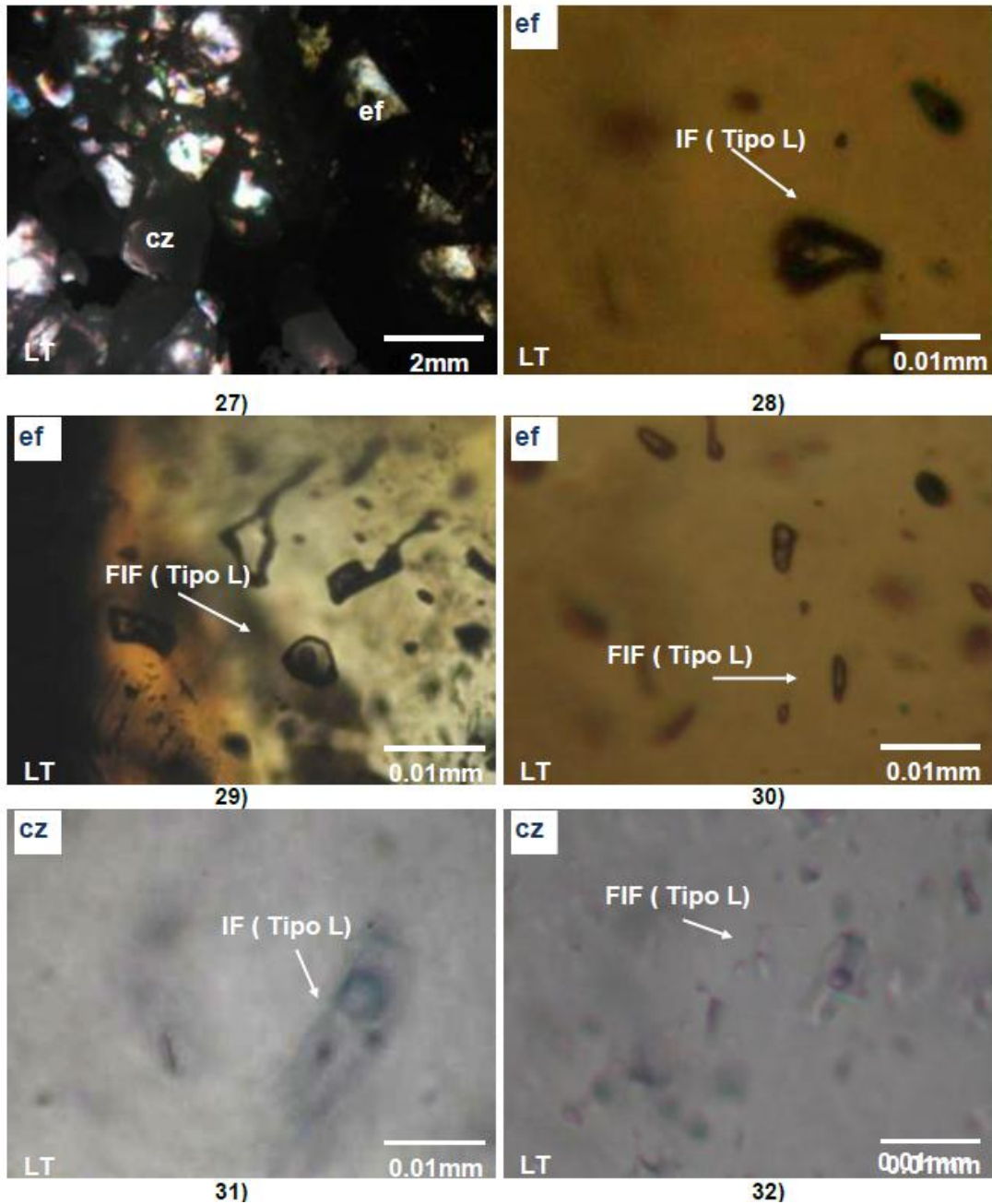
**Fotografía 9.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38224.

### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños menores a 0.5 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, calcopirita, esfalerita, galena, cobres grises y bournonita. Presentan escasas inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños comprendidos entre 6  $\mu\text{m}$  y 30  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y redondeadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 40  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas, regulares y alargadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF



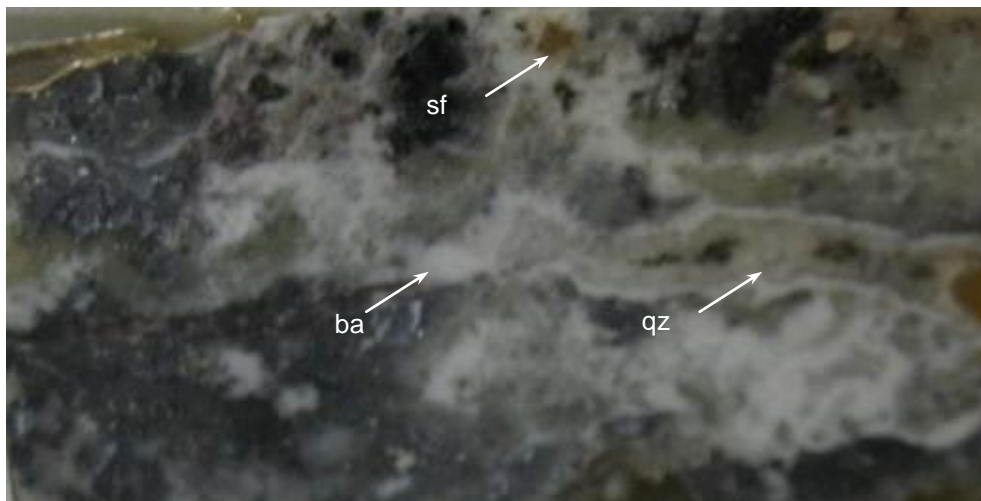


**Fotomicrografía 27 al 32.- (27)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). (LT; Obj. 2.5x). **(28 al 29)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 30µm con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(30 y 32)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas



(FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $30\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

#### **MUESTRA 38309 Nivel 520 By Pass 430W**



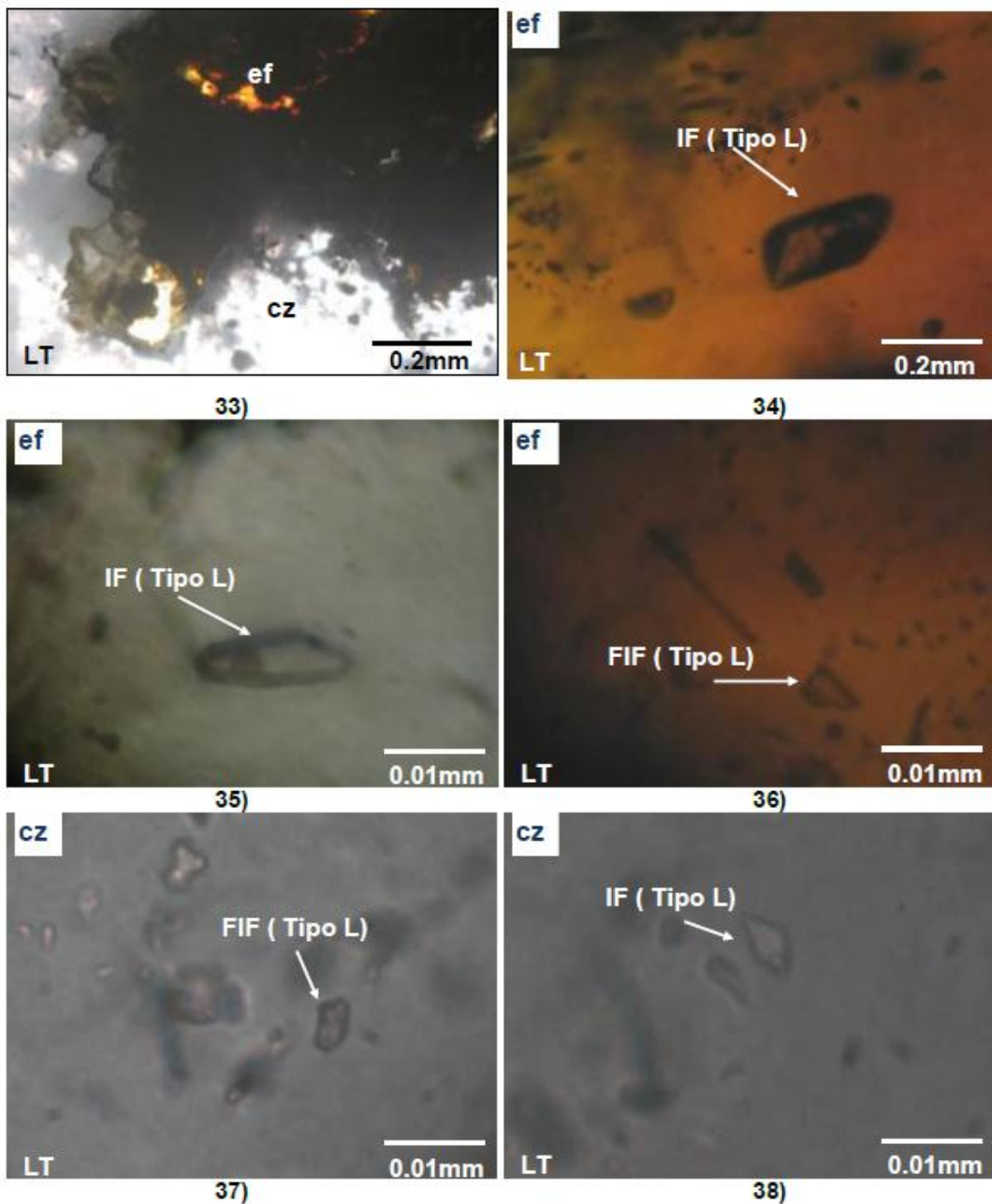
**Fotografía 10.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38309.

#### **Descripción Microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños menores a 2 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, calcopirita, esfalerita y galena. Presentan escasas inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a  $6\mu\text{m}$ , de formas ovalada y tabulares con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a  $2\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con

tamaños menores a  $16\ \mu\text{m}$ , de formas ovaladas y alargadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF monofásicas líquidas.



**Fotomicrografía 33 al 38.- (33)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF). (LT; Obj. 2.5x). **(34 al 36)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a  $16\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(37 y 38)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $6\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

#### **Análisis microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad**

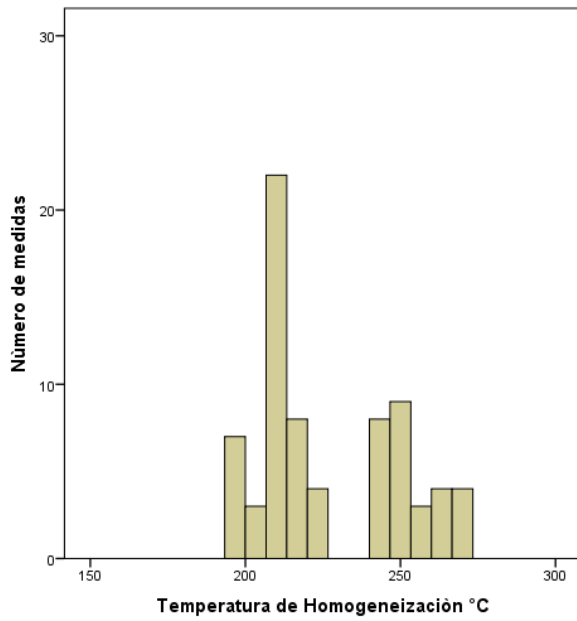
De la tabla 7 se obtuvieron los histogramas, los cuales se representan en las figuras 14 y 15. Se puede apreciar que las temperaturas de homogeneización ( $T_h$ °C) están comprendidos entre 150 °C y 280 °C con salinidades entre 2% y 7,5% eq. peso de NaCl.

**Tabla 7.-** Datos microtermométricos de la Mina Nancy Luz – Veta Camucha.

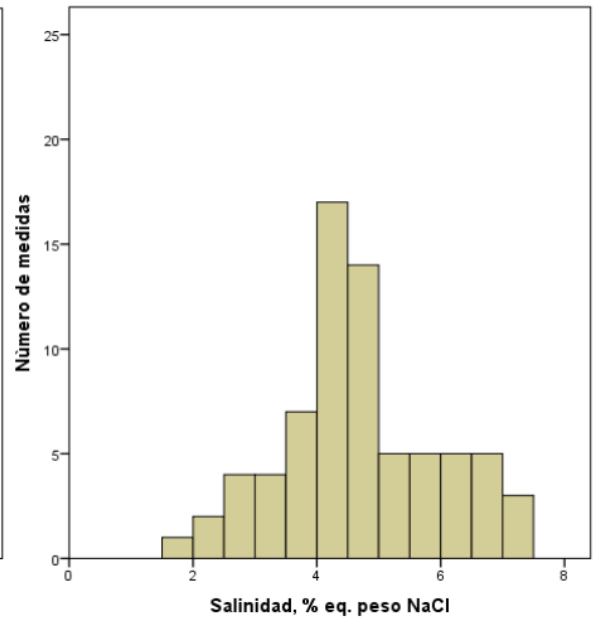
MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38223	1	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2.1	203.5	3.55	1.1151	12.2
38223	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	2.2	203.8	3.71	1.115	12.3
38223	3	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	2.3	204.3	3.87	1.1147	12.4
38223	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	2.3	208.5	3.87	1.1121	13.4
38223	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	2.4	209	4.03	1.1119	13.5
38223	3	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2.5	209.3	4.18	1.1117	13.6
38223	4	P-Lw	cz	BIF	26	0.9	2.6	209.7	4.34	1.1114	13.7
38223	5	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	2.5	210.1	4.18	1.1112	13.8
38223	6	P-Lw	cz	BIF	28	0.9	2.6	210.2	4.34	1.1111	13.8
38223	1	P-Lw	ef	BIF	20	0.9	3	244.8	4.96	1.0922	25.4
38223	2	P-Lw	ef	BIF	26	0.9	3.1	245.1	5.11	1.092	25.5
38223	3	P-Lw	ef	BIF	18	0.9	3.2	245.4	5.26	1.0919	25.6
38223	4	P-Lw	ef	BIF	22	0.9	3.3	245.7	5.41	1.0917	25.7
38223	5	P-Lw	ef	BIF	20	0.9	3.4	245.9	5.56	1.0916	25.8
38223	6	P-Lw	ef	BIF	26	0.9	3.5	246.1	5.71	1.0915	25.9
38223	7	P-Lw	ef	BIF	24	0.9	3.4	246.3	5.56	1.0914	26
38223	1	P-Lw	cz	BIF	28	0.9	2.8	261.3	4.65	1.0846	33
38223	2	P-Lw	cz	BIF	34	0.9	2.9	261.7	4.8	1.0844	33.2
38223	3	P-Lw	cz	BIF	38	0.9	3	262	4.96	1.0843	33.4
38223	4	P-Lw	cz	BIF	36	0.9	3.1	262.5	5.11	1.0841	33.7
38223	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.7	219.2	4.49	1.1059	16.3
38223	2	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	2.8	219.5	4.65	1.1057	16.4
38223	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.9	219.9	4.8	1.1055	16.5
38223	4	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3	220.1	4.96	1.1054	16.6
38223	5	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.8	220.3	4.65	1.1053	16.6
38223	6	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	2.9	220.5	4.8	1.1052	16.7
38223	1	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	2.4	210.7	4.03	1.1108	14
38223	2	P-Lw	cz	BIF	24	0.9	2.5	211.3	4.18	1.1105	14.1
38223	3	P-Lw	cz	BIF	26	0.9	2.6	211.7	4.34	1.1103	14.2
38223	4	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	2.7	211.9	4.49	1.1101	14.3

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øμ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38223	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.5	271.8	5.71	1.0804	38.8
38223	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.6	272.3	5.86	1.0802	39.1
38223	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.7	272.5	6.01	1.0802	39.2
38223	4	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3.8	272.7	6.16	1.0801	39.3
38223	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.1	208.6	3.55	1.1121	13.4
38223	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.2	209.4	3.71	1.1116	13.6
38223	3	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	2.3	209.5	3.87	1.1116	13.7
38223	4	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	2.4	209.7	4.03	1.1114	13.7
38223	5	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	2.5	210	4.18	1.1113	13.8
38223	1	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	2.8	211.9	4.65	1.1101	14.3
38223	2	P-Lw	cz	BIF	36	0.9	2.9	211.9	4.8	1.1101	14.3
38223	3	P-Lw	cz	BIF	0	0.9	3	211.9	4.96	1.1101	14.3
38223	4	P-Lw	cz	BIF	42	0.9	3.1	211.9	5.11	1.1101	14.3
38223	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.9	208.4	6.3	1.1122	13.4
38223	2	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	4	208.7	6.45	1.112	13.5
38223	1	P-Lw	ef	BIF	28	0.9	4.2	256.4	6.74	1.0867	30.6
38223	2	P-Lw	ef	BIF	36	0.9	4.3	256.8	6.88	1.0865	30.8
38223	3	P-Lw	ef	BIF	40	0.9	4.4	257.1	7.02	1.0864	30.9
38223	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	4	246.6	6.45	1.0913	26.1
38223	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	4.1	247.1	6.59	1.091	26.3
38223	3	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	4.2	247.4	6.74	1.0909	26.5
38223	4	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	4.3	247.9	6.88	1.0907	26.7
38223	5	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	4.4	248	7.02	1.0906	26.7
38223	6	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	4.5	248.3	7.17	1.0905	26.8
38309	1	P-Lw	cz	BIF	22	0.8	1.7	208.1	2.9	1.1124	13.3
38309	1	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	1.1	219.5	1.91	1.1057	16.4
38309	2	P-Lw	cz	BIF	24	0.9	1.2	219.8	2.07	1.1056	16.5
38309	3	P-Lw	cz	BIF	26	0.9	1.3	220.3	2.24	1.1053	16.6
38309	1	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	2.5	218.7	4.18	1.1062	16.2
38309	2	P-Lw	ef	BIF	12	0.9	2.6	219.3	4.34	1.1058	16.3
38309	3	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	2.7	219.5	4.49	1.1057	16.4
38309	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.6	248.7	4.34	1.0903	27
38309	2	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.8	249	4.65	1.0901	27.2
38309	3	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.7	249.2	4.49	1.09	27.2
38309	4	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.8	249.4	4.65	1.0899	27.3
38309	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	1.7	197.1	2.9	1.119	10.8
38309	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	1.8	197.5	3.06	1.1188	10.9
38309	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	1.9	197.8	3.23	1.1186	10.9
38309	4	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	1.7	198.2	2.9	1.1183	11
38309	5	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	1.9	198.5	3.23	1.1182	11.1
38309	6	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	1.8	198.8	3.06	1.118	11.2
38309	7	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	1.7	199.1	2.9	1.1178	11.2

**NOTA:** Las diferencias de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.

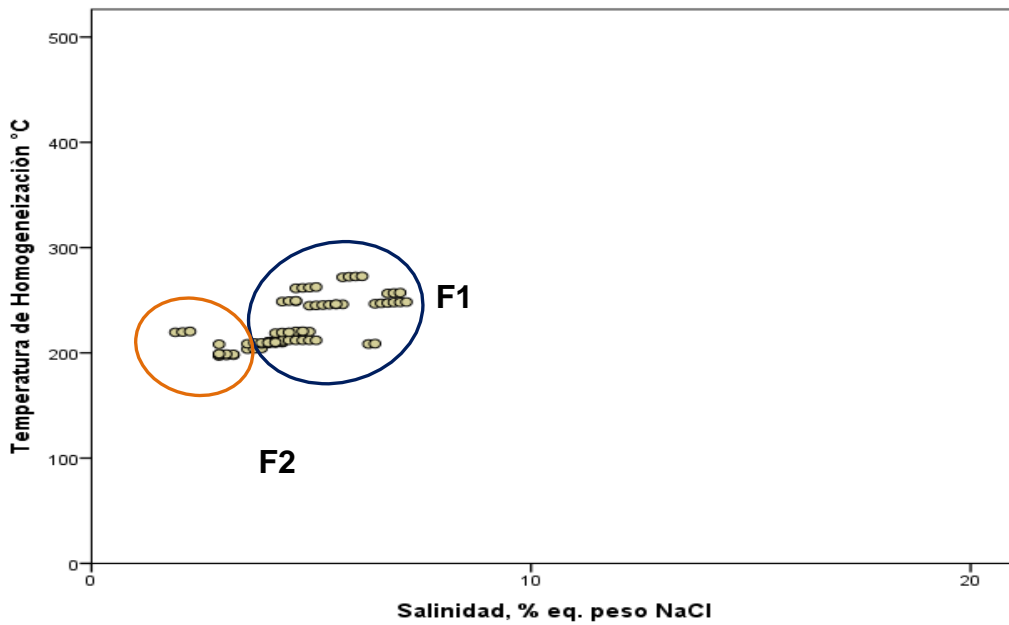


18)



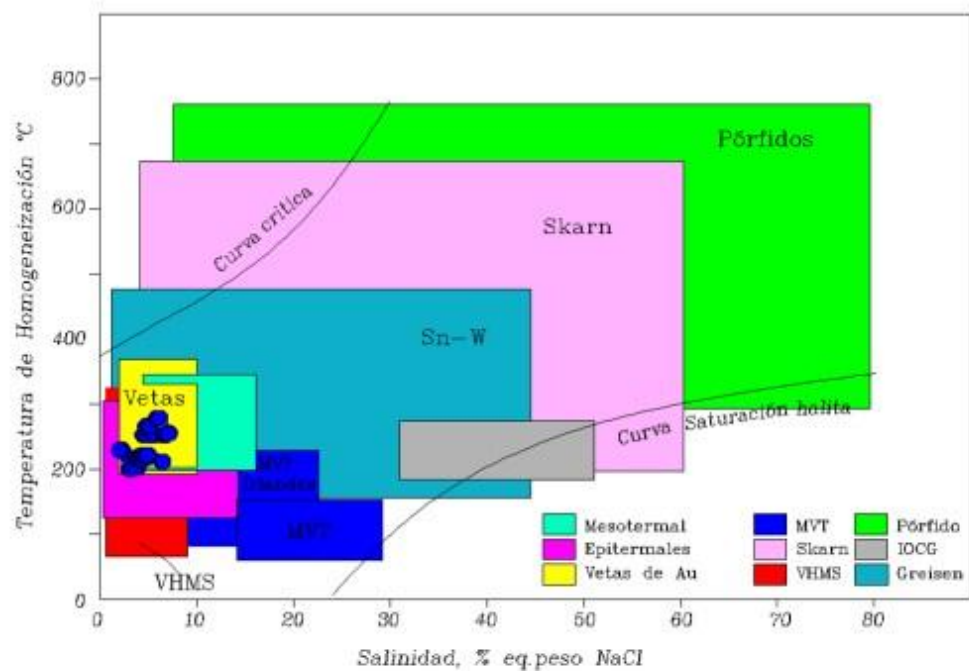
19)

**Figuras 18 al 19.- 18) Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; 19) Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.**



**Figura 20.- Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.**

De la figura 21 se puede observar dos poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 200°C y 280°C con salinidad aproximadamente 6% y 7,5% eq. peso NaCl; la **segunda población (F2)** presenta temperaturas de homogeneización (Th°C) entre 180°C y 220°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 2% y 4% eq. peso NaCl.

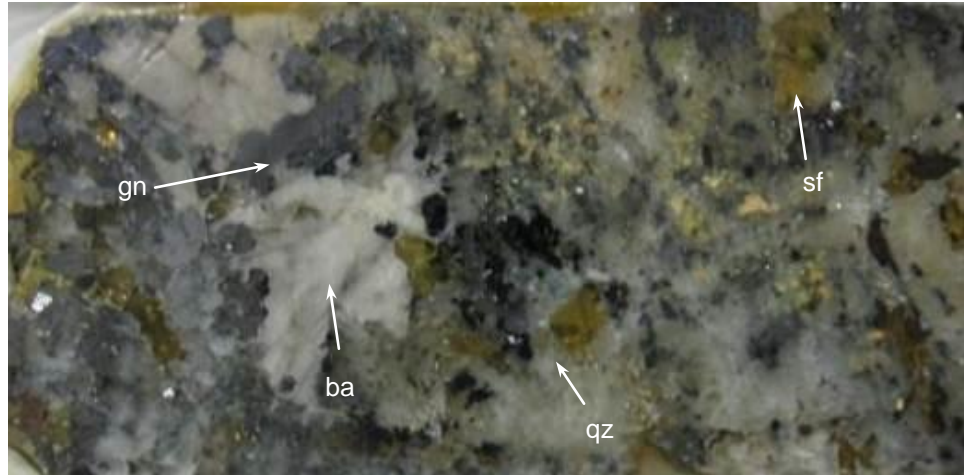


**Figura 21.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Nancy Luz – Veta Camucha (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 21 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de vetas de oro.

## VETA MARTHA

### MUESTRA 38225 Nivel 520 Tj 230 W.



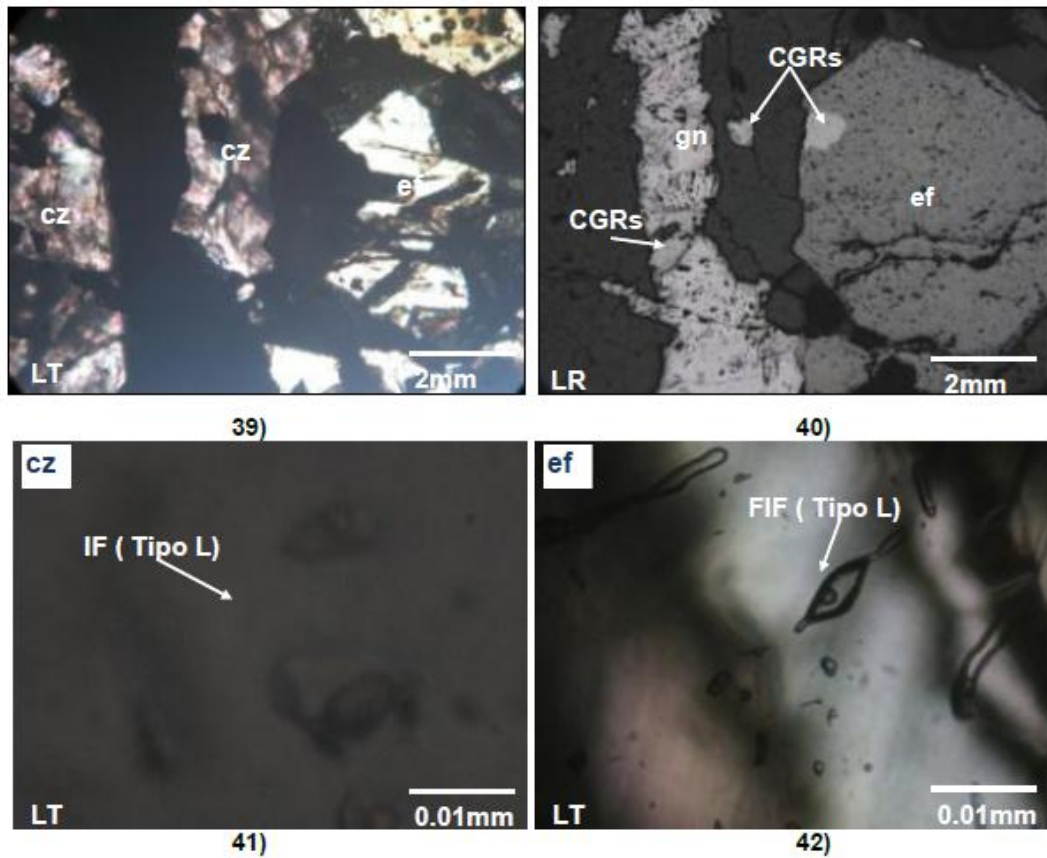
**Fotografía 11.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38225.

#### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas con tamaños menores a 1.6 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, calcopirita, esfalerita, galena y cobres grises. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 24  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.80 y 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

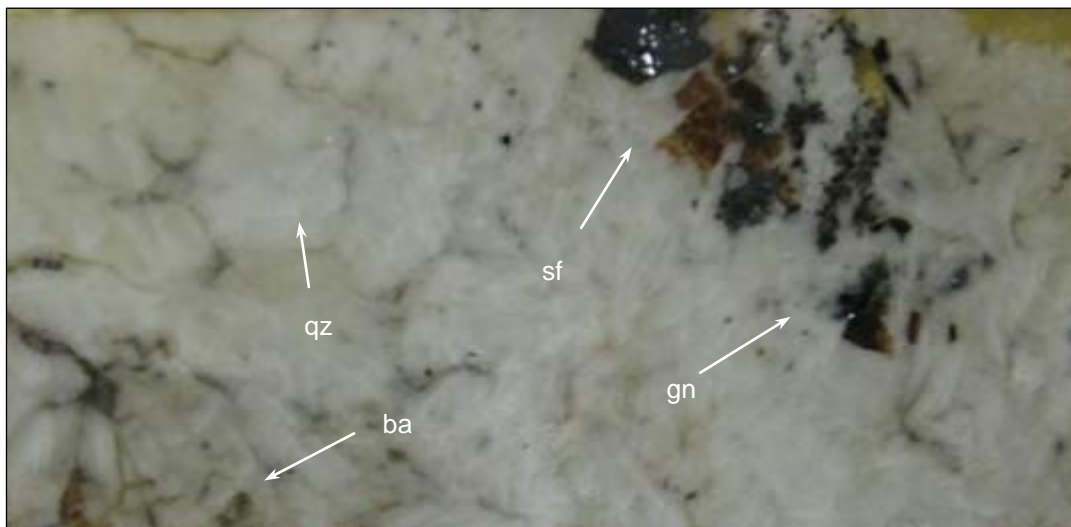
La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 14  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas y alargadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados IF (Inclusiones Fluidas) monofásicas líquidas y de vapor.





**Fotomicrografía 39 al 42.- (39 y 40)** En los cristales de cuarzo (cz) y esfalerita (ef) se ubicaron las Inclusiones fluidas (IF) y familia de inclusiones fluidas (FIF) asociadas a la mineralización. (LT; Obj. 2.5x). **(41)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en el cuarzo (cz) con tamaños menores a  $10\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.80 en líquido. (LT; Obj. 50x). **(42)** Inclusiones fluidas (IF) y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicado en la esfalerita (ef) con tamaños menores a  $14\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

## MUESTRA N° 38340 Nivel 595 Tj 880 – 845 Filo Crucero

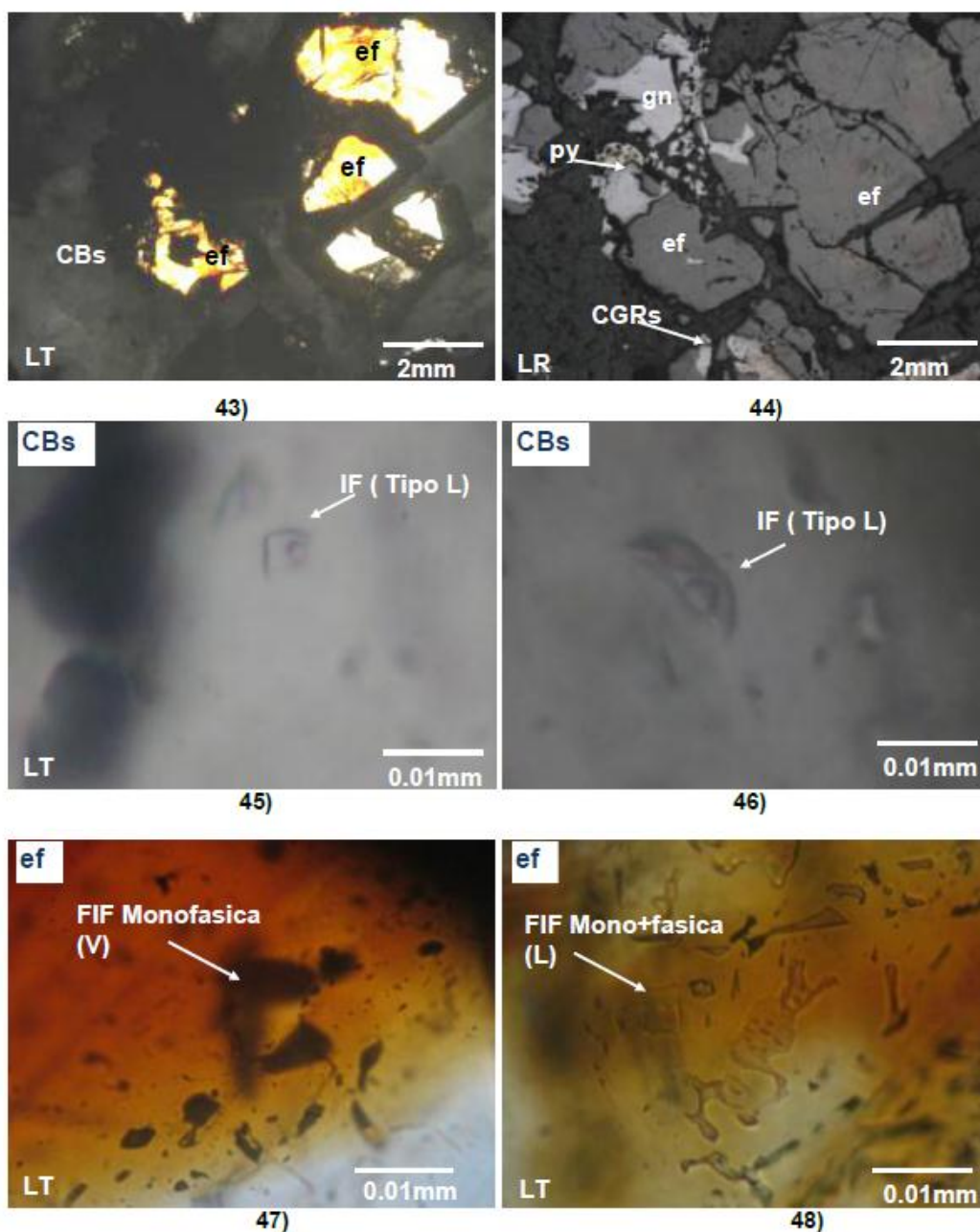


**Fotografía 12.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38340.

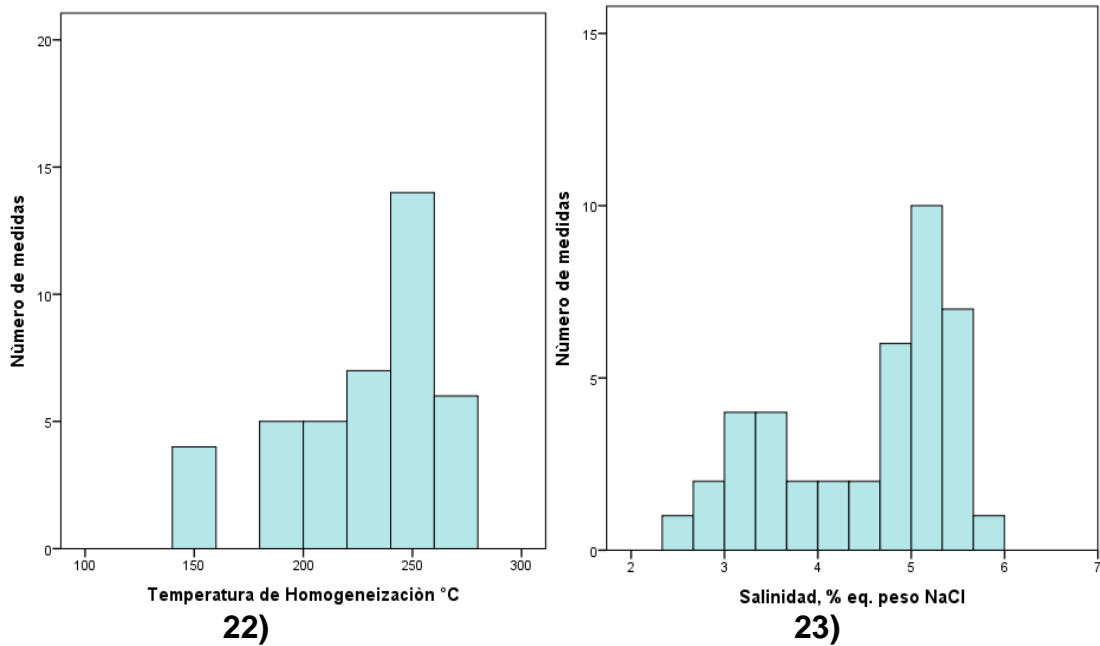
### **Descripción microscópica**

Los **carbonatos** se presentan como cristales subhedrales con formas prismáticas alargadas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita, calcopirita, esfalerita, galena y cobres grises. Presentan escasas inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 20  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa familia de inclusiones fluidas (FIF) monofásicas líquidas (L) y vapor (V).



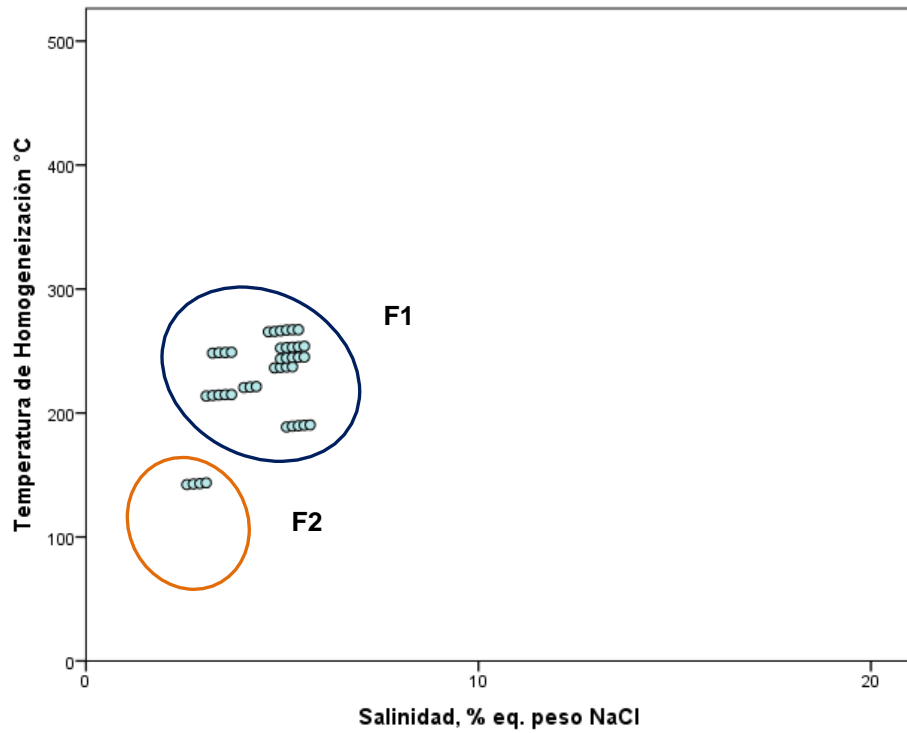
**Fotomicrografía 43 al 48.-** (43 y 44) Los carbonatos (CBs) se presenta asociadas a la mineralización comprendidas por esfalerita (ef), galena (gn), pirita (py) y cobres grises (CGRs). (LT; Obj. 2.5x). (45 y 46) Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los carbonatos (CBs) con tamaños menores a 20 $\mu$ m con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). (47 y 48) Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) monofásicas de vapor (V) y líquida (L). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.



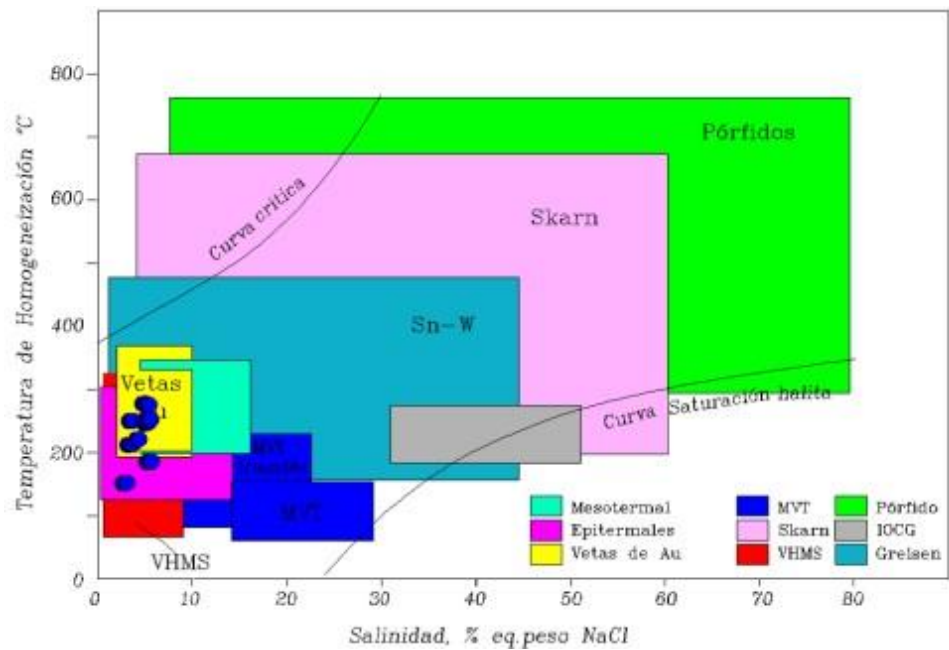
**Figuras 22 al 23.- 22)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **23)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

De la figura 24 se puede observar dos poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra con temperaturas de homogeneización (Th°C) entre 180°C y 280°C con salinidad aproximadamente 3% y 6% eq. peso NaCl; la **segunda población (F2)** presenta temperaturas de homogeneización (Th°C) entre 140°C y 150°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 2,5 % y 3,5% eq. peso NaCl.

**F1**



**Figuras 24.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Martha. F: Población de fluidos.



**Figura 25.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Martha (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 25 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermales con contacto de Vetas de Oro.

## **MINA ESPERANZA - VETA MAGDA**

### **MUESTRA 38339 Nivel 595 Galería 999W**



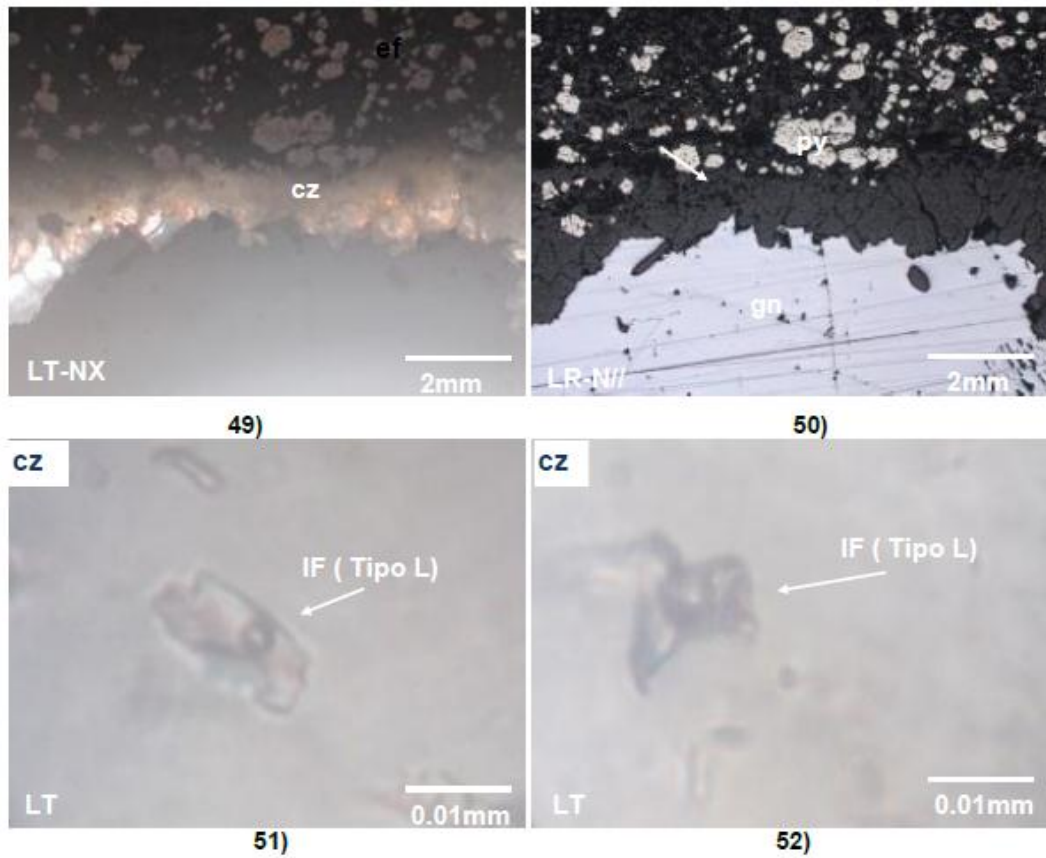
**Fotografía 13.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38339.

#### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas con tamaños menores a 1.5 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de pirita y galena. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a

16  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .





**Fotomicrografía 49 al 52.- (49 y 52)** Los cuarzos (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización como la galena (gn) y pirita (py). (LT; LR; Obj. 2.5x); **(53 y 54)** Inclusiones Fluidas (IF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) con tamaños menores a  $16\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos.

## MUESTRA 38343 Nivel 595 CH 975W



**Fotografía 14.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N° 38343.

### DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

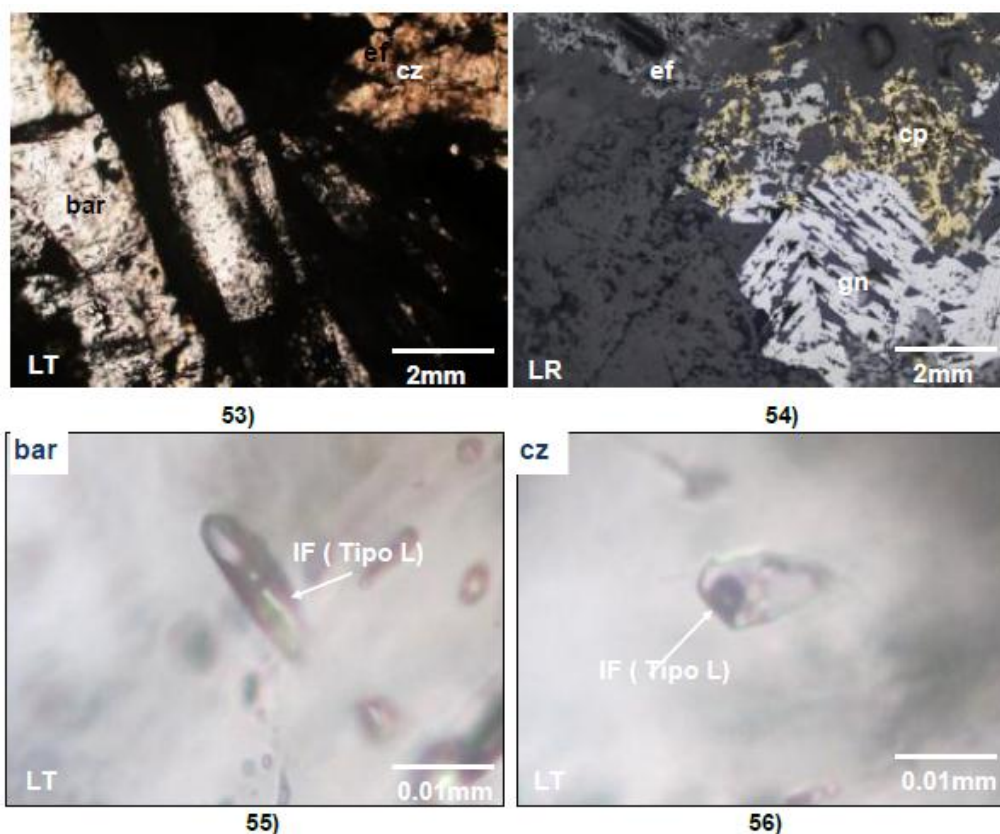
El **cuarzo** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas con tamaños menores a 1.4 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de calcopirita, esfalerita, cobres grises y galena. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 40

$\mu\text{m}$ , de formas ovalada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a  $2\mu\text{m}$ .

La **baritina** se presenta como cristales subhedrales con formas prismáticas alargadas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a  $80\mu\text{m}$ , de formas ovalada y tabulares con grado de relleno de 0.90 en líquido.

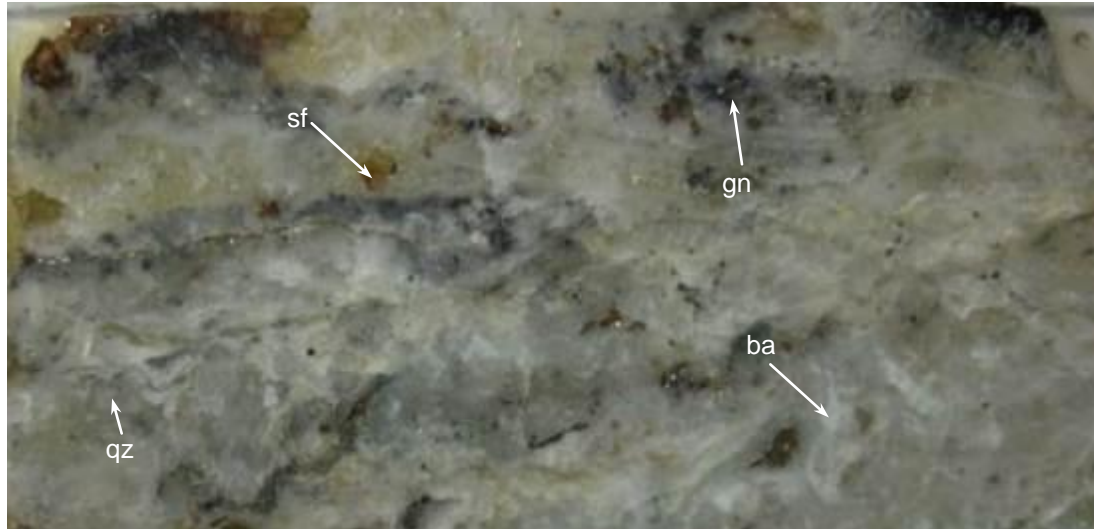


La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa IF menores a  $2\ \mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado la microtermometría en este cristal.



**Fotomicrografía 53 al 56.- (53 y 54)** La baritina (bar) y el cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización como la galena (gn), esfalerita (ef), calcopirita (cp) y cobres grises (CGRs) (LT; LR; Obj. 2.5x); **(55)** Inclusiones Fluidas (IF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en la baritina (bar) con tamaños menores a  $35\ \mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). y **(56)** Inclusiones Fluidas (IF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) con tamaños menores a  $25\ \mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

## MUESTRA 38344 Nivel 595 Filo Crucero 933

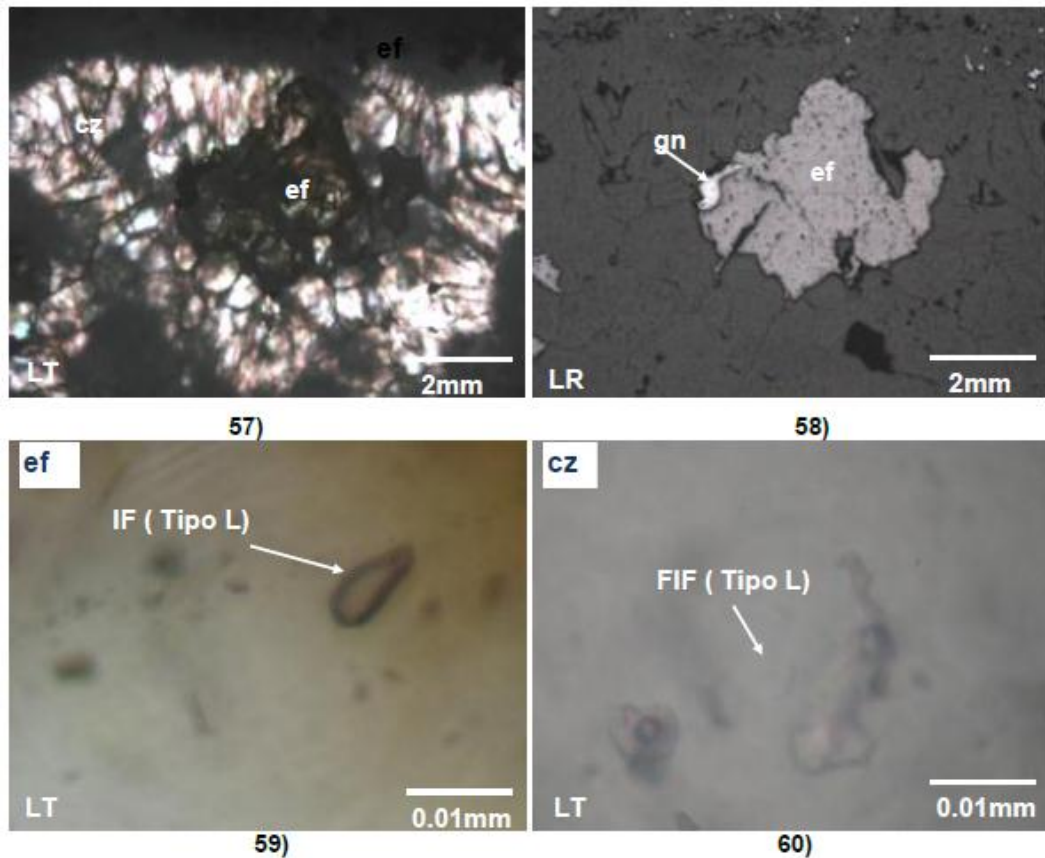


**Fotografía 15.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38344.

### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas prismáticas e irregulares con tamaños menores a 3 mm. Está asociada a la mineralización comprendida por cristales de piritita, esfalerita y galena. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) ubicados en los planos de crecimiento (zonamiento) con tamaños menores a 24  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita ocurre** como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 0.6 mm. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Se observa Inclusiones fluidas (IF) bifásicas de tipo L (moderada salinidad) con tamaños menores a 16  $\mu\text{m}$ , con formas ovaladas y tabulares.



**Fotomicrografía 57 al 60.- (57 y 58)** Los cuarzos (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización como la esfalerita (ef) y galena (gn). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(59)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 14  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). **(60)** Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) se encuentra ubicada en los cuarzos (cz) y en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 24 $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

### **Análisis Microtermométrico de Temperatura de Homogeneización y Salinidad**

De la tabla 8 se obtuvieron los histogramas, las cuales se representan en las figuras 26 y 27. Se puede apreciar que las temperaturas

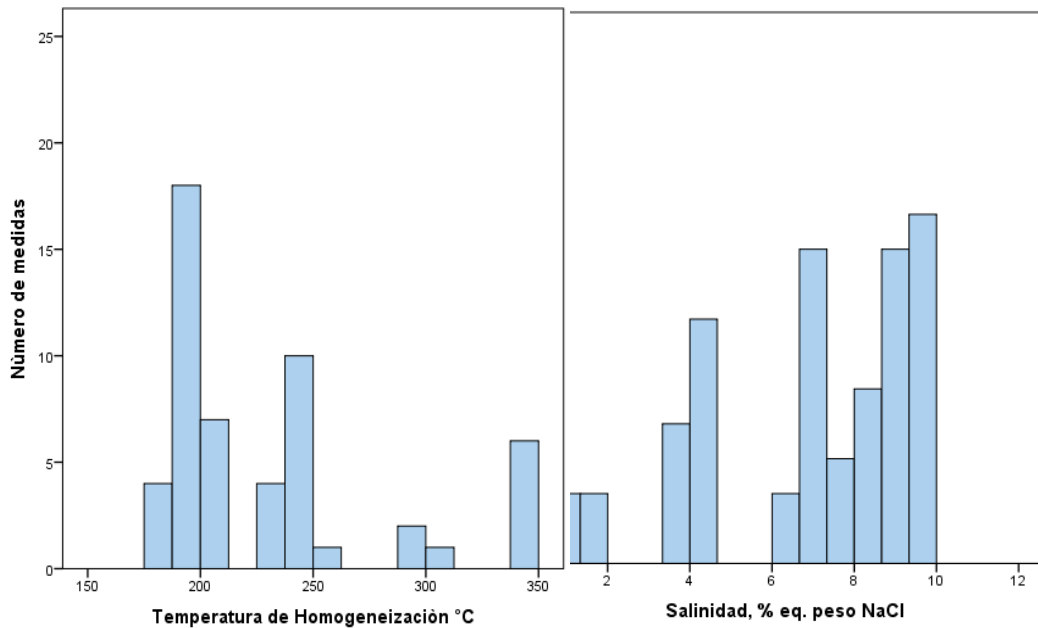
de homogeneización (Th°C) están comprendidas entre 170 °C y 350 °C con salinidades entre 1% y 10% eq. peso de NaCl.

**Tabla 8.-** Datos microtermométricos de la Mina Esperanza – Veta Magda.

MUESTRA	N°	CLAF.	MIN	TIPO	Øμ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	P (bar)
38339	1	P-Lw	cz	BIF	4.0	0.90	4.00	235.90	6.45	1.0967	21.8
38339	2	P-Lw	cz	BIF	5.0	0.90	4.10	236.30	6.59	1.0965	22.0
38339	3	P-Lw	cz	BIF	4.0	0.90	4.20	236.90	6.74	1.0962	22.2
38339	4	P-Lw	cz	BIF	3.0	0.90	4.30	237.10	6.88	1.0961	22.3
38339	1	P-Lw	cz	BIF	4.0	0.90	4.20	248.20	6.74	1.0905	26.8
38339	2	P-Lw	cz	BIF	4.0	0.90	4.30	248.70	6.88	1.0903	27.0
38339	3	P-Lw	cz	BIF	5.0	0.90	4.40	248.90	7.02	1.0902	27.1
38339	4	P-Lw	cz	BIF	5.0	0.90	4.50	249.40	7.17	1.0899	27.3
38339	5	P-Lw	cz	BIF	3.0	0.90	4.60	249.80	7.31	1.0897	27.5
38339	6	P-Lw	cz	BIF	4.0	0.90	4.70	250.10	7.45	1.0896	27.6
38339	1	P-Lw	cz	BIF	12.0	0.90	4.50	189.30	7.17	1.1237	9.2
38339	2	P-Lw	cz	BIF	16.0	0.90	4.60	189.70	7.31	1.1235	9.3
38339	3	P-Lw	cz	BIF	14.0	0.90	4.70	190.10	7.45	1.1233	9.4
38343	1	P-Lw	bar	BIF	40.0	0.90	2.50	190.50	4.18	1.1230	9.5
38343	2	P-Lw	bar	BIF	30.0	0.90	2.60	191.30	4.34	1.1225	9.6
38343	3	P-Lw	bar	BIF	46.0	0.90	2.70	191.70	4.49	1.1223	9.7
38343	4	P-Lw	bar	BIF	32.0	0.90	2.80	192.40	4.65	1.1219	9.8
38343	1	P-Lw	bar	BIF	60.0	0.90	2.40	209.30	4.03	1.1117	13.6
38343	2	P-Lw	bar	BIF	72.0	0.90	2.50	209.70	4.18	1.1114	13.7
38343	3	P-Lw	bar	BIF	80.0	0.90	2.60	209.90	4.34	1.1113	13.8
38343	1	P-Lw	bar	BIF	30.0	0.90	2.00	194.20	3.39	1.1208	10.2
38343	2	P-Lw	bar	BIF	32.0	0.90	2.10	194.50	3.55	1.1206	10.2
38343	3	P-Lw	bar	BIF	30.0	0.90	2.20	194.80	3.71	1.1204	10.3
38343	4	P-Lw	bar	BIF	28.0	0.90	2.30	195.30	3.87	1.1201	10.4
38343	1	P-Lw	bar	BIF	20.0	0.90	0.60	202.20	1.05	1.1159	11.9
38343	2	P-Lw	bar	BIF	25.0	0.90	0.70	202.90	1.22	1.1155	12.1
38343	3	P-Lw	bar	BIF	30.0	0.90	0.80	203.40	1.40	1.1152	12.2
38343	4	P-Lw	bar	BIF	32.0	0.90	0.90	203.70	1.57	1.1150	12.3
38343	1	P-Lw	cz	BIF	20.0	0.90	5.00	345.20	7.86	1.0689	100.9
38343	2	P-Lw	cz	BIF	40.0	0.90	5.10	345.30	8.00	1.0689	101.1
38343	3	P-Lw	cz	BIF	35.0	0.90	5.20	345.90	8.14	1.0689	101.7
38343	4	P-Lw	cz	BIF	36.0	0.90	5.30	346.10	8.28	1.0690	101.9
38343	5	P-Lw	cz	BIF	28.0	0.90	5.40	346.50	8.41	1.0690	102.4
38343	6	P-Lw	cz	BIF	24.0	0.90	5.50	346.80	8.55	1.0690	102.7

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øμ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm <sup>3</sup> )	P (bar)
38344	1	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	6.2	179.8	9.47	1.1295	7.6
38344	2	P-Lw	ef	BIF	12	0.9	6.3	180.3	9.6	1.1292	7.6
38344	3	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	6.4	180.5	9.73	1.1291	7.7
38344	4	P-Lw	ef	BIF	14	0.9	6.5	180.9	9.86	1.1289	7.7
38344	1	P-Lw	ef	BIF	10	0.95	6	192.3	9.21	1.1219	9.8
38344	2	P-Lw	ef	BIF	10	0.95	6.1	192.9	9.34	1.1216	9.9
38344	3	P-Lw	ef	BIF	14	0.95	6.2	193.7	9.47	1.1211	10.1
38344	4	P-Lw	ef	BIF	16	0.95	6.3	194.2	9.6	1.1208	10.2
38344	5	P-Lw	ef	BIF	12	0.95	6.4	194.9	9.73	1.1203	10.3
38344	6	P-Lw	ef	BIF	10	0.95	6.5	195.1	9.86	1.1202	10.4
38344	7	P-Lw	ef	BIF	12	0.95	6.6	195.6	9.98	1.1199	10.5
38344	1	P-Lw	cz	BIF	24	0.9	5.6	299.6	8.68	1.0722	57.7
38344	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	5.7	299.9	8.81	1.0721	57.9
38344	3	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	5.8	300.5	8.95	1.072	58.4
38344	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	5.6	239.9	8.68	1.0946	23.4
38344	2	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	5.7	240.2	8.81	1.0945	23.5
38344	3	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	5.8	240.8	8.95	1.0942	23.7
38344	4	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	5.9	241.3	9.08	1.0939	23.9
38344	5	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	6	241.6	9.21	1.0938	24

**NOTA:** Las diferencias de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.

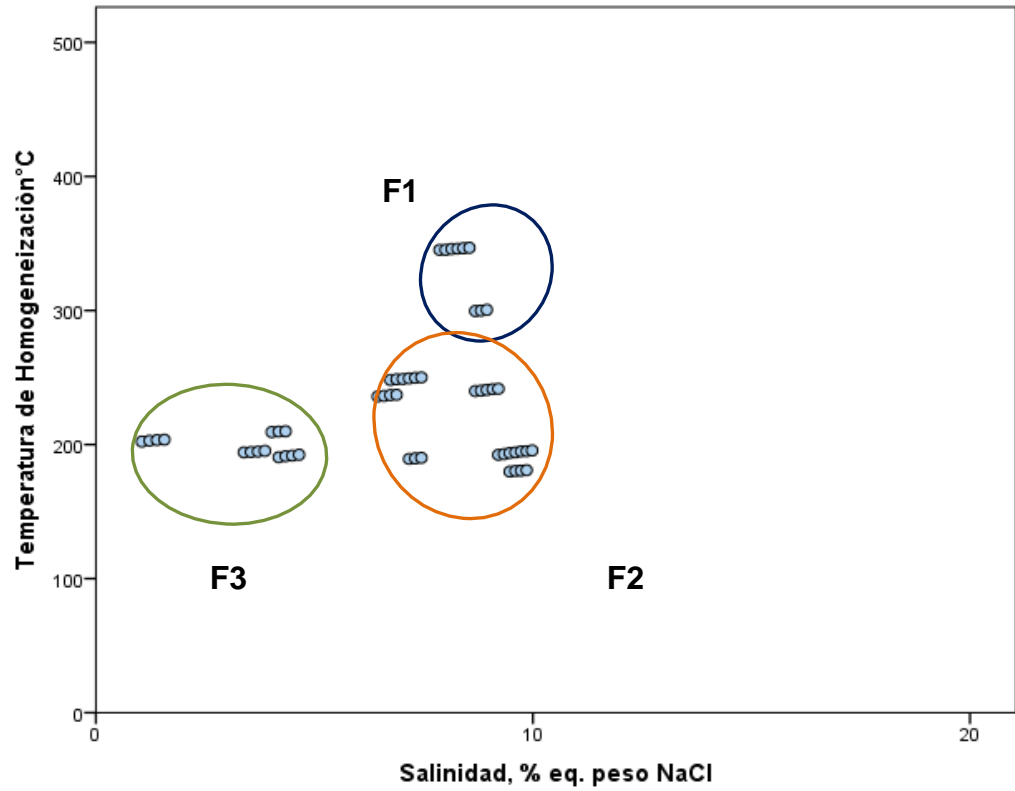


26)

27)

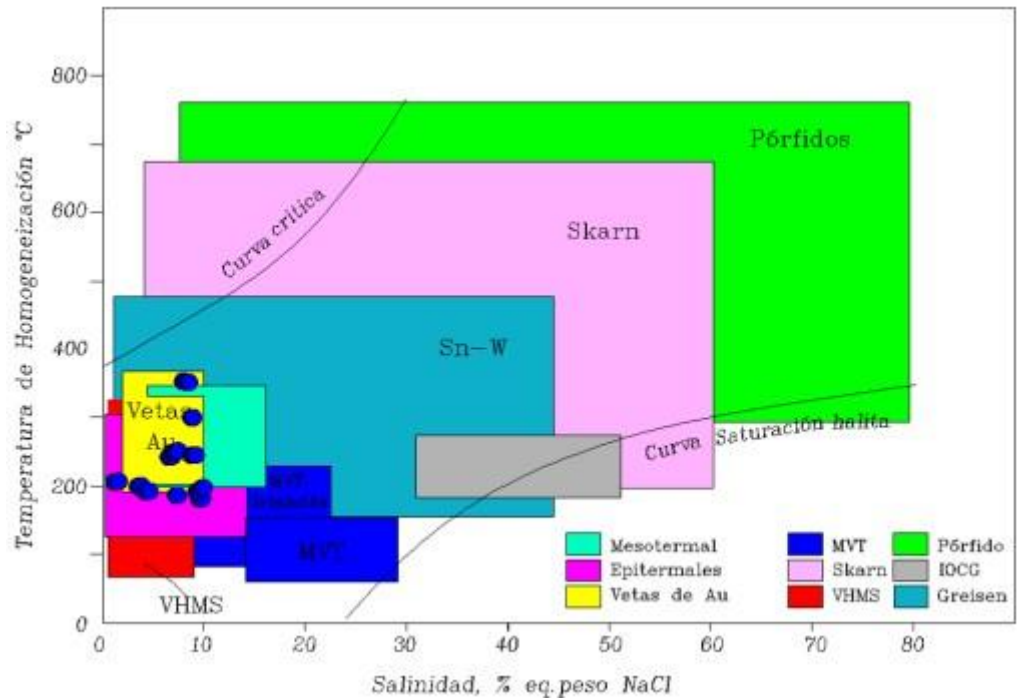
**Figuras 26 al 27.- 26)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **27)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

De la figura 28 se puede observar tres posibles poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 290°C y 350°C con salinidad aproximadamente 7% y 9% eq. peso NaCl; seguidamente de la **segunda población (F2)** se encuentra entre 170°C y 250°C con salinidad aproximadamente 6% y 10% eq. peso NaCl; y finalmente, la **tercera población (F3)** presenta de temperatura de homogeneización (Th°C) entre 190°C y 210°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 1 % y 4% eq. peso NaCl.



**Figura 28.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Magda. F: Población de fluidos.





**Figura 29.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Magda (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 29 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de vetas de oro.



**MINA ESPERANZA - VETA ESPERANZA 2001**  
**MUESTRA 38338 Nivel 617 Pto. 9W**



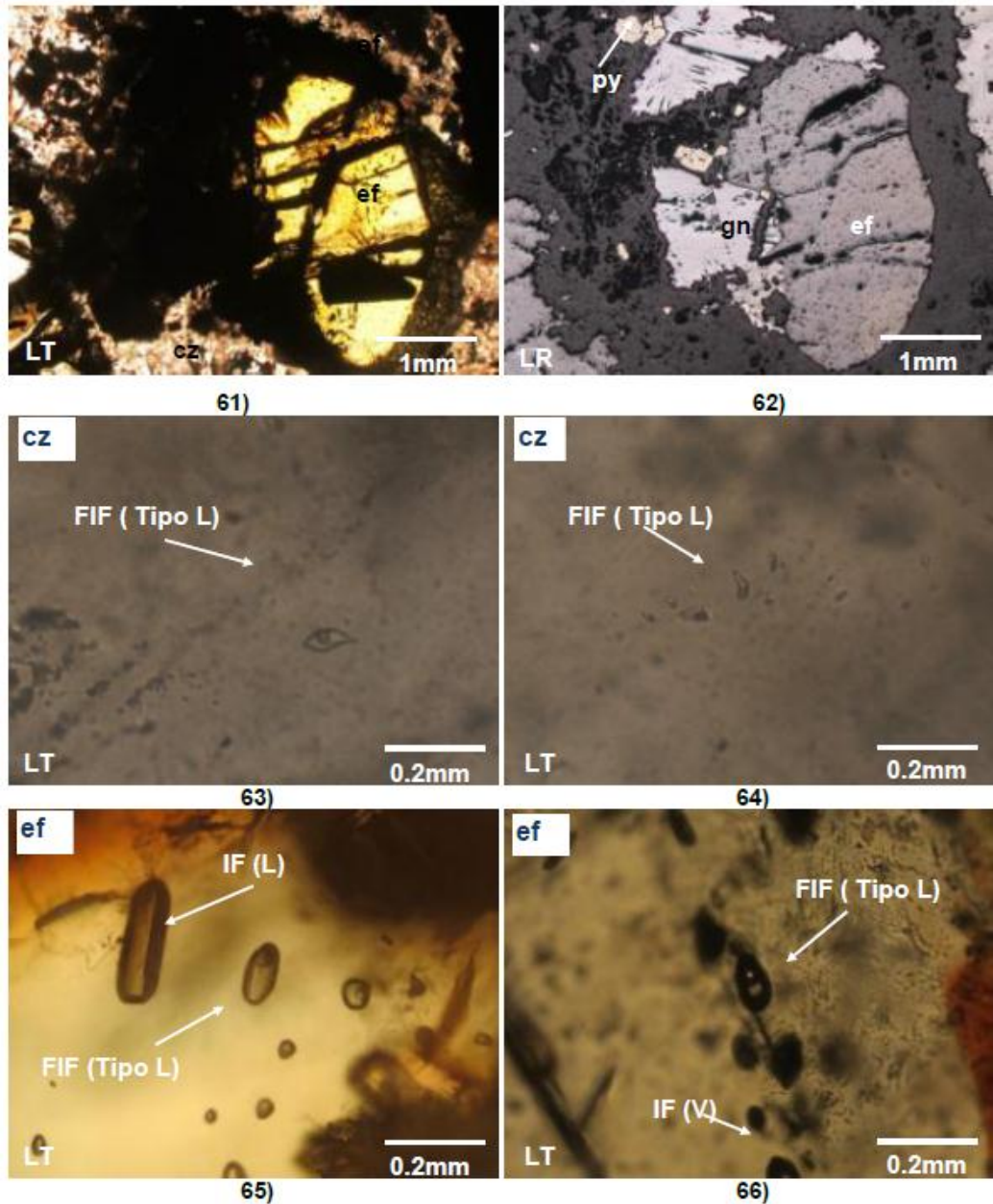
**Fotografía 16.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38338.

**Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por galena, esfalerita, cobres grises, calcopirita, pirita y bournonita. Se observa Inclusiones Fluidas (IF) bifásicas con formas ovaladas de tamaños menores a 36  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 en líquido, se encuentra acompañado de abundantes inclusiones menores a 2 $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 85  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y tabulares con grado de relleno de

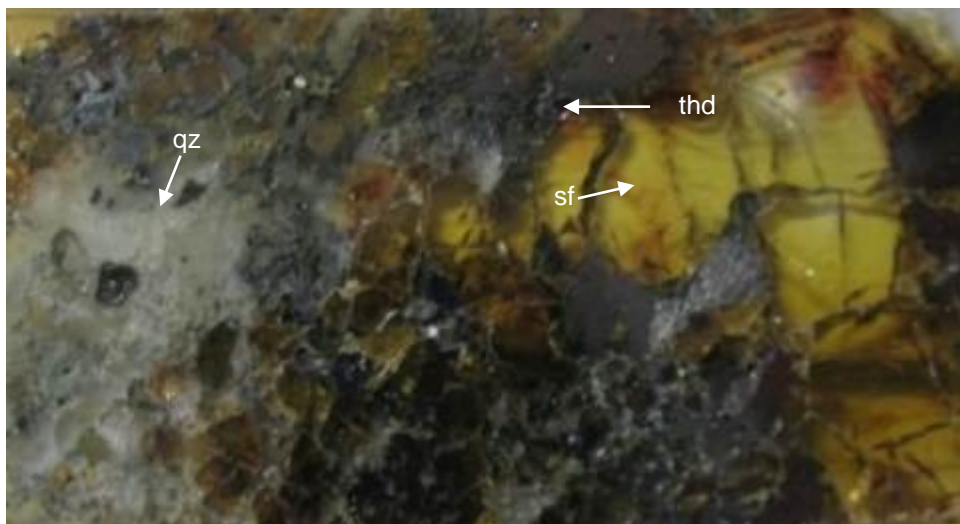
0.80 y 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF monofásicas (vapor y líquida).



**Fotomicrografía 61 al 66.- (61 y 62)** La esfalerita (ef) y el cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por la galena (gn). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(63 y 64)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en

los cuarzos (cz) con tamaños menores a 16  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de abundante Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x); y **(65 y 66)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 85  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas líquidas (L) y de vapor (V). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

#### **MUESTRA 38346 Nivel 595 Tv. 460**



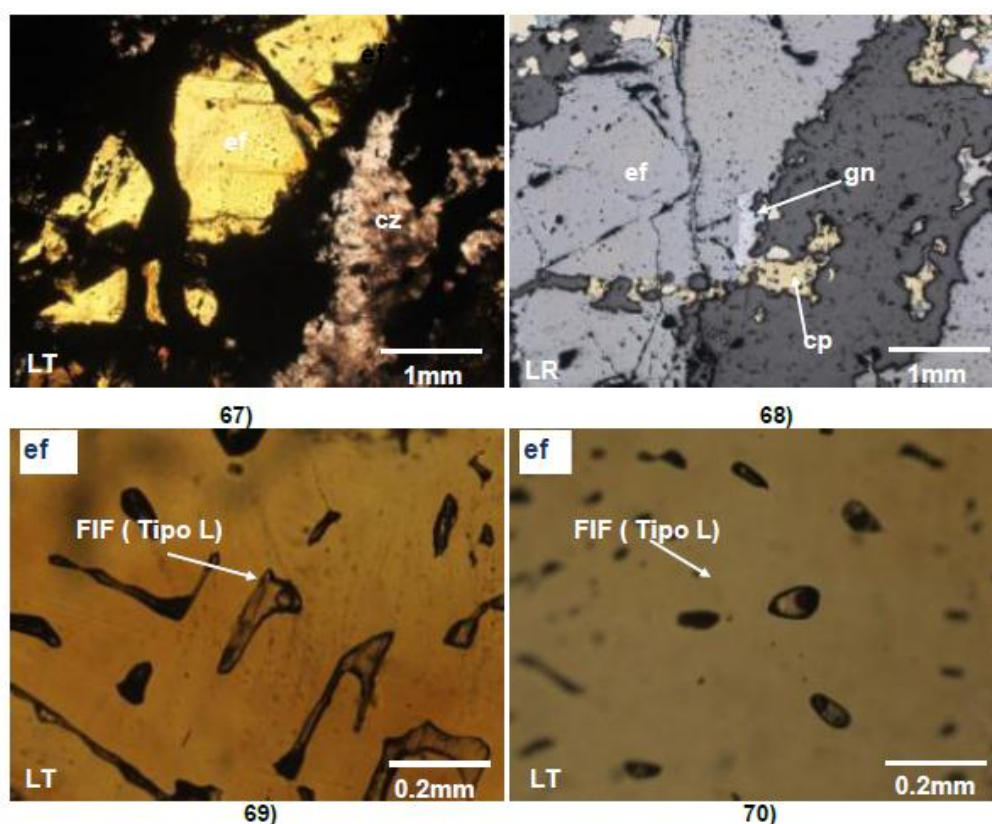
**Fotografía 17.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38346.

#### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales con formas irregulares con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización. Se observa Inclusiones Fluidas (IF) menores a 2  $\mu\text{m}$  e IF monofásicas líquidas, por tal motivo no se ha realizado la microtermometría en este cristal.

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares

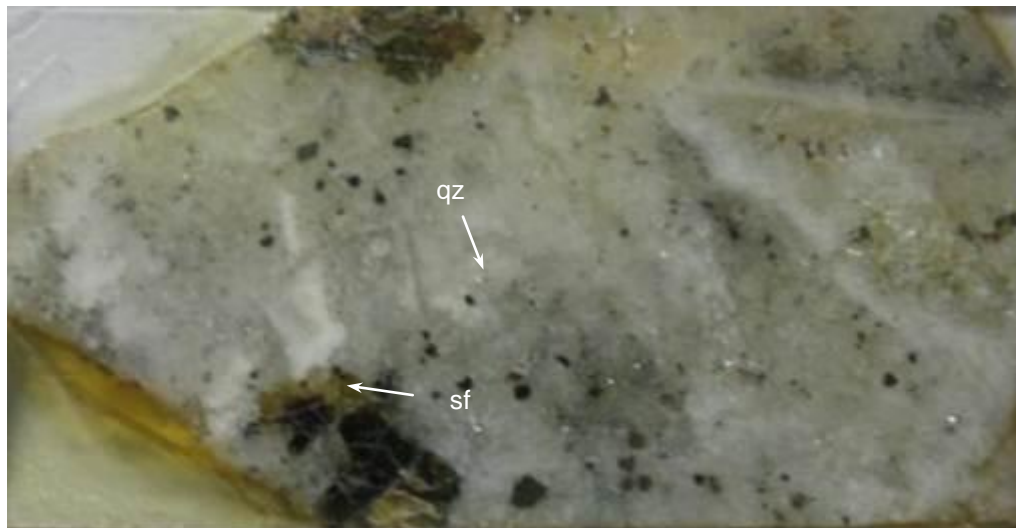
con tamaños milimétricos. Se presenta rellenando cavidades en la muestra asociada a la mineralización comprendida por cristales de calcopirita, cobres grises y galena. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 160  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas, regulares y alargadas con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF monofásicas (vapor).



**Fotomicrografía 67 al 70.- (67 y 68)** La esfalerita (ef) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por la galena (gn) y calcopirita (cp). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(69 y 70)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 160  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas (vapor). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.



## MUESTRA 38352 Nivel 520 Gal. 540W

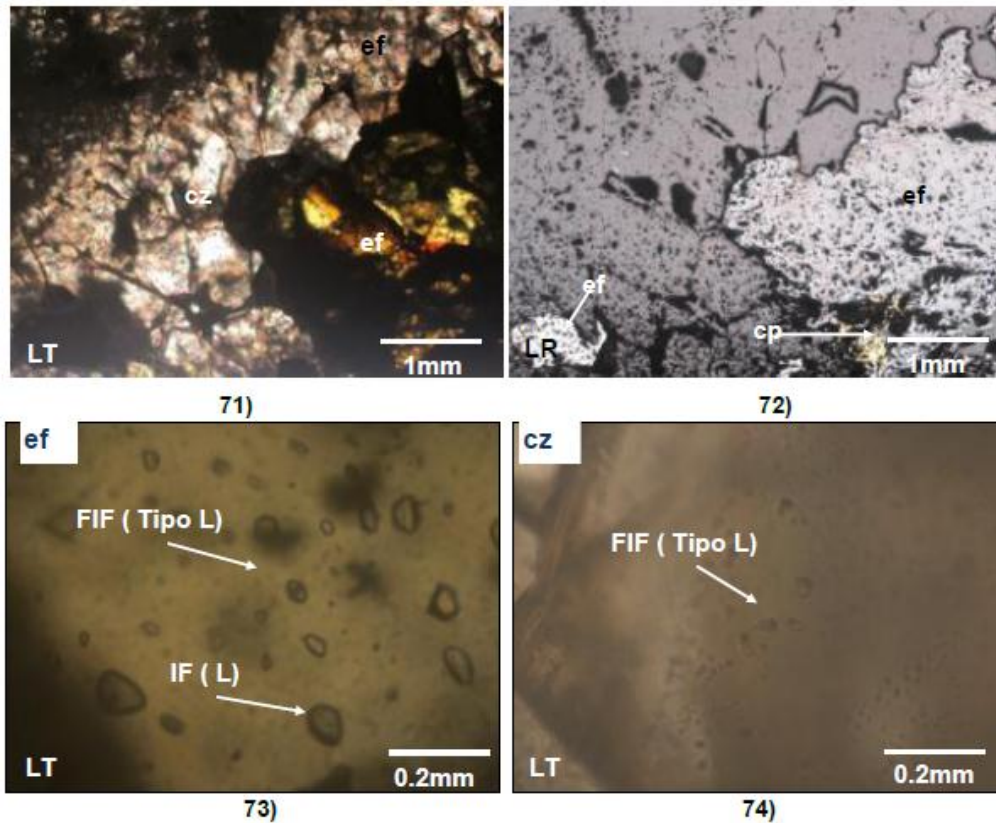


**Fotografía 16.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38352.

### **Descripción microscópica**

En el **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales con formas irregulares con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita, galena y pirita. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas, con tamaños menores a 14  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, acompañados de abundante IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta rellenando cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 34  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (rellenando microfracturas en el cristal) e IF monofásicas (vapor y líquidas).



**Fotomicrografía 71 al 74.- (71 y 72)** La esfalerita (ef) y baritina (bar) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización. (LT; LR; Obj. 2.5x). **(73)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 34  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas líquidas (L). **(74)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 14  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2 $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

## Análisis microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad

De la tabla 8 se obtuvieron los histogramas, las cuales se representan en las figuras 26 y 27. Se pueden apreciar que las temperaturas de homogeneización (Th°C) están comprendidas entre 150 °C y 300 °C con salinidades entre 2% y 9% eq. peso de NaCl.

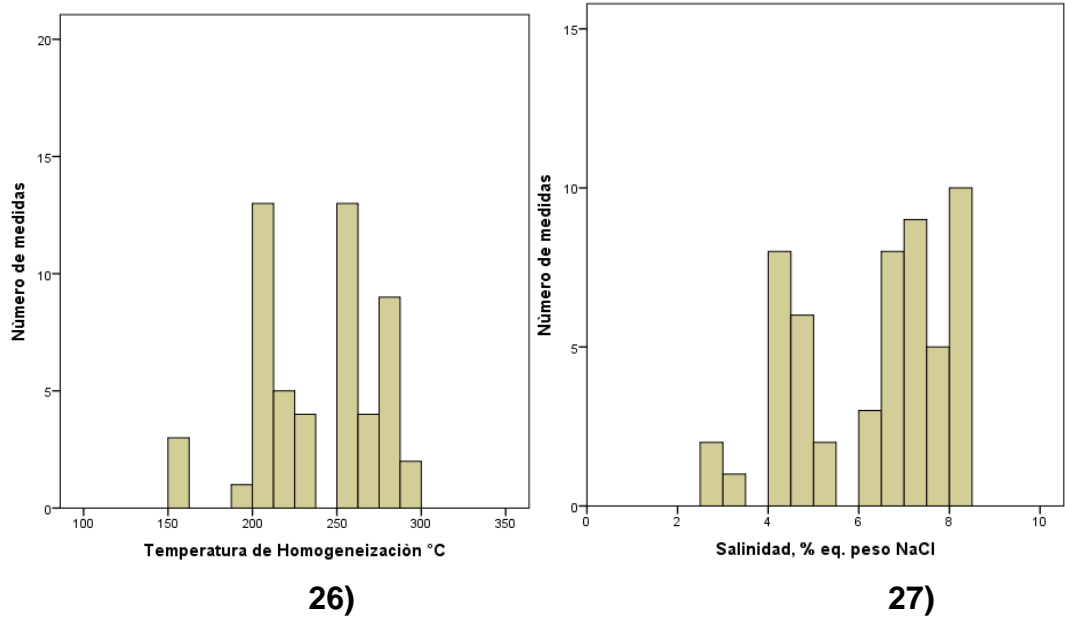
**Tabla 8.-** Datos microtermométricos de la Mina Esperanza – Veta Esperanza 2001.

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38338	1	P-Lw	ef	BIF	30	0.9	5.1	281.2	8	1.0771	44.6
38338	2	P-Lw	ef	BIF	20	0.9	5.2	281.3	8.14	1.0771	44.6
38338	3	P-Lw	ef	BIF	28	0.9	5.3	281.4	8.28	1.0771	44.7
38338	1	P-Lw	ef	BIF	70	0.9	3.7	289.9	6.01	1.0746	50.5
38338	2	P-Lw	ef	BIF	62	0.9	3.8	290.3	6.16	1.0744	50.7
38338	1	P-Lw	ef	BIF	24	0.9	3	274.8	4.96	1.0793	40.6
38338	2	P-Lw	ef	BIF	26	0.9	3.1	275.1	5.11	1.0792	40.7
38338	3	P-Lw	ef	BIF	30	0.9	3.2	275.5	5.26	1.0791	41
38338	1	P-Lw	ef	BIF	38	0.8	2.5	253.7	4.18	1.0879	29.3
38338	2	P-Lw	ef	BIF	40	0.8	2.6	254.4	4.34	1.0876	29.6
38338	3	P-Lw	ef	BIF	44	0.8	2.7	254.6	4.49	1.0875	29.7
38338	4	P-Lw	ef	BIF	40	0.8	2.8	255	4.65	1.0873	29.9
38338	5	P-Lw	ef	BIF	36	0.8	2.9	255.3	4.8	1.0872	30.1
38338	6	P-Lw	ef	BIF	42	0.8	3	255.4	4.96	1.0872	30.1
38338	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	2.4	271.4	4.03	1.0806	38.6
38338	2	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	2.5	271.7	4.18	1.0804	38.7
38338	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.6	271.9	4.34	1.0804	38.8
38338	1	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	2.6	209.3	4.34	1.1117	13.6
38338	2	P-Lw	cz	BIF	28	0.9	2.7	209.7	4.49	1.1114	13.7
38338	3	P-Lw	cz	BIF	32	0.9	2.8	209.9	4.65	1.1113	13.8
38338	4	P-Lw	cz	BIF	36	0.9	2.9	194.2	4.8	1.1208	10.2
38346	1	P-Lw	ef	BIF	160	0.9	4.8	217.1	7.59	1.1071	15.7
38346	1	P-Lw	ef	BIF	70	0.9	4.5	206.4	7.17	1.1134	12.9
38346	2	P-Lw	ef	BIF	40	0.9	4.6	206.9	7.31	1.1131	13
38346	3	P-Lw	ef	BIF	58	0.9	4.7	207.1	7.45	1.113	13.1
38346	4	P-Lw	ef	BIF	62	0.9	4.8	207.5	7.59	1.1127	13.2
38346	5	P-Lw	ef	BIF	46	0.9	4.9	207.8	7.73	1.1126	13.2
38346	1	P-Lw	ef	BIF	8	0.9	5	217.4	7.86	1.1069	15.8
38346	2	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	5.1	218.1	8	1.1065	16
38346	3	P-Lw	ef	BIF	12	0.9	5.2	218.4	8.14	1.1064	16.1
38346	4	P-Lw	ef	BIF	8	0.9	5.3	218.8	8.28	1.1061	16.2

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38346	1	P-Lw	ef	BIF	60	0.9	5	209.3	7.86	1.1117	13.6
38346	2	P-Lw	ef	BIF	80	0.9	5.1	209.7	8	1.1114	13.7
38346	3	P-Lw	ef	BIF	74	0.9	5.2	210.5	8.14	1.111	13.9
38346	4	P-Lw	ef	BIF	68	0.9	5.3	210.9	8.28	1.1107	14
38346	5	P-Lw	ef	BIF	78	0.9	5.4	211.2	8.41	1.1106	14.1
38346	1	P-Lw	ef	BIF	20	0.9	4.2	256.8	6.74	1.0865	30.8
38346	2	P-Lw	ef	BIF	28	0.9	4.3	257.1	6.88	1.0864	30.9
38346	3	P-Lw	ef	BIF	30	0.9	4.4	257.5	7.02	1.0862	31.1
38346	4	P-Lw	ef	BIF	32	0.9	4.5	257.9	7.17	1.086	31.3
38346	5	P-Lw	ef	BIF	36	0.9	4.6	258.2	7.31	1.0859	31.5
38346	6	P-Lw	ef	BIF	40	0.9	4.7	258.4	7.45	1.0858	31.6
38352	1	P-Lw	ef	BIF	4.1	0.9	4.1	281.2	6.59	1.0771	44.6
38352	2	P-Lw	ef	BIF	4.2	0.9	4.2	281.5	6.74	1.0771	44.8
38352	3	P-Lw	ef	BIF	4.3	0.9	4.3	281.9	6.88	1.0769	45
38352	4	P-Lw	ef	BIF	4.4	0.9	4.4	282.4	7.02	1.0768	45.3
38352	1	P-Lw	bar	BIF	16	0.9	1.6	158.9	2.74	1.1418	4.6
38352	2	P-Lw	bar	BIF	14	0.9	1.7	159.2	2.9	1.1417	4.7
38352	3	P-Lw	bar	BIF	20	0.9	1.8	159.5	3.06	1.1415	4.7
38352	1	P-Lw	bar	BIF	10	0.9	4	229.5	6.45	1.1001	19.6
38352	2	P-Lw	bar	BIF	12	0.9	4.1	230.1	6.59	1.0998	19.8
38352	3	P-Lw	bar	BIF	14	0.9	4.2	230.8	6.74	1.0994	20
38352	4	P-Lw	bar	BIF	10	0.9	4.3	231.2	6.88	1.0992	20.2
38352	1	P-Lw	bar	BIF	30	0.9	4.6	259.3	7.31	1.0854	32

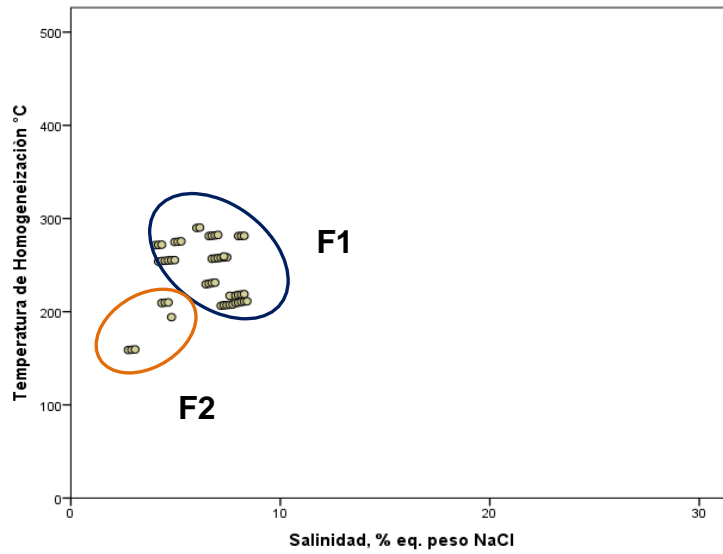
**NOTA:** Las diferencias de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.



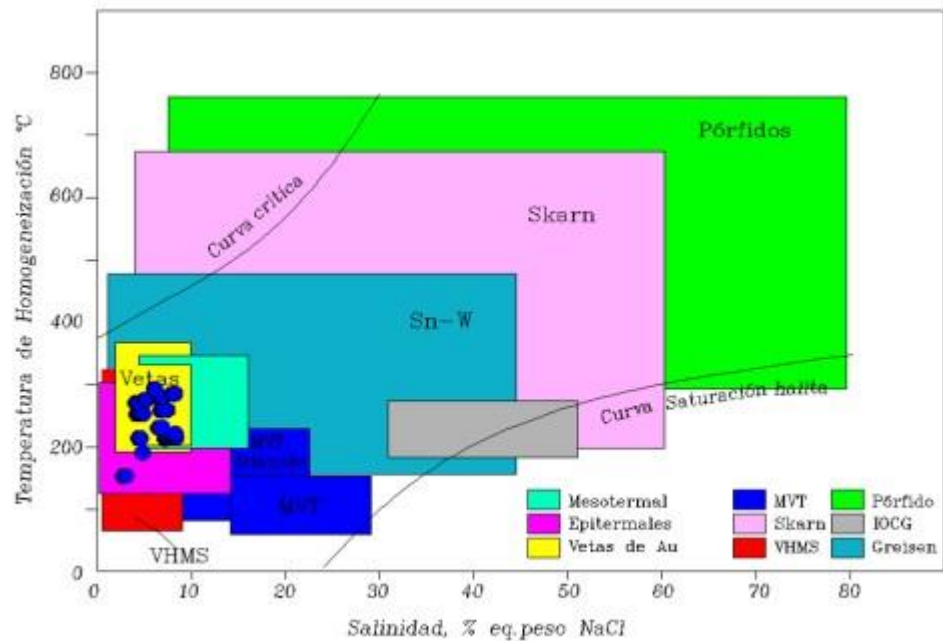


**Figuras 26 al 27.- 26)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **27)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.

De la figura 28 se puede observar dos posibles poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 200°C y 300°C con salinidad aproximadamente 4% y 9% eq. peso NaCl; y finalmente, la **segunda población (F2)** presencia de temperatura de homogeneización (Th°C) entre 150°C y 210°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 2% y 5% eq. peso NaCl.



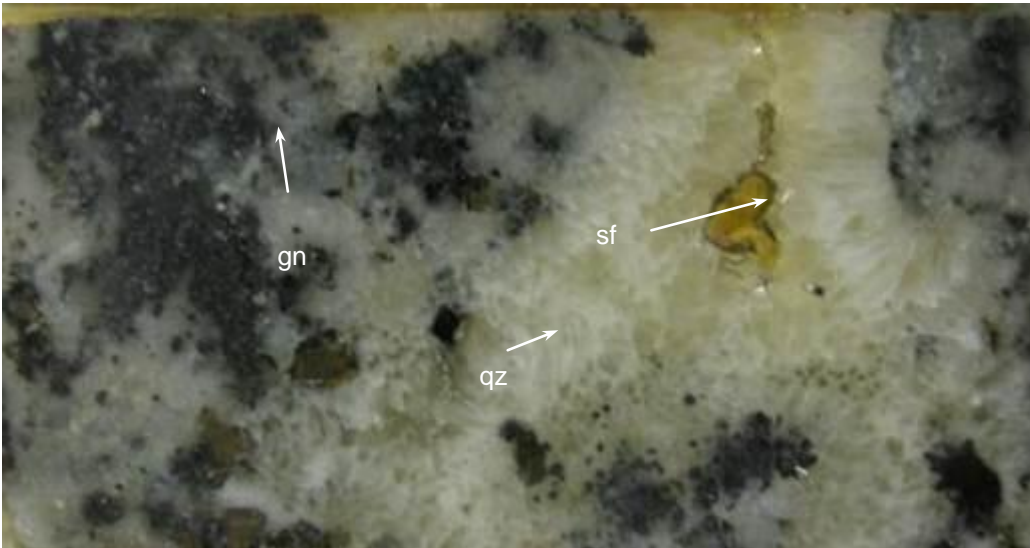
**Figura 28.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.



**Figuras 29.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta Esperanza 2001 (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 29 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales Mesotermiales con contacto de Vetas de Oro.

**MINA RICO ANTIMONIO - VETA 1 MUESTRA 38219 Nivel 710**

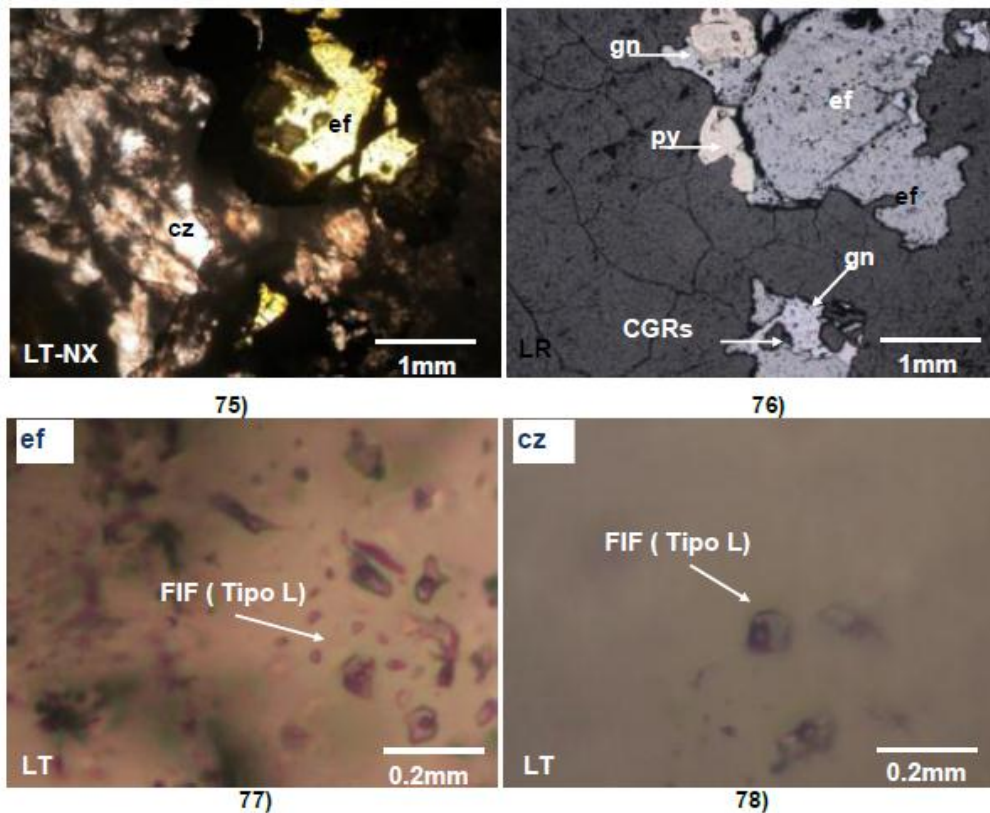


**Fotografía 17.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38219.

**Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita, galena y cobres grises. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas, con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, acompañados de abundante IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (relleno de microfracturas en el cristal) e IF monofásicas (líquidas).



**Fotomicrografía 75 al 78.- (75 y 76)** La esfalerita (ef) y el cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn), pirita (py) y cobres grises (CGRs). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(77)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas monofásicas líquidas (L). **(78)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

## MUESTRA 38220 Veta 1 Nivel 610 Filo Crucero 905

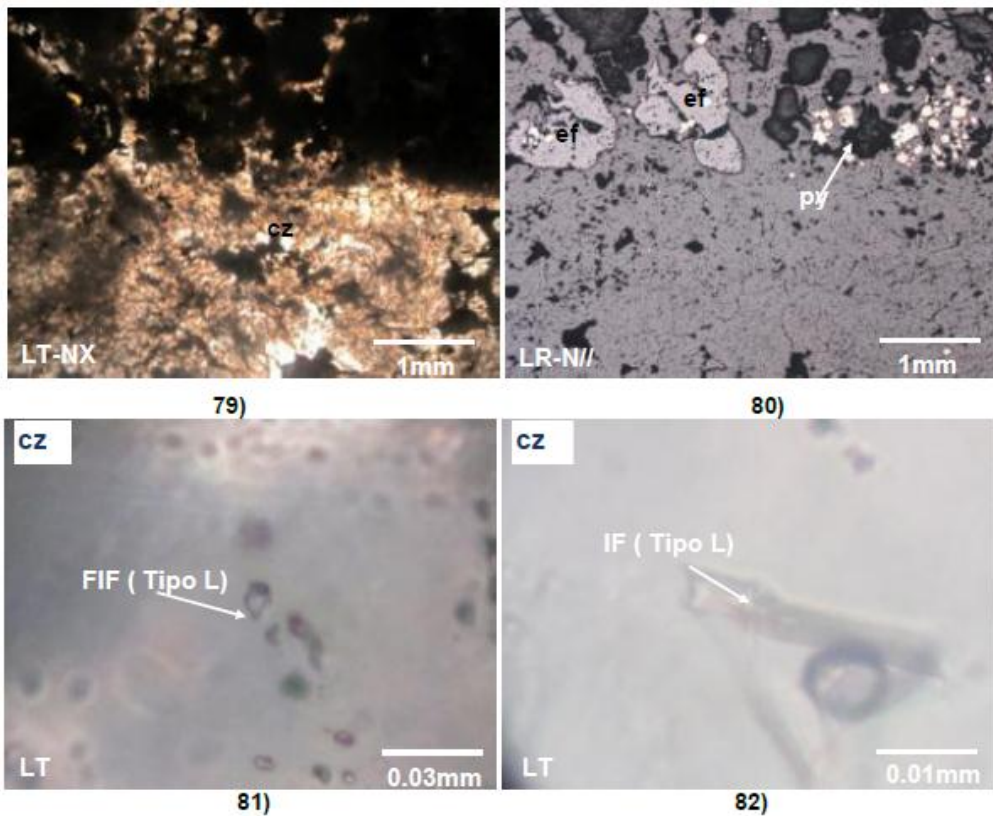


**Fotografía 18.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38220.

### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita, galena y cobres grises. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas, con tamaños menores a 24  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, acompañados de abundante IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) con tamaños menores a 2  $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.



**Fotomicrografía 79 al 82.- (79 y 80)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización. (LT; LR; Obj. 2.5x). **(81 y 82)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 24  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.



**MUESTRA Nº 38221 Veta 1**

**Nivel 520 CH. 824W**

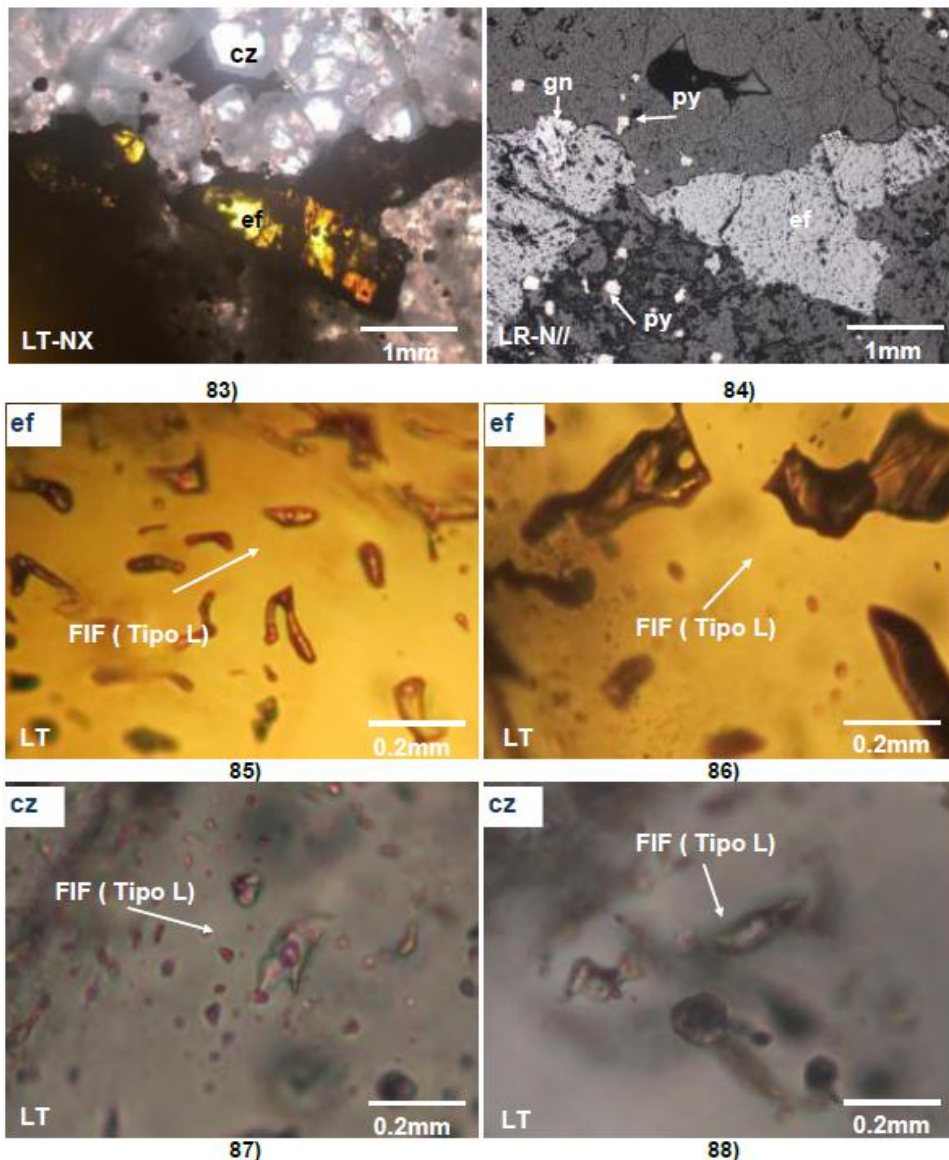


**Fotografía 19.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38221.

#### **Descripción microscópica**

El **cuarzo** se presenta como cristales euhedrales, subhedrales y anhedrales con formas irregulares y prismáticas de tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita, galena, pirita, marcasita y cobres grises. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y alargadas e irregulares, con tamaños menores a 20  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, acompañados de abundante IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .

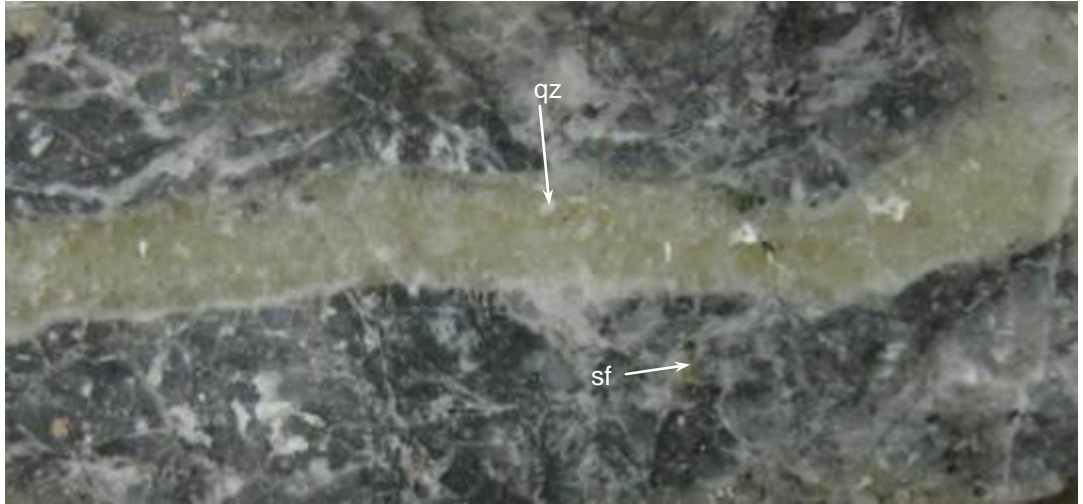
La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta relleno de cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas y Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) con tamaños menores a 40  $\mu\text{m}$ , de formas ovalada y alargada con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se encuentran acompañados de IF secundarias (relleno de microfracturas en el cristal) e IF monofásicas (líquidas y vapor).



**Fotomicrografía 83 al 88.- (83 y 84)** La esfalerita (ef) cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn) y piritita (py). (LT; LR; Obj. 2.5x). **(85 y 86)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en la esfalerita (ef) con tamaños menores a 40  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). **(87 y 88)** Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 20  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2 $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.



## MUESTRA 38222 Nivel 520 Gal. 860 E.

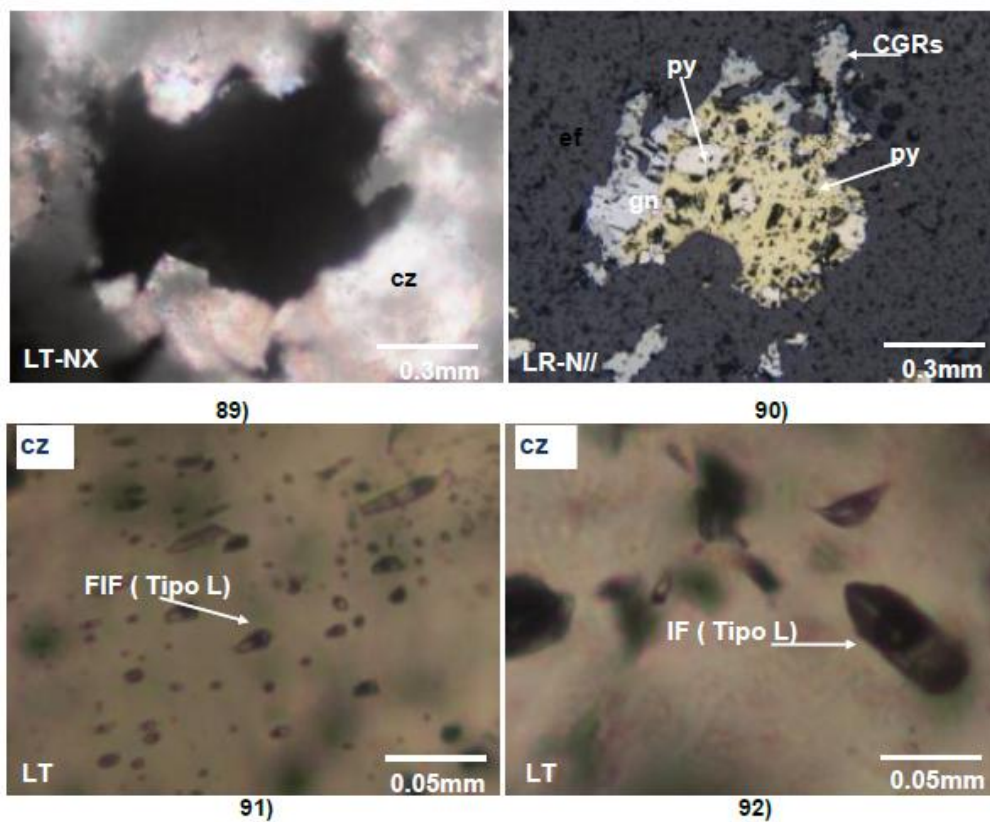


**Fotografía 20.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38222.

### **Descripción microscópica**

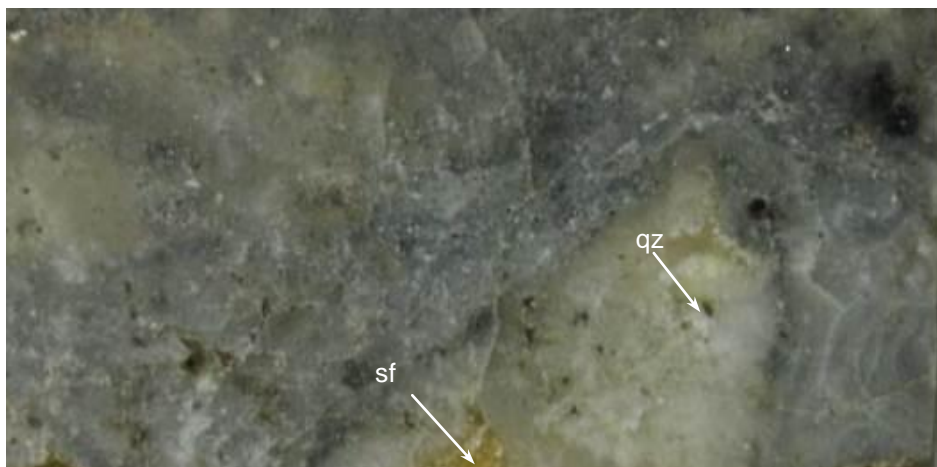
El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita, galena y cobres grises. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas, con tamaños menores a 24  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, acompañados de abundante IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta rellenando cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) con tamaños menores a 2  $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.



**Fotomicrografía 89 al 92.- (89 y 90)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn), pirita (py), calcopirita (cp) y cobres grises (CGRs). (LT-NX; LR-N//; Obj. 10x). **(91 y 92)** Familia de Inclusiones fluidas (FIF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 50  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido acompañada de Inclusiones fluidas menores a 2  $\mu\text{m}$ . (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos.

## MUESTRA 38341

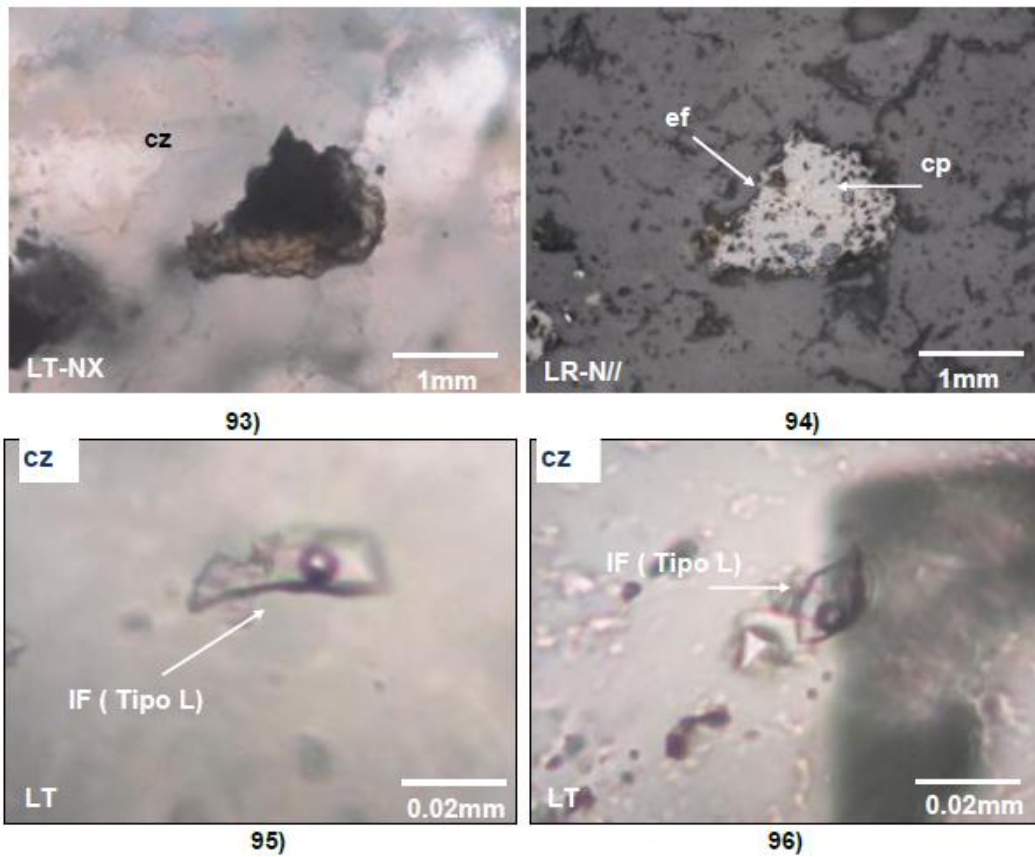


**Fotografía 21.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38341.

### **Descripción microscópica**

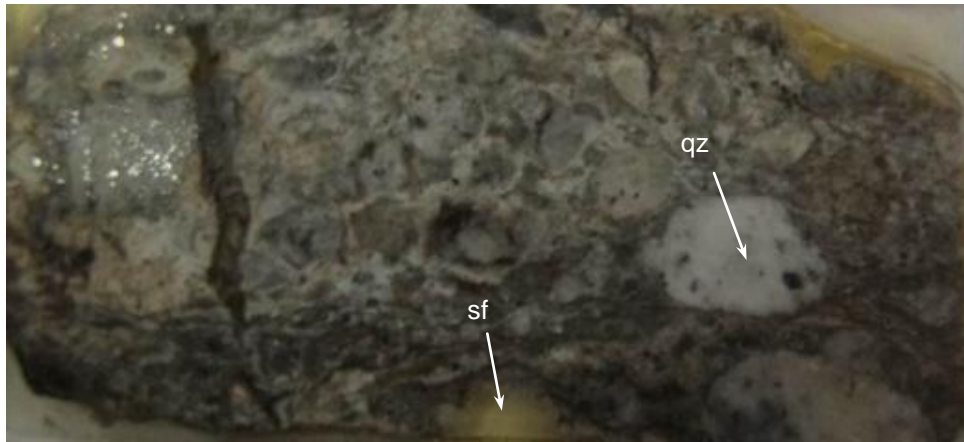
El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita y cobres grises. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas, con tamaños menores a 38  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, acompañados de abundante IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se presenta rellenando cavidades en la muestra asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) con tamaños menores a 2  $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.



**Fotomicrografía 93 al 96.- (93 y 94)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por esfalerita y calcopirita (cp). (LT-NX; LR-N//; Obj. 2.5x). **(95 y 96)** Familia de Inclusiones fluidas (FIF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 35  $\mu$ m, con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos.

## MUESTRA 38342



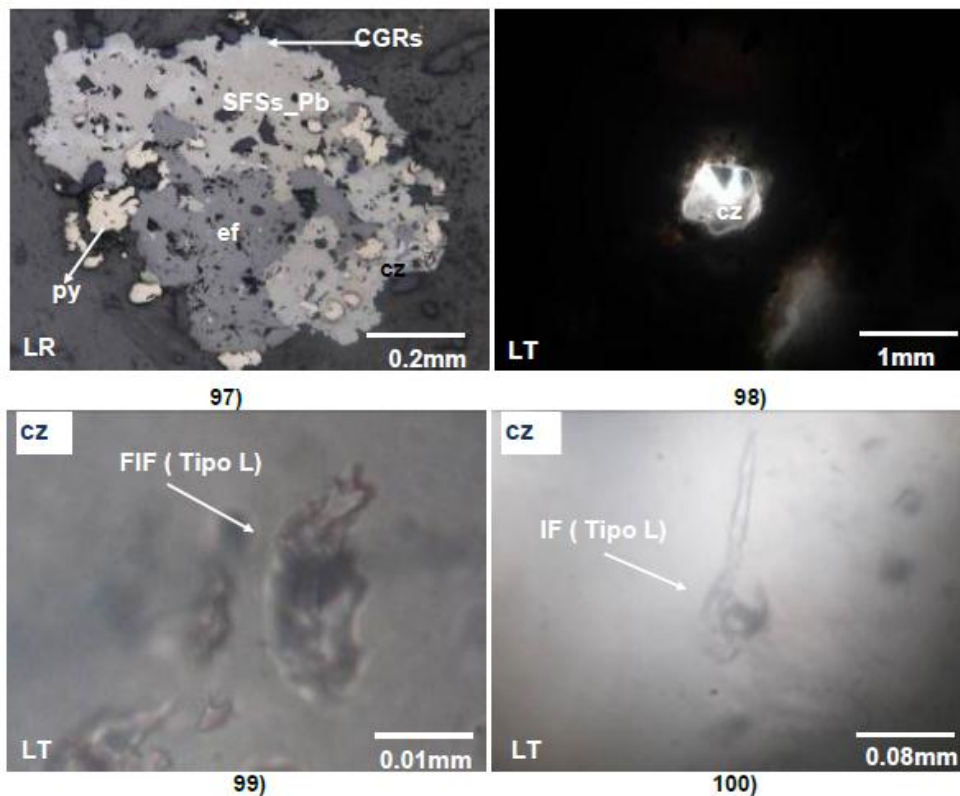
**Fotografía 22.-** Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra 38342.

### Descripción microscópica

El **cuarzo** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales con formas irregulares y prismáticas con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización comprendida por esfalerita, calcopirita, galena, cobres grises, sulfosales de plomo y pirita. Se observa Familia de Inclusiones Fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas, con tamaños menores a 20  $\mu\text{m}$  con grado de relleno de 0.90 de líquido, y escasas inclusiones fluidas aisladas bifásicas con tamaños menores a 100  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 en líquido, se encuentra acompañados de abundante IF menores a 2  $\mu\text{m}$  e IF pseudosecundarias.

La **esfalerita** ocurre como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 0.5 mm. Se presenta relleno de cavidades y diseminados en la muestra asociada a la mineralización. No se observó inclusiones fluidas adecuadas para ser el estudio microtermométrico en este cristal.





**Fotomicrografía 97 al 100.- (97 y 98)** El cuarzo (cz) donde se ubicaron las inclusiones fluidas bifásicas se encuentra relacionada con la mineralización comprendida por galena (gn), pirita (py), calcopirita (cp), sulfosales de plomo (SFSs\_Pb) y cobres grises (CGRs). (LR; LT; Obj. 10x y 2.5x). **(99)** Familia de Inclusiones fluidas (FIF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 10  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). **(100)** Escasas Inclusiones fluidas (IF) bifásicas ubicadas en el cuarzo (cz) con tamaños menores a 100  $\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 de líquido. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

### **Análisis microtermométrico de temperatura de homogeneización y salinidad**

De la tabla 9 se obtuvieron los histogramas, las cuales se representan en las figuras 30 y 31. Se puede apreciar que las temperaturas de homogeneización ( $\text{Th}^{\circ}\text{C}$ ) están comprendidas entre 150 $^{\circ}\text{C}$  y 400  $^{\circ}\text{C}$  con salinidades entre 2% y 9% eq. peso de NaCl.

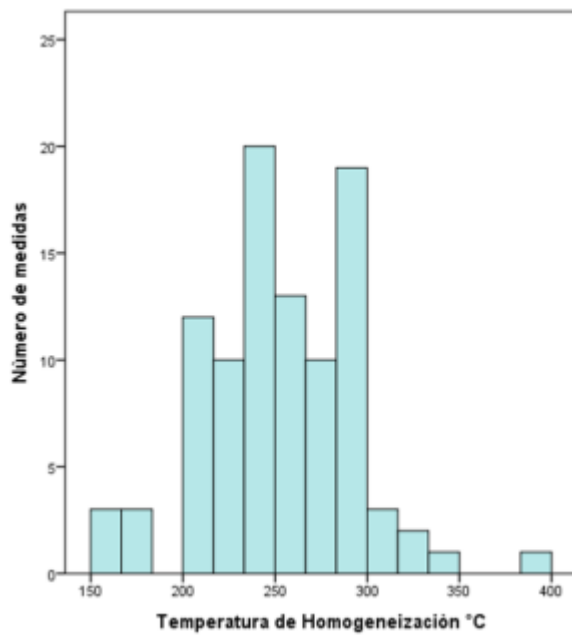
**Tabla 9.-** Datos microtermométricos de la Mina Rico Antimonio – Veta 1.

MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øμ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38219	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.3	202.3	3.87	1.1159	11.9
38219	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.4	202.7	4.03	1.1156	12
38219	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.5	202.9	4.18	1.1155	12.1
38219	4	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.6	203.1	4.34	1.1154	12.1
38219	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.6	248.3	4.34	1.0905	26.8
38219	2	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.7	248.7	4.49	1.0903	27
38219	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.8	248.9	4.65	1.0902	27.1
38219	4	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.9	249.1	4.8	1.0901	27.2
38219	1	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	3	202.6	4.96	1.1157	12
38219	2	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	3.1	202.8	5.11	1.1156	12
38219	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	3.2	202.9	5.26	1.1155	12.1
38219	1	P-Lw	cz	BIF	40	0.9	4	332.9	6.45	1.0684	87.7
38219	2	P-Lw	cz	BIF	38	0.9	4.1	333.1	6.59	1.0684	87.9
38219	3	P-Lw	cz	BIF	36	0.9	4.2	333.7	6.74	1.0684	88.6
38219	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.6	201.9	4.34	1.1161	11.8
38219	2	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.7	202.4	4.49	1.1158	12
38219	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.8	202.7	4.65	1.1156	12
38219	4	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.7	203.1	4.49	1.1154	12.1
38219	1	P-Lw	ef	BIF	8	0.9	3.2	260.7	5.26	1.0848	32.7
38219	2	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	3.3	262.8	5.41	1.084	33.8
38219	3	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	3.4	263.1	5.56	1.0838	34
38219	4	P-Lw	ef	BIF	6	0.9	3.3	263.4	5.41	1.0837	34.1
38219	5	P-Lw	ef	BIF	8	0.9	3.5	263.7	5.71	1.0836	34.3
38220	1	P-Lw	cz	BIF	0.8	0.9	0.8	231.7	1.4	1.0989	20.3
38220	2	P-Lw	cz	BIF	0.9	0.9	0.9	231.9	1.57	1.0988	20.4
38220	3	P-Lw	cz	BIF	1	0.9	1	232.5	1.74	1.0985	20.6
38220	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.3	283.3	3.87	1.0765	45.9
38220	2	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	2.4	283.7	4.03	1.0764	46.2
38220	3	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	2.5	283.9	4.18	1.0763	46.3
38220	4	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.6	284.1	4.34	1.0762	46.5
38220	5	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.7	284.5	4.49	1.0761	46.7
38220	6	P-Lw	cz	BIF	5	0.9	2.5	284.7	4.18	1.0761	46.9
38220	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.4	295.4	4.03	1.0731	54.5
38220	2	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.5	295.7	4.18	1.0731	54.7
38220	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.6	295.9	4.34	1.073	54.8
38220	1	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.5	294.8	4.18	1.0733	54
38220	2	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.6	295.1	4.34	1.0732	54.2
38220	3	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.7	295.3	4.49	1.0732	54.4
38220	4	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.6	295.7	4.34	1.0731	54.7
38220	5	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.8	296.2	4.65	1.073	55.1
38221	1	P-Lw	ef	BIF	28	0.9	2.4	239.9	4.03	1.0946	23.4
38221	2	P-Lw	ef	BIF	32	0.9	2.5	240.3	4.18	1.0944	23.5
38221	3	P-Lw	ef	BIF	30	0.9	2.6	240.8	4.34	1.0942	23.7
38221	4	P-Lw	ef	BIF	36	0.9	2.5	240.5	4.18	1.0943	23.6
38221	5	P-Lw	ef	BIF	40	0.9	2.6	240.7	4.34	1.0942	23.7

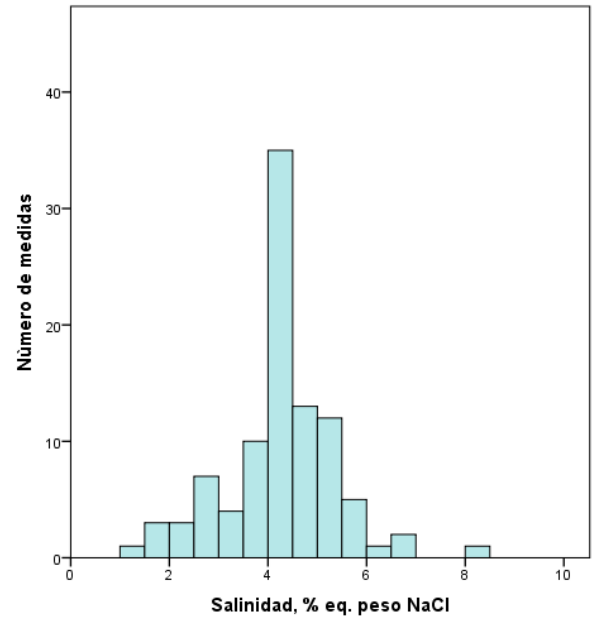
MUESTRA	Nº	CLAF.	MIN	TIPO	Øµ	FILL	-Tf (°C)	Th (°C)	NaCl (wt%)	ρ(g/cm3)	P (bar)
38221	1	P-Lw	ef	BIF	8	0.9	2.5	236.8	4.18	1.0962	22.2
38221	2	P-Lw	ef	BIF	10	0.9	2.6	236.9	4.34	1.0962	22.2
38221	3	P-Lw	ef	BIF	8	0.9	2.7	240.1	4.49	1.0945	23.4
38221	1	P-Lw	ef	BIF	100	0.9	1.8	208.1	3.06	1.1124	13.3
38221	1	P-Lw	ef	BIF	40	0.9	3.6	288.3	5.86	1.075	49.3
38221	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.1	245.3	3.55	1.0919	25.6
38221	2	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.2	245.7	3.71	1.0917	25.7
38221	3	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	2.3	246.1	3.87	1.0915	25.9
38221	1	P-Lw	cz	BIF	12	0.7	5.4	394.8	8.41	1.0811	164.6
38221	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.3	281.9	3.87	1.0769	45
38221	2	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	2.4	281.9	4.03	1.0769	45
38221	3	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	2.5	281.9	4.18	1.0769	45
38221	4	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.6	282.4	4.34	1.0768	45.3
38221	1	P-Lw	cz	BIF	5	0.9	2.2	158.9	3.71	1.1418	4.6
38221	2	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	2.3	159.2	3.87	1.1417	4.7
38221	3	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	2.4	159.5	4.03	1.1415	4.7
38222	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	3	304.6	4.96	1.0712	61.6
38222	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.1	305.1	5.11	1.0711	62.1
38222	3	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	3.2	305.7	5.26	1.071	62.5
38222	1	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2.8	272.3	4.65	1.0802	39.1
38222	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	3.2	280.6	5.26	1.0773	44.2
38222	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3.3	280.9	5.41	1.0772	44.4
38222	3	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	3.4	281.3	5.56	1.0771	44.6
38222	4	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	3.5	281.7	5.71	1.077	44.9
38222	1	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	1.8	291.9	3.06	1.074	51.9
38222	2	P-Lw	cz	BIF	22	0.9	1.9	292.2	3.23	1.0739	52.1
38222	3	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2	292.5	3.39	1.0739	52.3
38222	4	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	2.1	292.7	3.55	1.0738	52.5
38222	5	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2.2	292.8	3.71	1.0738	52.5
38222	1	P-Lw	cz	BIF	30	0.9	2.1	250.5	3.55	1.0894	27.8
38222	1	P-Lw	cz	BIF	14	0.9	2.3	249.9	3.87	1.0897	27.6
38222	2	P-Lw	cz	BIF	18	0.9	2.4	250.3	4.03	1.0895	27.7
38222	3	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	2.5	250.7	4.18	1.0893	27.9
38222	4	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	2.4	250.9	4.03	1.0892	28
38341	1	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	1.5	253.4	2.57	1.0881	29.2
38341	1	P-Lw	cz	BIF	16	0.9	1.5	170.6	2.57	1.135	6.2
38341	2	P-Lw	cz	BIF	20	0.9	1.6	171.4	2.74	1.1346	6.3
38341	3	P-Lw	cz	BIF	24	0.9	1.7	172	2.9	1.1342	6.4
38341	1	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	1.4	217.5	2.41	1.1069	15.8
38341	2	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	1.5	217.8	2.57	1.1067	15.9
38341	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	1.6	217.9	2.74	1.1066	15.9
38341	4	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	1.7	218.4	2.9	1.1064	16.1
38341	1	P-Lw	cz	BIF	4	0.9	1.1	231.5	1.91	1.099	20.3
38341	2	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	1.2	231.7	2.07	1.0989	20.3
38341	3	P-Lw	cz	BIF	3	0.9	1.3	231.9	2.24	1.0988	20.4
38342	1	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	2.8	247.5	4.65	1.0908	26.5
38342	2	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	2.9	247.9	4.8	1.0907	26.7
38342	3	P-Lw	cz	BIF	10	0.9	3	248.3	4.96	1.0905	26.8
38342	4	P-Lw	cz	BIF	12	0.9	3.1	248.6	5.11	1.0903	27
38342	1	P-Lw	cz	BIF	6	0.9	3	261.3	4.96	1.0846	33
38342	2	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.1	261.7	5.11	1.0844	33.2
38342	3	P-Lw	cz	BIF	8	0.9	3.2	262.3	5.26	1.0842	33.5

**NOTA:** La diferencia de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.



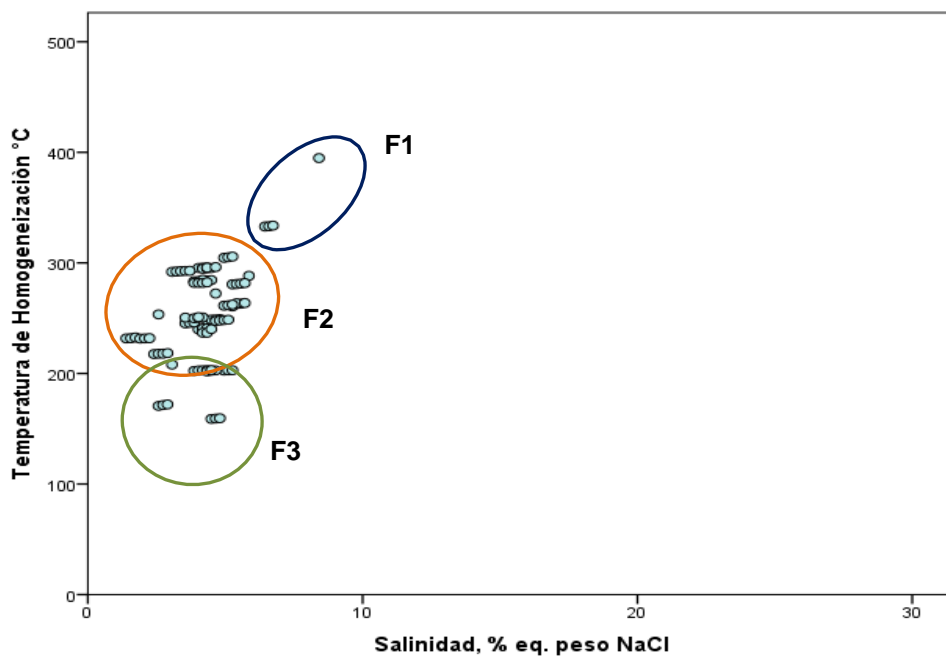


30)



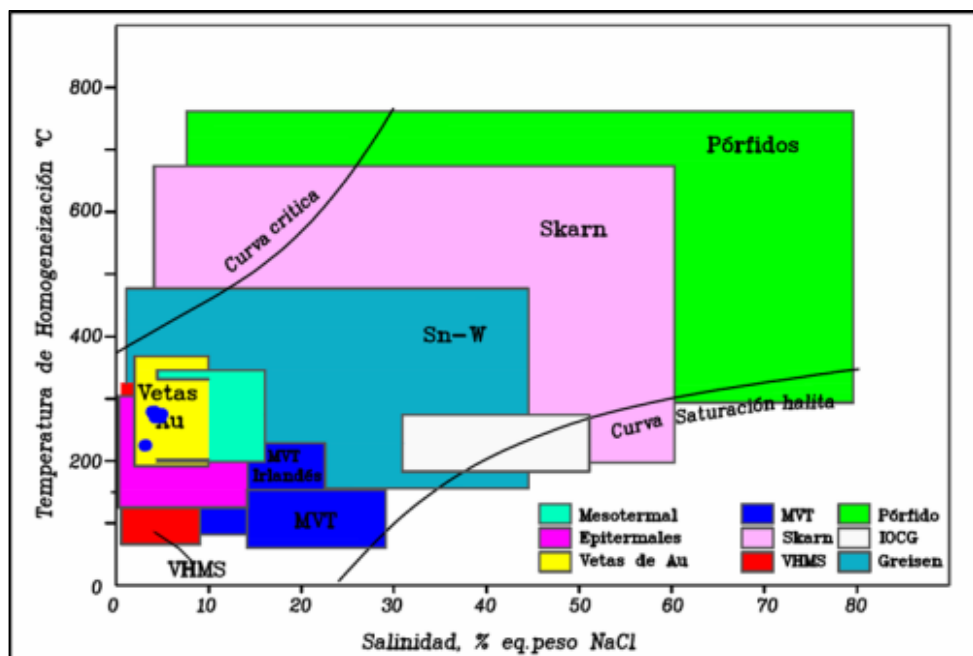
31)

**Figuras 30 al 31.- 30)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia; **31)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia.



**Figura 32.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad. F: Población de fluidos.

De la figura 33 se puede observar tres posibles poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 320°C y 400°C con salinidad aproximadamente 6% y 9% eq. peso NaCl; seguidamente de la **segunda población (F2)** se encuentra entre 200°C y 300°C con salinidad aproximadamente 3% y 6% eq. peso NaCl; y finalmente, la **tercera población (F3)** presenta de temperatura de homogeneización (Th°C) entre 150°C y 200°C aproximadamente con salinidad comprendida entre 2 % y 5% eq. peso NaCl.



**Figuras 33.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Veta 1 (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura 33 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales con contacto de Vetas de Oro

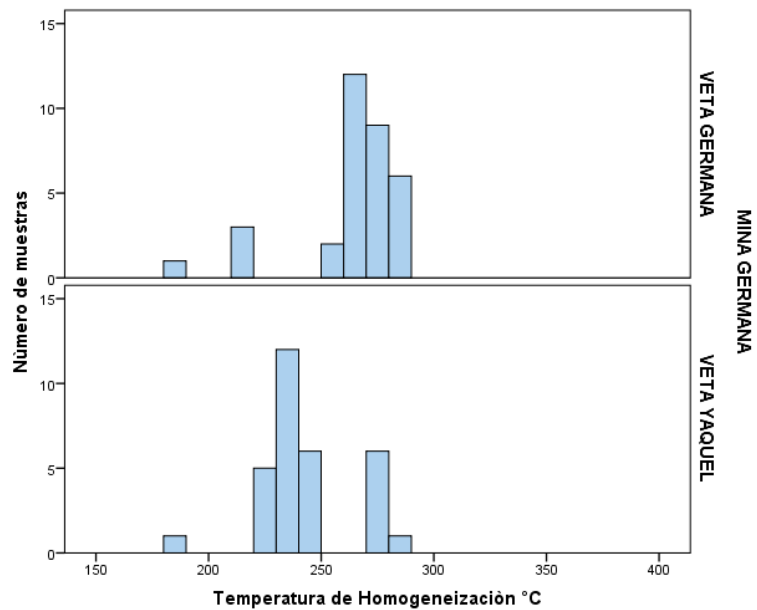
**RESUMEN DE INCLUSIONES FLUIDAS UNIDAD  
RECUPERADA INTERIOR MINA MINA GERMANA**

Las muestras estudiadas corresponden a la Veta Yaquel (Muestras N° 38328 y 38330) y la Veta Germana (Muestra N° 38320 y 38322) perteneciente al Nivel 3520.

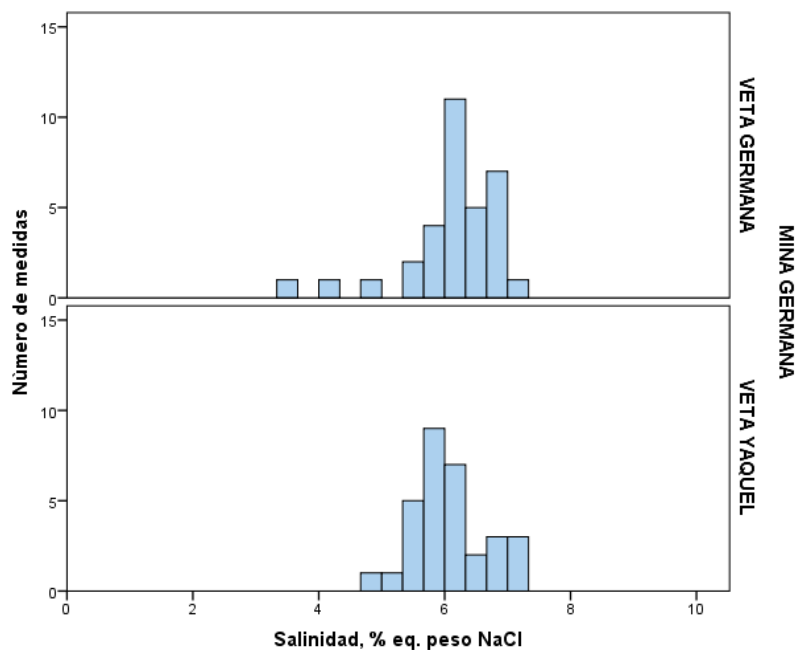
**Tabla 10.-** Descripción de la Veta Yaquel y la Veta Germana de la Mina Germana mediante estudios por microscopía óptica.

<b>VETA YAQUEL</b>	<b>VETA GERMANA</b>
* IF estan contenidas en el cz.	*IF estan contenidas en cz
* Minerales opacos asociados: py, cp, ef, gn, mc y hm	* Minerales opacos asociados: ef, gn, cp y CGRs
* Grado de relleno 0.90 en líquido.	* Grado de relleno de 0.80 y 0.90 en líquido.
* Las IF presentan formas ovaladas, redondeadas y tabulares	* Las IF presentan formas ovaladas, redondeadas y alargadas
* IF presentan tamaños entre 4 y 14 $\mu\text{m}$	* IF presentan tamaños entre 3 y 74 $\mu\text{m}$
* IF pseudosecundaria e IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .	* IF pseudosecundaria e IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .
* En la ef presenta IF menores a 2 $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermometrico.	*Muestra N° 38322 presenta IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .
	* En la ef presenta IF menores a 2 $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermometrico.

Según los diagramas 34 y 35, las Vetas Germana y Veta Yaquel presentan el mismo tipo familia de temperaturas de homogeneización (Th) comprendidas entre 150 y 200°C y entre 250 y 300°C; salinidades entre 4 y 8 % eq. peso de NaCl.Th con promedio de 150°C tanto en las Vetas Esperanza y Martha.



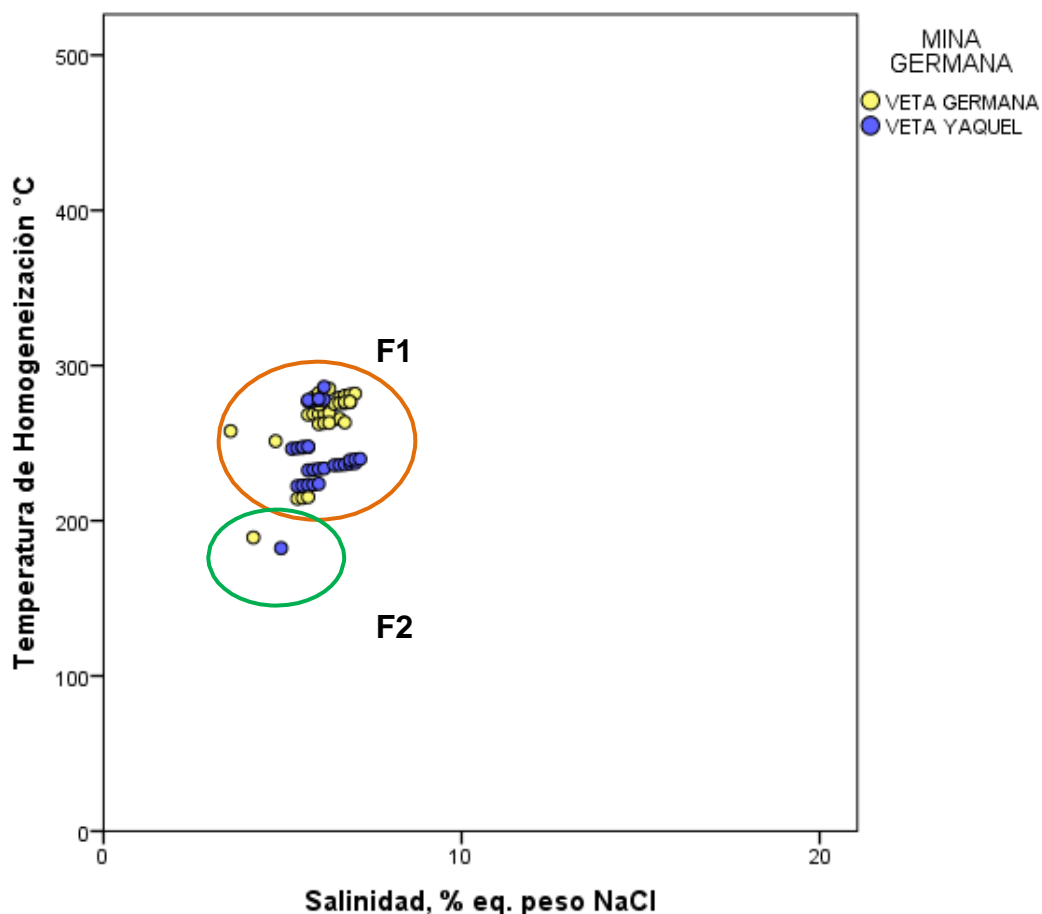
34)



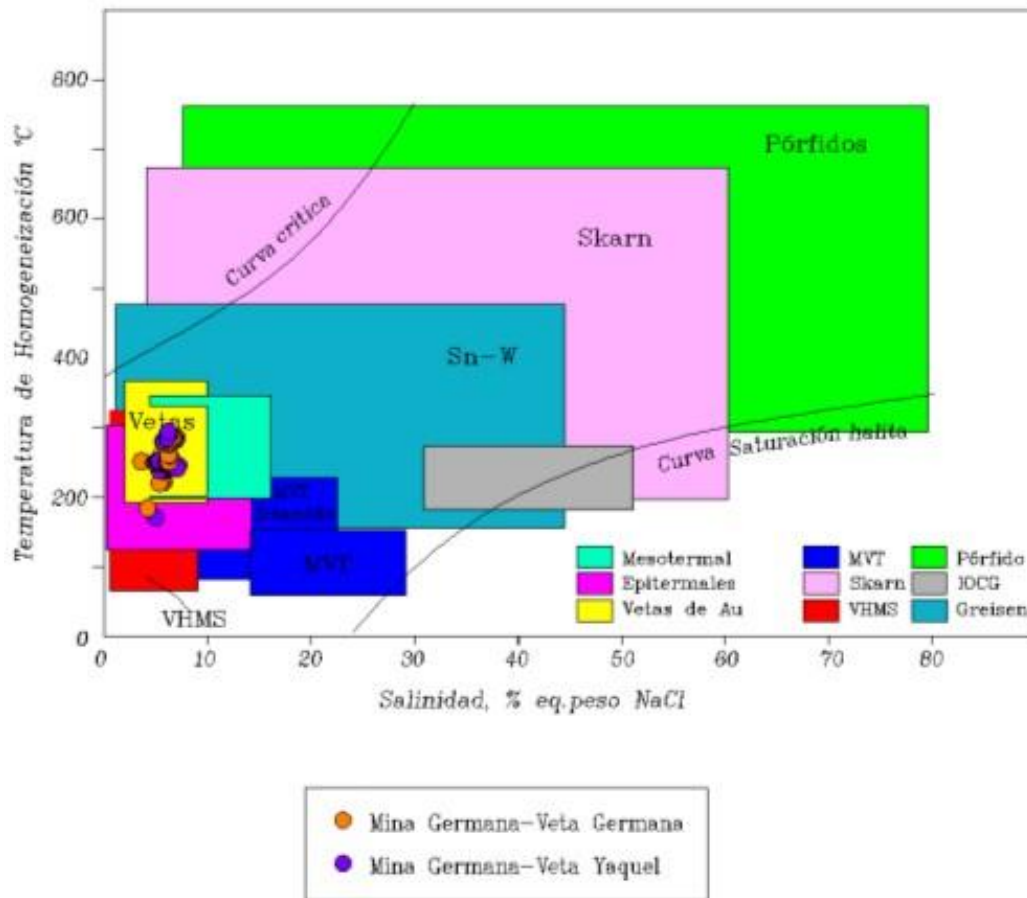
35)

**Figuras 34 al 35.- 34)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Germana. **35)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Germana.

De la figura N° 36 se puede observar que las Vetas Germana y Yaquel presentan dos posibles poblaciones de fluidos mineralizantes; la **primera población (F1)** presenta temperatura de homogeneización entre 200°C y 300°C con salinidad entre 3% y 8% eq. peso de NaCl; y finalmente, la **segunda población (F2)** presenta temperatura de homogeneización (Th°C) entre 150°C y 200°C con salinidad entre 4% y 7% eq. peso NaCl.



**Figura 36.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad se observa dos posibles poblaciones en la Mina Germana. F: Población de fluidos.



**Figura 37.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Germana (modificada de Wilkinson, 2001).

Según el diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad modificada de Wilkinson (2001) (Figura N° 37) se pueden apreciar que dichas Vetas presentan una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar entre depósitos Epitermales a Mesotermals con contacto de Vetas de Oro.

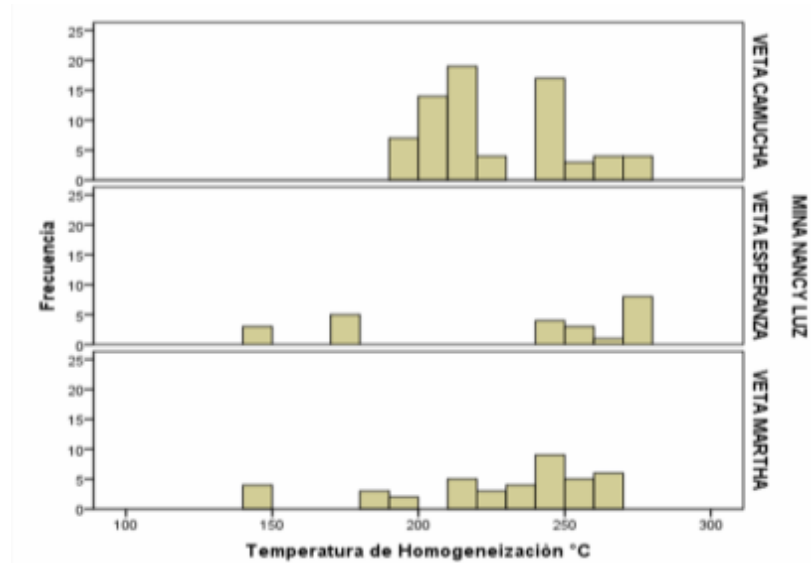
## MINA NANCY LUZ

Las muestras estudiadas corresponden a la Veta Esperanza (Muestra N° 38307), Veta Camucha (Muestras N° 38223, 38224 y 38309) y la Veta Martha (Muestra N° 38325 y 38340) perteneciente al Nivel 520 y 595.

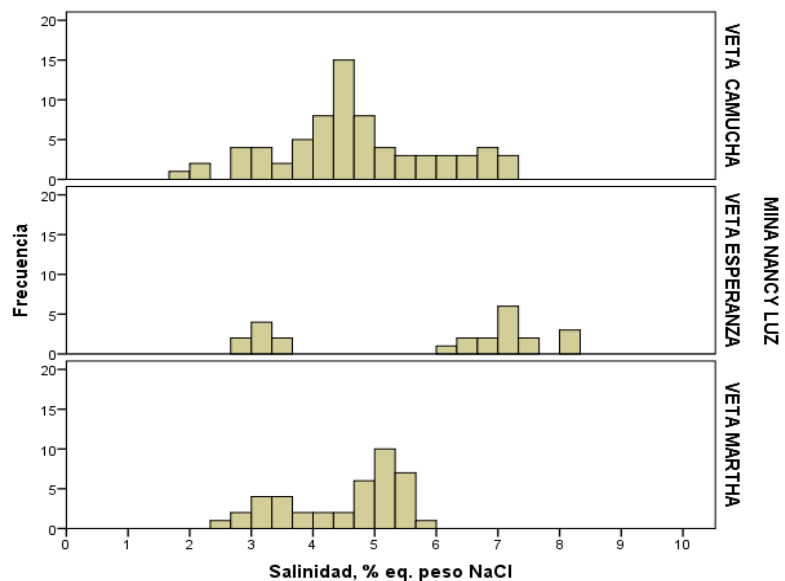
**Tabla 11.-** Descripción de la Veta Esperanza, Veta Camucha y la Veta Martha de la Mina Nancy Luz mediante estudios realizados por microscopía óptica.

VETA ESPERANZA	VETA CAMUCHA	VETA MARTHA
* IF están contenidas en el cz.	* IF están contenidas en cz y ef.	* IF están contenidas en cz, CBs y ef.
* Minerales opacos asociados: py, ef y gn.	* Minerales opacos asociados: py, ef, gn, cp, SFs Pb y CGRs	* Minerales opacos asociados: py, ef, gn, cp y CGRs.
* Grado de relleno 0.90 en líquido.	* Grado de relleno de 0.90 en líquido	* Grado de relleno de 0.80 y 0.90 en líquido.
* Las IF presentan formas ovaladas y alargadas.	* Las IF presentan formas ovaladas, redondeadas y alargadas.	* Las IF presentan formas ovaladas y alargadas.
* IF presentan tamaños menores a 32 $\mu\text{m}$	* IF presentan tamaños menores a 42 $\mu\text{m}$ en el cz y tamaños menores a 40 $\mu\text{m}$ en el cristal de la ef.	* IF presentan tamaños menores a 36 $\mu\text{m}$ en el cz y tamaños menores a 14 $\mu\text{m}$ en el cristal de la ef. En los CBs presenta tamaños menores a 20 $\mu\text{m}$ .
* IF pseudosecundaria e IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .	* IF pseudosecundaria e IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .	* IF pseudosecundaria e IF menores a 2 $\mu\text{m}$ .
* En la ef presenta IF menores a 2 $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico.	* En la ef presenta IF monofásicas líquidas y de vapor.	* En la ef presenta IF monofásicas líquidas y de vapor.
		* En el cristal de esfalerita (Muestra N° 38340) presenta IF menores a 2 $\mu\text{m}$ , por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermométrico.

Según los diagramas 38 y 39, las Vetas Martha, Esperanza y Camucha presentan el mismo tipo familia de temperaturas de homogeneización (Th) comprendidas entre 220 y 300°C; y salinidades entre 2 y 4 % eq. peso de NaCl; mientras que las Vetas Camucha y Martha presentan una misma familia de Temperatura de Homogeneización entre 180° y 220°C y salinidades entre 3 y 6 % eq. peso de NaCl. Finalmente, similares Th con promedio de 150°C tanto en las Vetas Esperanza y Martha.



38)

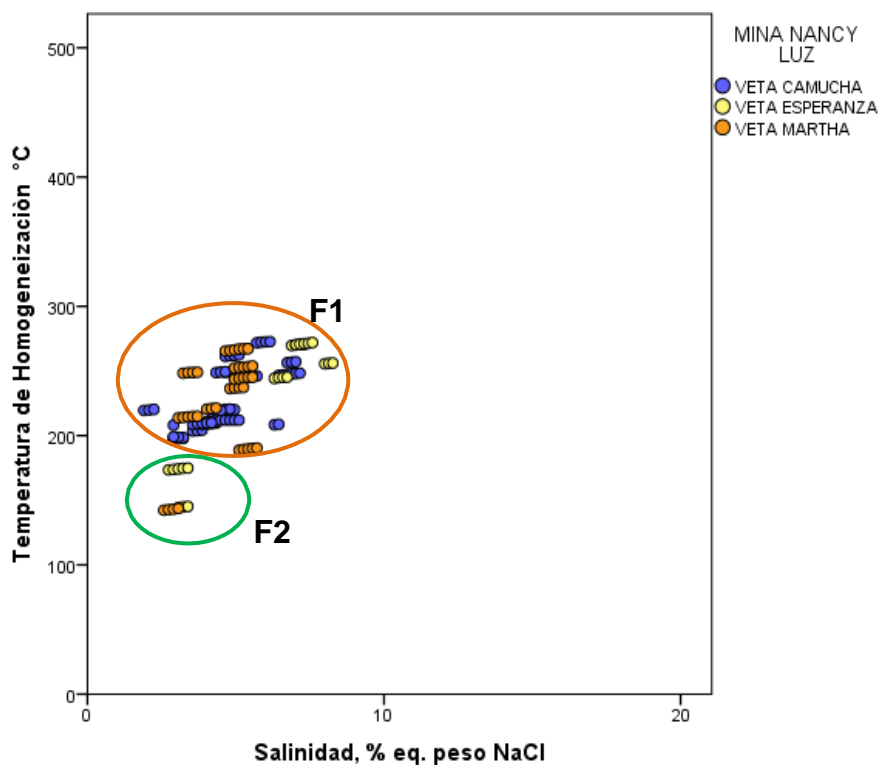


39)

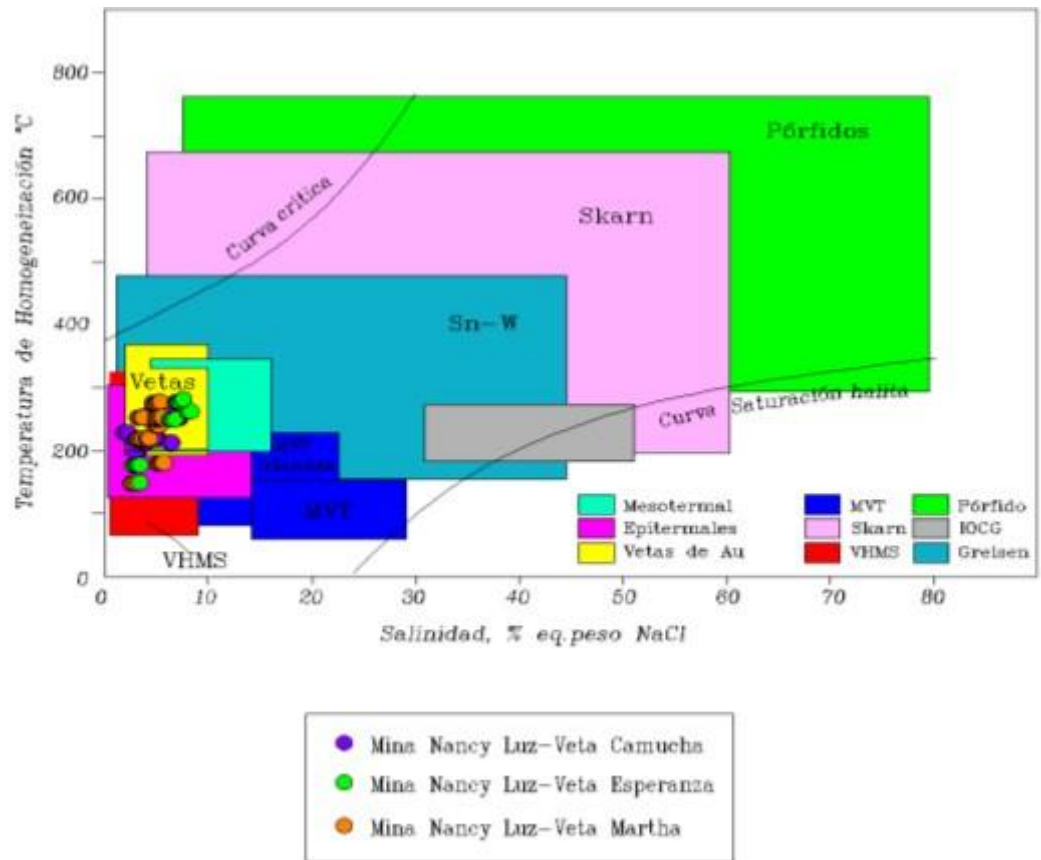


**Figuras 38 y 39.- 38)** Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Nancy Luz; **39)** Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Nancy Luz.

De la figura N° 40 se puede observar dos posibles poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 190°C y 280°C con salinidad aproximadamente 2% y 9% eq. peso NaCl; y finalmente, la **segunda población (F2)** presencia de temperatura de homogeneización (Th°C) 140°C y 180°C aproximadamente con salinidad de 2% y 4% eq. peso NaCl.



**Figura 40.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad donde se observa dos posibles poblaciones en la Mina Nancy Luz. F: Población de fluidos.



41)

**Figura 41.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Nancy Luz (modificada de Wilkinson, 2001).

Del diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad modificada de Wilkinson (2001) (Figura N° 41) se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de Vetas de Oro.

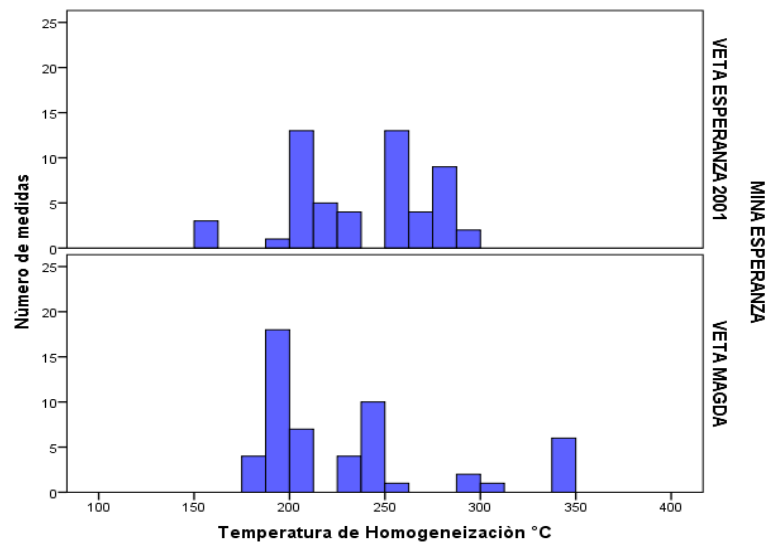
## **MINA ESPERANZA**

Las muestras estudiadas corresponden a la Veta Esperanza 2001 (Muestra N° 38338, 38346 y 38352) y Veta Magda (Muestras N° 38339, 38343 y 38344) ubicadas en el nivel 3520, 3595 y 3617.

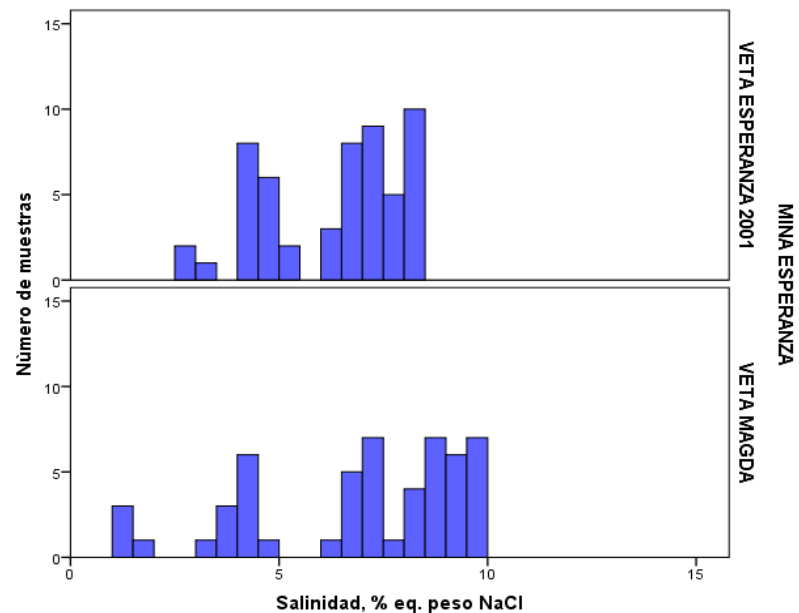
**Tabla 12.-** Descripción de la Veta Esperanza 2001 y la Veta Magda de la Mina Esperanza mediante estudios realizados por microscopía óptica.

<b>VETA ESPERANZA 2001</b>	<b>VETA MAGDA</b>
* IF estan contenidas en el cz y ef.	*IF estan contenidas en cz, ef y
* Minerales opacos asociados: py, cp, ef, CGRs y SFs Pb.	* Minerales opacos asociados: py, cp, ef, CGRs y gn.
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Grado de relleno 0.80 y 0.90 en líquido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Grado de relleno de 0.90 en líquido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las IF presentan formas ovaladas, regulares y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Las IF presentan formas ovaladas y tabulares.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>IF presentan tamaños menores a 36 <math>\mu\text{m}</math> en el cristal de cuarzo. En la esfalerita tamaños menores a 160 <math>\mu\text{m}</math>..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* IF presentan tamaños menores a 40 <math>\mu\text{m}</math> en el cristal de cuarzo. En la baritina se encuentra con tamaños menores 80<math>\mu\text{m}</math>. En la esfalerita tamaños</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>IF pseudosecundaria e IF menores a 2<math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* IF pseudosecundaria e IF menores a 2<math>\mu\text{m}</math>.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>En el cristal de cuarzo ( Muestra N° 38346) presenta IF menores a 2<math>\mu\text{m}</math>,por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermometrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* En el cristal de la esfalerita ( Muestra N° 38343) presenta IF menores a 2<math>\mu\text{m}</math>,por tal motivo no se ha realizado el estudio</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>En la ef presenta IF monofasicas liquidas y de</li> </ul>	

Según los diagramas 41 y 42 las Vetas Esperanza 2001 y Veta Magda presentan el mismo tipo familia de temperaturas de homogeneización (Th) comprendidas entre 270 y 320°C; y salinidades entre 3 y 8 % eq. peso de NaCl.



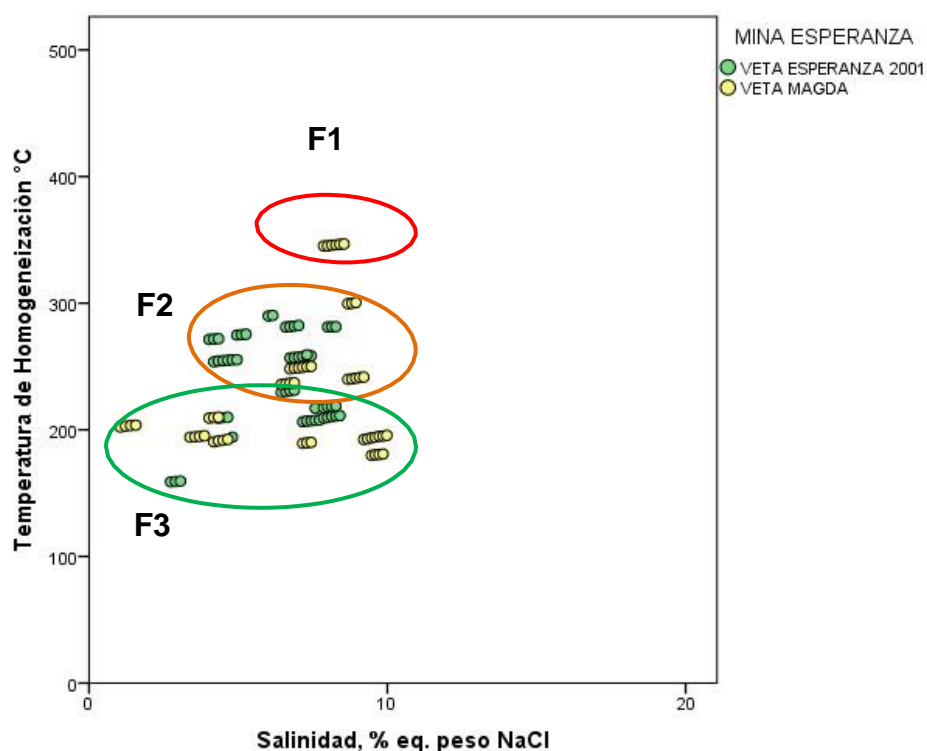
41)



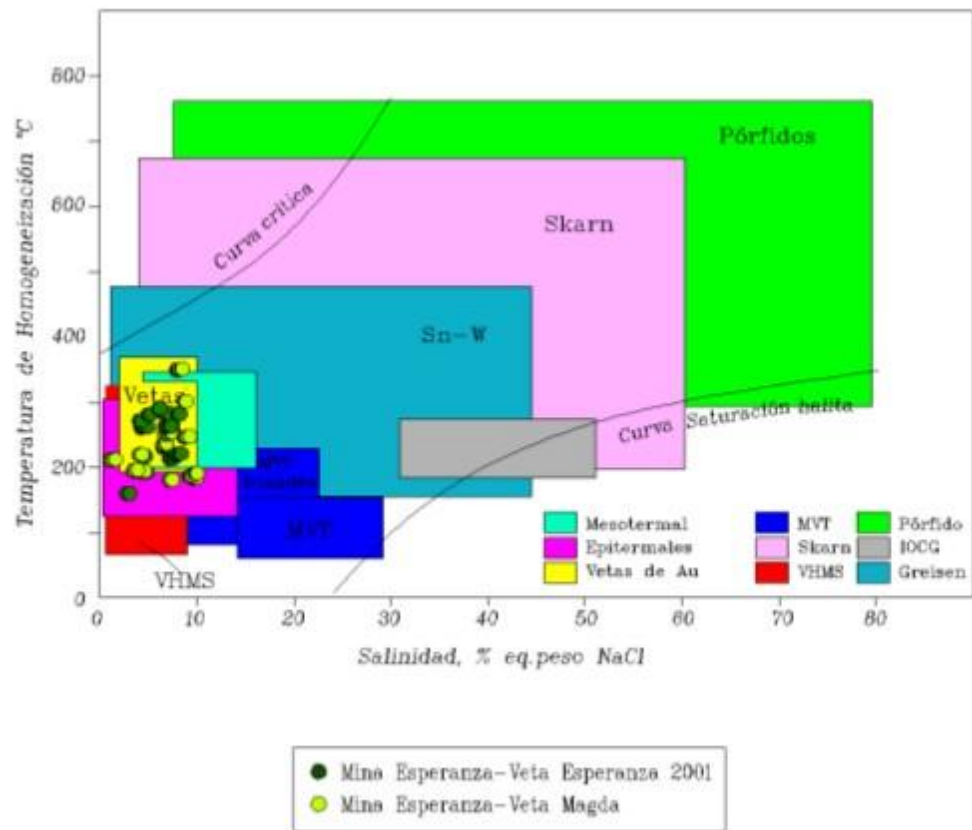
42)

**Figuras 41 y 42.-** 41) Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Esperanza; 42) **Histograma** de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Esperanza.

Del gráfico 43 se puede observar tres posibles poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 340°C y 350°C con salinidad aproximadamente 8% y 9% eq. peso NaCl; la **segunda población (F2)** presencia de temperatura de homogeneización (Th°C) 210°C y 300°C aproximadamente con salinidad de 4% y 9% eq. peso NaCl, y finalmente, la **tercera población (F3)** presencia de temperatura de homogeneización (Th°C) 150°C y 210°C aproximadamente con salinidad de 1% y 10% eq. peso NaCl.



**Figura 43.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad donde se observa tres posibles poblaciones en la Mina Esperanza. F: Población de fluidos.



**Figura 44.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Esperanza (modificada de Wilkinson, 2001).

De la figura N° 44 se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de Vetas de Oro.

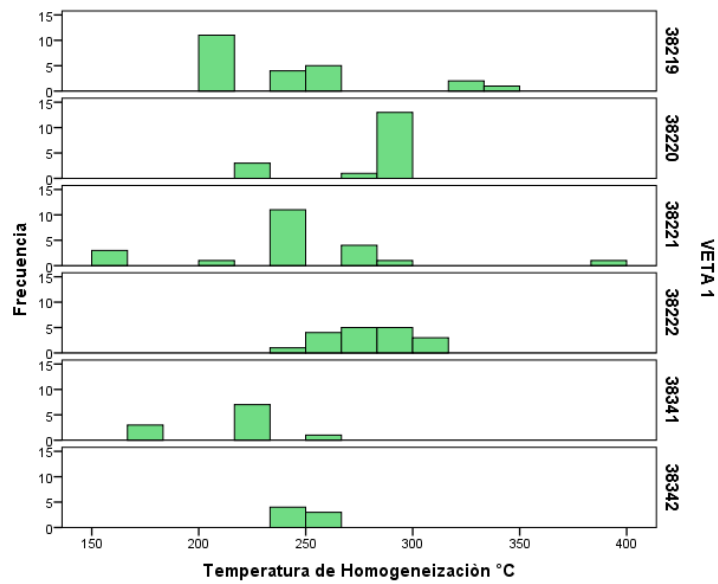
## **MINA RICO ANTIMONIO**

Las muestras estudiadas corresponden a la Veta 1 (Muestra N° 38219, 38220, 38221, 3822, 38341 y 38342) ubicadas en el nivel 520, 610 y 710.

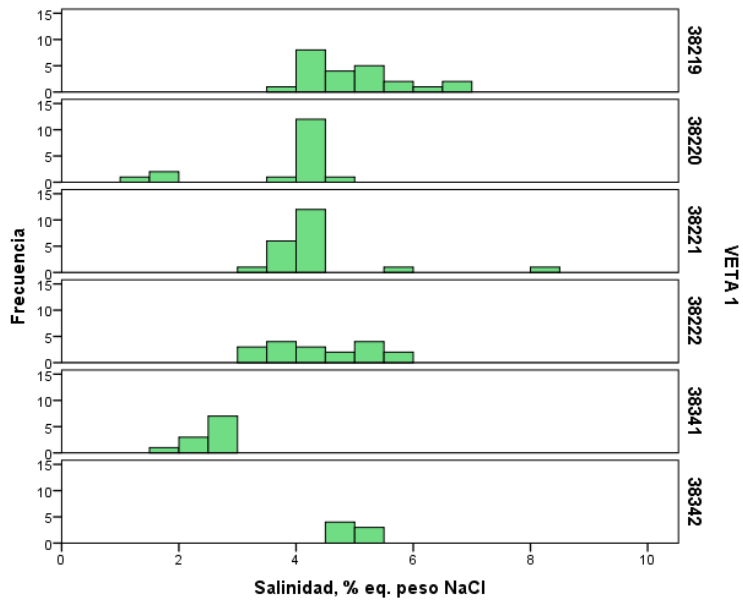
**Tabla 13.-** Descripción de la Veta 1 de la Mina Rico antimonio mediante estudios realizados por microscopía óptica.

<b>VETA 1</b>
• *IF estan contenidas en cz y ef.
• * Minerales opacos asociados: py, ef, gn, cp, SFs Pb y CGRs.
• * Grado de relleno de 0.90 en liquido.
• * Las IF presentan formas ovaladas, redondeadas y alargadas.
• * IF presentan tamaños menores a 38µm y escasamente con tamaños a 100µm en el cz y tamaños menores a 40 µm en el cristal de la ef.
• * IF pseudosecundaria e IF menores a 2µm.
• *En la ef presenta IF monofasicas liquidas y de vapor.
• * En el cristal de esfalerita (Muestra Nª 38220, 38222, 38341 y 38342) presenta IF menores a 2µm,por tal motivo no se ha realizado el estudio microtermometrico.

Según los diagramas 45 y 46, en la Veta1 las muestras N° 38220 y 38341 presentan el mismo tipo familia de temperaturas de homogeneización (Th) comprendidas entre 210 y 230°C; y salinidades entre 3 y 5 % eq. peso de NaCl. Finalmente, las muestras N° 38219, 38221 y 38342 presentan una misma familia de Temperatura de Homogeneización entre 240° y 260°C y salinidades entre 3 y 5 % eq. peso de NaCl coincidentes en las muestras N° 38219 y 38221.



45)

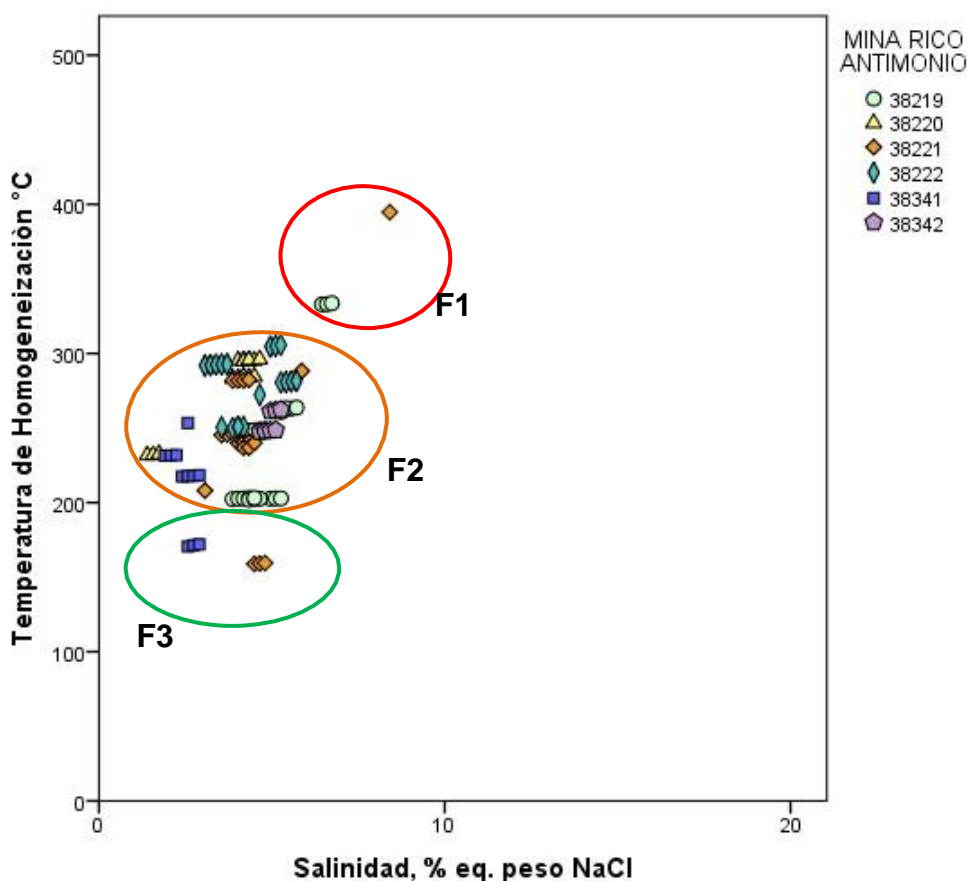


46)

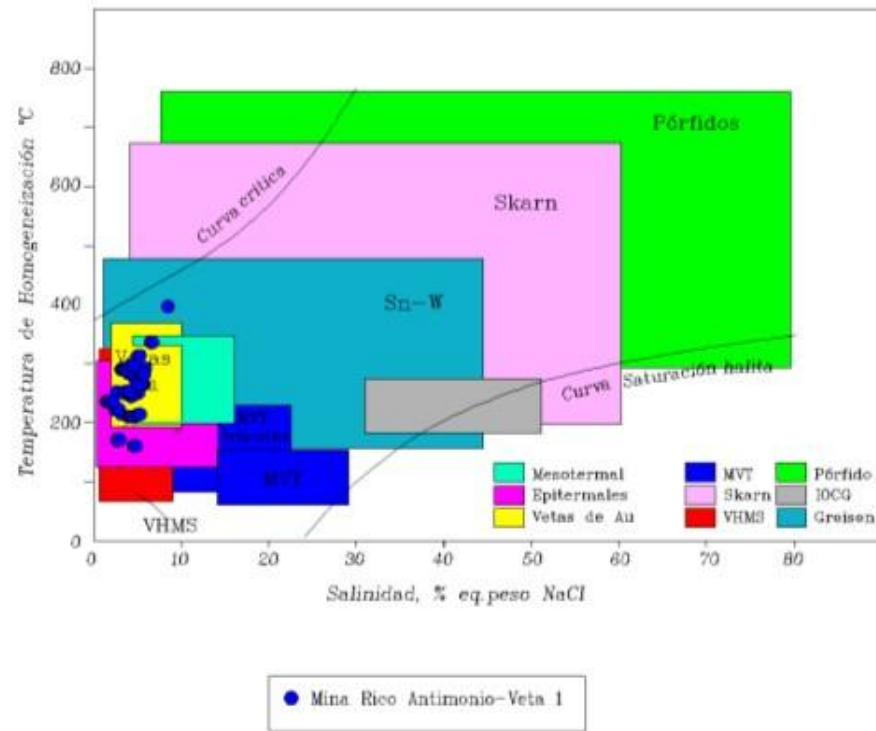
**Figuras N° 45 y 46.-** 45) Histograma de temperatura de homogeneización (Th °C) vs Frecuencia de la Mina Rico Antimonio; 46) Histograma de salinidad (% eq. peso NaCl) vs Frecuencia de la Mina Rico Antimonio.



Del gráfico 47 se puede observar tres posibles poblaciones de fluidos; la **primera población (F1)** se encuentra entre 330°C y 400°C con salinidad aproximadamente 7% y 9% eq. peso NaCl; la **segunda población (F2)** presencia de temperatura de homogeneización (Th°C) 200°C y 300°C aproximadamente con salinidad de 1% y 7% eq. peso NaCl, y finalmente, la **tercera población (F3)** presencia de temperatura de homogeneización (Th°C) 150°C y 200°C aproximadamente con salinidad de 2% y 6% eq. peso NaCl.



**Figura 47.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad se observa tres posible de poblaciones en la Mina Rico Antimonio. F: Población de fluidos.



**Figura 48.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad – Mina Rico Antimonio (modificada de Wilkinson, 2001).

Del diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad modificada de Wilkinson (2001) (Figura N° 48) se pueden apreciar que existe la presencia de una mezcla de fluidos las cuales se pueden clasificar como depósitos Epitermales a Mesotermiales con contacto de Vetas de Oro y transición a depósitos de Pórfidos.

#### 4.2. Presentación de Resultados, Tablas, Gráficos, Figuras, entre otros.

##### A. ESTUDIOS Y ANÁLISIS POR AREAS.

Se aplicaron técnicas de Inclusiones Fluidas (Estudios Microtermométricos). En la tabla 14 se muestran los resultados por áreas.

**Tabla 14.** Muestras consideradas por áreas.

ÁREAS	N° de muestras	MINAS Y ZONAS SUPERFICIALES	N° de muestras
Área Esperanza	32	Mina Esperanza (Vetas Esperanza 2001 y Magda)	6
		Mina Nancy Luz (Vetas Esperanza, Martha y Camucha)	20
		Mina Rico Antimonio (Veta 1)	6
Área de Germana	21	Mina Germana (Vetas Yaquel y Germana)	13
		Zona Superficial Germana (Veta Olga)	8

A continuación, presentamos interpretación de los estudios y análisis por áreas.

#### 4.2.1. ÁREA ESPERANZA

Para el área Esperanza se tomaron 32 muestras, de la cuales 6 muestras pertenecen a Mina Esperanza, 20 muestras a Mina Nancy Luz y 6 muestras pertenecen a Mina Rico (Ver tabla 2).


##### 4.2.1.2. Estudios por Microscopia

En la figura 49 se presentan las ubicaciones espaciales de las 32 muestras correspondientes al Área Esperanza de acuerdo a la distribución de la tabla 2. La información de los niveles, labor y referencia se encuentran en la tabla 2.

De acuerdo a los datos obtenidos en los estudios y análisis presentados en el Capítulo IV, se propone la presencia de tres secuencias paragenéticas donde: La **primera etapa** estaría comprendida por cuarzo, seguida de carbonatos, pirita, marcasita, esfalerita, calcopirita, galena, tetraedrita y bournonita; con porcentaje de salinidad (NaCl) entre 5 y 10% y con temperaturas Homogeneización (Th) que varían entre 300°C y 400°C. (Ver Tabla 15)

La **segunda etapa** formada por cuarzo, carbonatos, pirita, esfalerita, calcopirita, galena, famatinita, tetraedrita, bournonita, y sterryita; con porcentaje de salinidad (NaCl) menores a 10% y temperatura de Homogeneización (Th) que varía entre 200°C y 300°C.

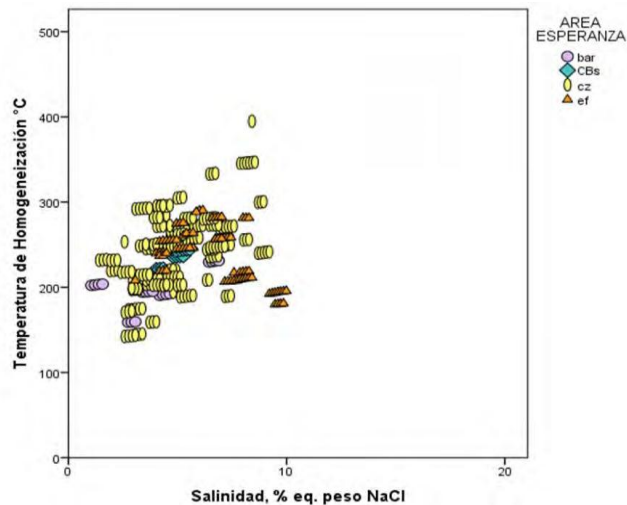
Finalmente, una **tercera etapa** conformada por cuarzo, carbonatos, pirita, esfalerita, galena, famatinita, tetraedrita, yeso, basanita, y óxidos de hierro; con salinidades comprendidas entre 1 y 8% NaCl y temperatura de Homogeneización varían entre 150°C y 200°C.

CUADRO PARAGENETICO - ÁREA ESPERANZA			
MINERALES	Primera Etapa	Segunda Etapa	Tercera Etapa
Cuarzo	-----	-----	-----
Carbonatos	-----	-----	-----
Pirita	-----	-----	-----
Marcasita	-----		
Esfalerita	-----	-----	-----
Calcopirita	-----	-----	
Galena	-----	-----	-----
Bartitina			-----
Famatinita		-----	-----
Tetraedrita	-----	-----	-----
Bournonita	-----	-----	
Sterryita		-----	
Yeso		-----	-----
Basanita			-----
Óxidos de hierro			-----
TEMPERATURA	300°C - 400°C	200°C - 300°C	150°C - 200°C
SALINIDAD	5 y 10% eq. peso NaCl	< 10% eq. peso NaCl	1 y 8% eq. peso NaCl
MAYOR TEMPERATURA INICIAL  MENOR TEMPERATURA FINAL			

**Tabla 15:** Cuadro paragenético del Área Esperanza.

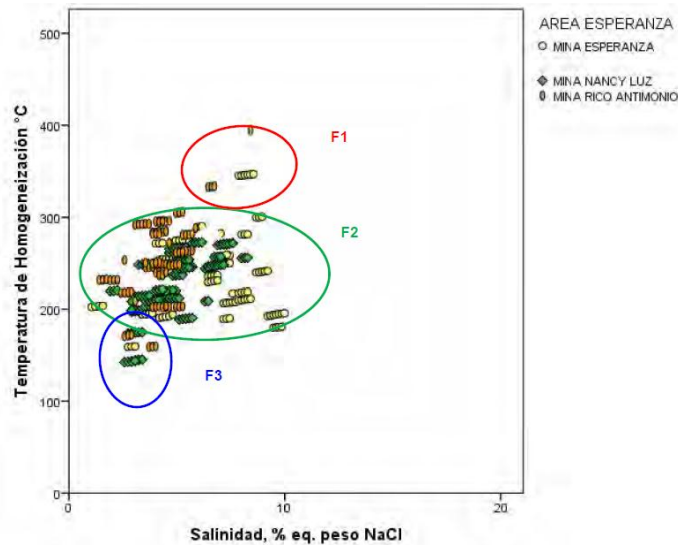
#### 4.2.1.3. Estudios de Inclusiones Fluidas (IF)

Los estudios de IF, del área Esperanza, se han realizado en los cristales de cuarzo (cz), baritina (bar), carbonatos (CBs) y esfalerita (ef). En la figura 06, se muestra las relaciones de temperatura y salinidad por cada mineral que contenía las inclusiones.



**Figura 50.** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad donde se presentan los estudios microtermométricos de cuatro minerales correspondiente al Área Esperanza.

Con los estudios de inclusiones fluidas del área Esperanza se observan tres pulsaciones de fluidos mineralizantes (F1, F2 y F3). Dichas secuencias paragenética se diferencian por la temperatura de homogeneización y composición salina (Figura 51).



**Figura 51.-** Diagrama temperatura de homogeneización vs. Salinidad se observan tres posibles poblaciones del Área Esperanza. F: Población de fluidos.

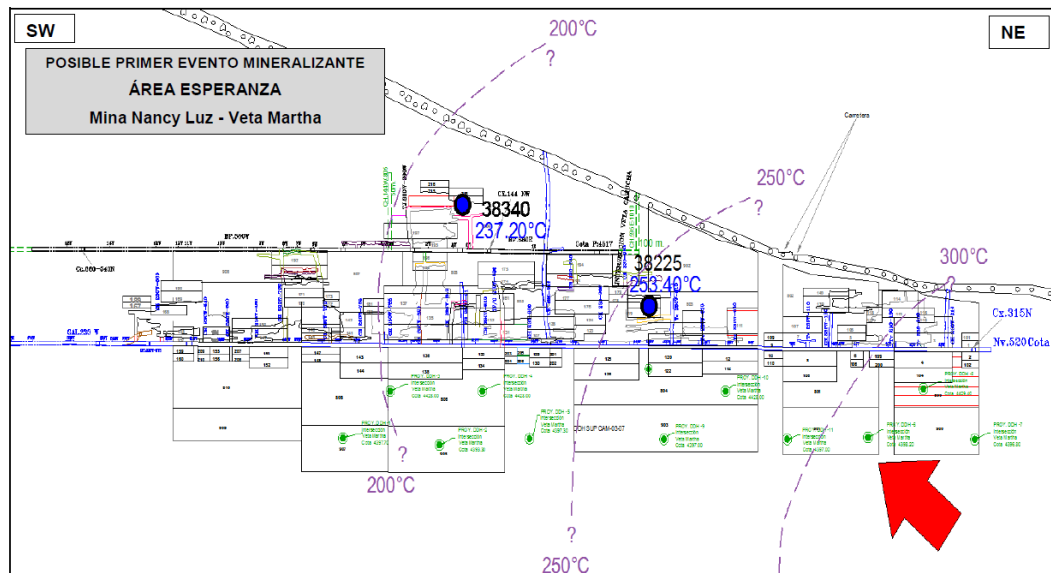
De la figura 51, se tiene que la **primera población de fluidos (F1)** se presenta con Temperaturas de Homogeneización ( $Th^{\circ}C$ ) entre  $300^{\circ}C$  y  $400^{\circ}C$  con salinidades entre 5 y 10% eq. peso NaCl. La **segunda población de fluidos (F2)** con Temperatura de Homogeneización ( $Th^{\circ}C$ ) entre  $200^{\circ}C$  y  $300^{\circ}C$  con salinidades entre 3 y 10% eq. peso NaCl. Finalmente, la **tercera población de fluidos (F3)** con Temperatura de Homogeneización ( $Th^{\circ}C$ ) entre  $100^{\circ}C$  y  $200^{\circ}C$  con salinidades menores a 5% eq. peso de NaCl. A continuación, se presenta la distribución de cada una de las familias de IF, para cada una de las vetas y mina a la cual está relacionada.

**Mina Nancy Luz - Veta Esperanza**, solo se tiene los estudios de IF de la muestra 38307, por lo que no se presentara el plano con las posibles direcciones del fluido. Se tiene las dos posibles familias de IF, primera población (F1) con  $Th$  entre  $240^{\circ}C$  y  $280^{\circ}C$  y salinidad entre 6% y 9% eq. peso NaCl; la segunda población (F2)  $Th$  entre  $140^{\circ}C$  y  $180^{\circ}C$  y salinidad entre 2% y 4%. Las inclusiones estudiadas fueron ubicadas en el cuarzo.

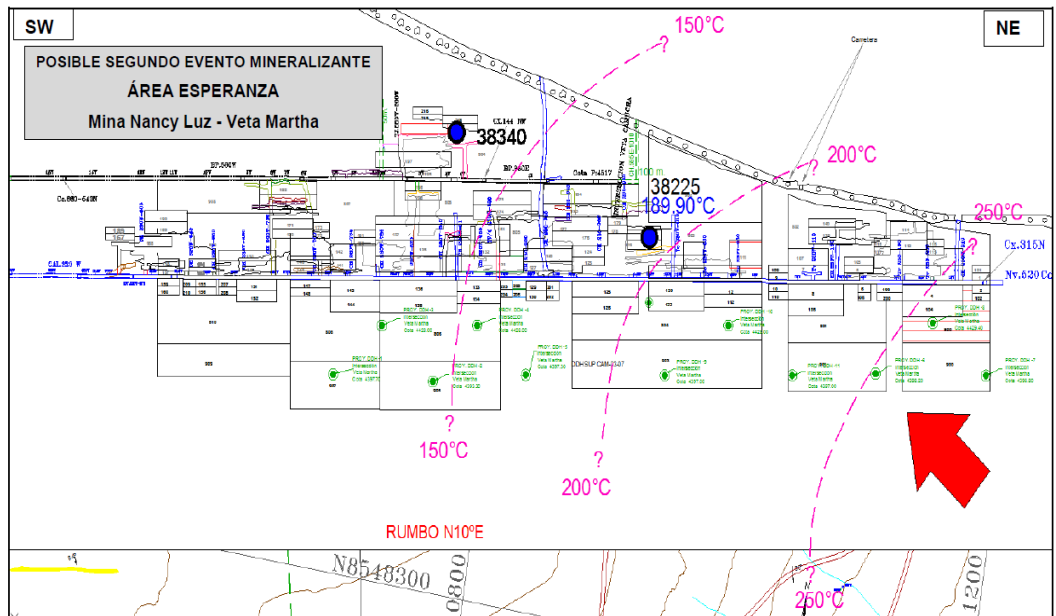
**Mina Nancy Luz - Veta Martha**, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 38225 y 38340, las mediciones microtermométricas fueron desarrolladas en minerales como cuarzo, esfalerita (muestra 38225) y carbonatos (muestra 38340).

En la figura 52, se presenta el primer posible evento mineralizante, el cual tiene pulsaciones de temperatura comprendidas entre 200 y 300°C.

En la figura 53, se presenta el segundo posible evento mineralizante, el cual presenta pulsaciones de temperatura comprendidas entre 150 y 250°C.

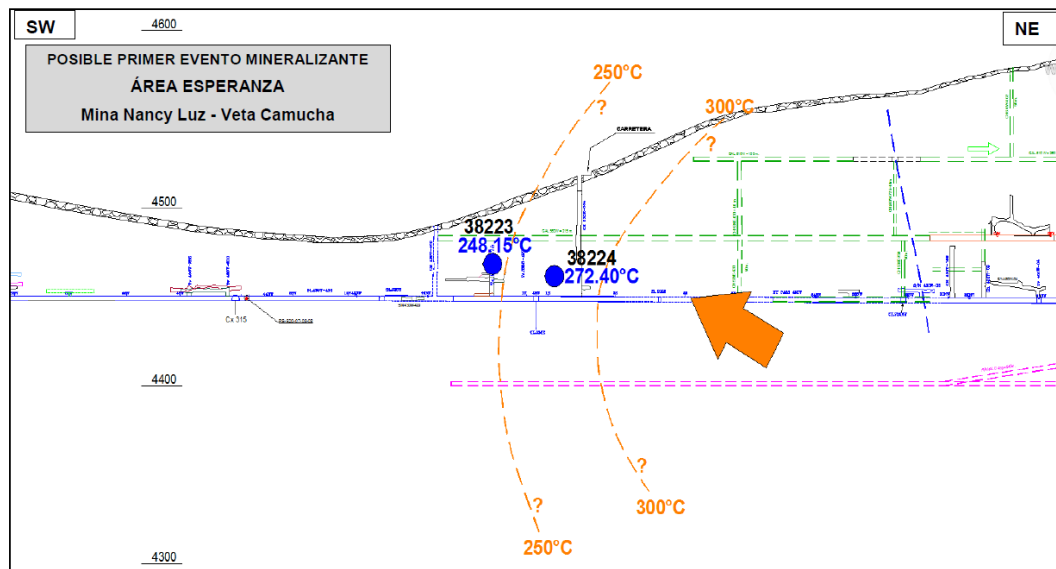


**Figura 52.-** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento. Las isotermas varían entre 200°C y 300°C.



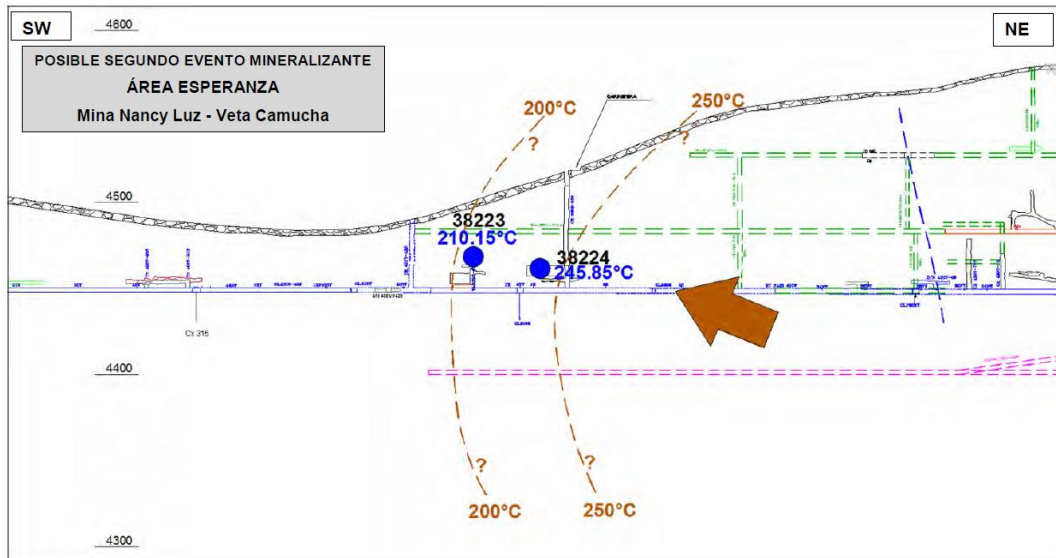
**Figura 53.-** Plano con posible dirección de segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento. Las isotermas varían entre 150°C y 250°C.

**Mina Nancy Luz - Veta Camucha**, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 38223 y 38224.



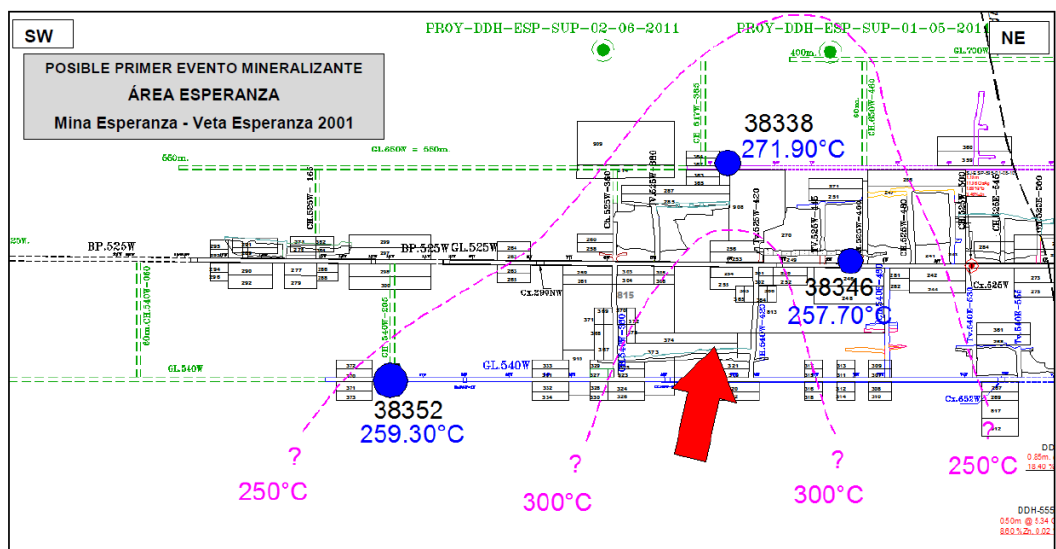
**Figura 54.** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento. Las isotermas varían entre 250°C y 300°C.



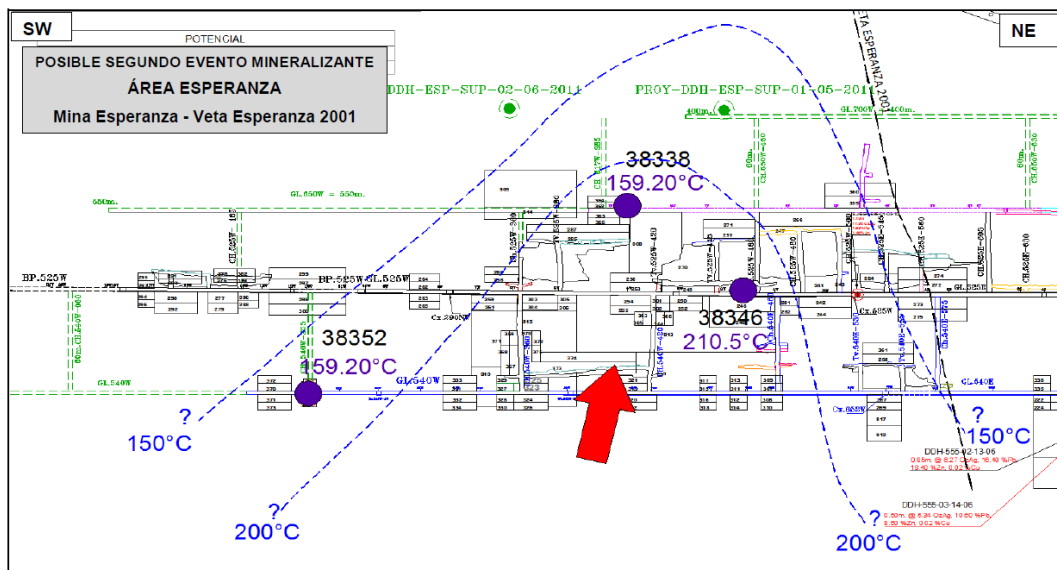


**Figura 55.-** Plano con posible dirección la segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento. Las isotermas varían entre 200°C y 250°C.

**Mina Esperanza - Veta Esperanza 2001**, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 38346, 38338 y 38352.

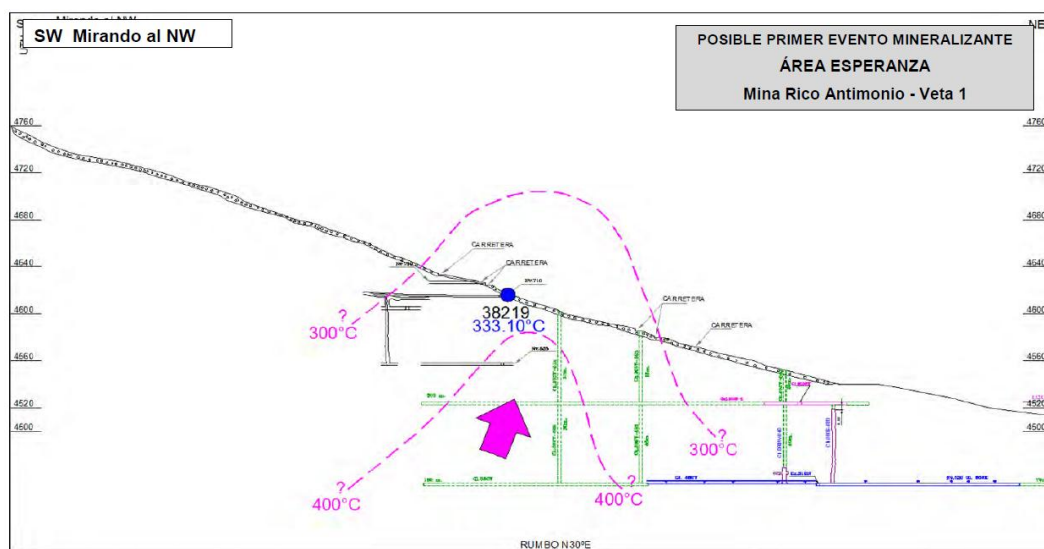


**Figura 56.-** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización - desplazamiento SW del yacimiento. Las isotermas varían entre 250°C y 300°C.

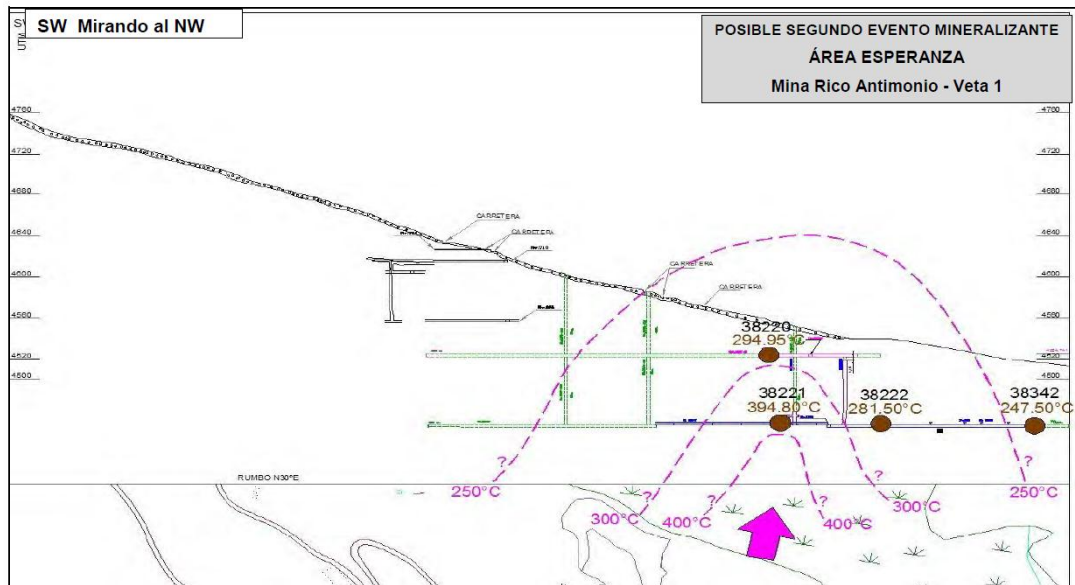


**Figura 57.-** Plano con posible dirección de la segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW del yacimiento. Las isotermas varían entre 150°C y 200°C.

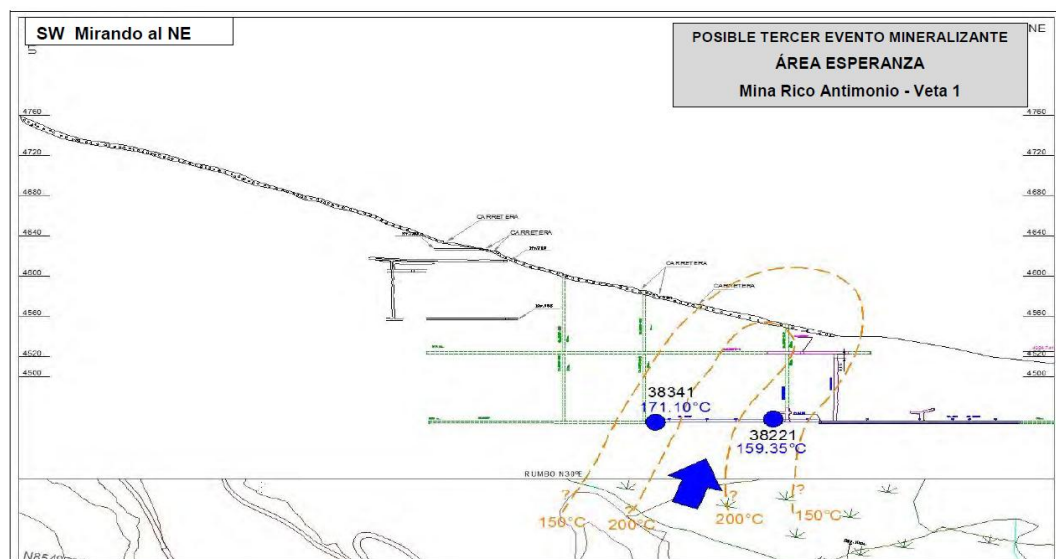
**Mina Rico Antimonio - Veta 1**, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 38219, 38220, 38221, 38222, 38341 y 38342.



**Figura 58.** Plano con posible dirección de la primera etapa de mineralización. Las isotermas varían entre 300 y 400°C.



**Figura 59.-** Plano con posible dirección de la segunda etapa de mineralización. Las isotermas varían entre 300 y 400°C.



**Figura 60.-** Plano con posible dirección de la tercera etapa de mineralización. Las isotermas varían entre 150 y 200°C.

#### 4.2.2. ÁREA GERMANA

Para el área Germana se tomaron 21 muestras, de la cuales 13 muestras pertenecen a interior mina y 8 muestras pertenecen a la zona superficial, en ambos casos de veta y roca caja (Ver tabla 3).

De acuerdo a los datos obtenidos en los estudios y análisis presentados en el capítulo IV se proponen dos posibles secuencias paragenéticas:

La **primera etapa** está comprendida por cuarzo, carbonatos, pirita, marcasita, esfalerita, galena, tetraedrita, pirargirita, bourmonita, sterryita, bornita, calcosita, hematita y óxidos de hierro; con porcentaje de salinidad de NaCl menores a 10% y temperatura de homogeneización (Th) que varía entre 200°C y 300°C.

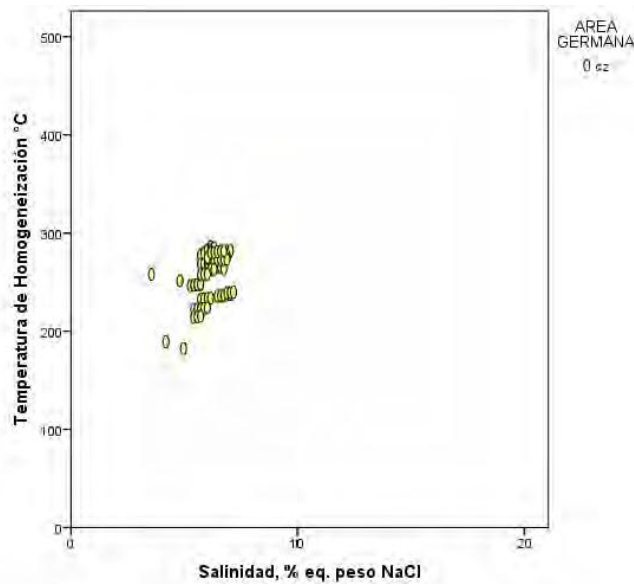
La **segunda etapa** está comprendida por la mineralogía de la primera secuencia paragenética a excepción de la sterryita, bornita y calcosita, presenta porcentaje de salinidad NaCl menor a 5% y Th que varía entre 150°C y 200°C.

**Tabla 16:** Cuadro paragenético del Área Germana

CUADRO PARAGENETICO AREA GERMANA		
Minerales	primera etapa	segunda etapa
Cuarzo	-----	-----
Carbonatos	-----	-----
Pirita	=====	-----
Marcasita	-----	-----
Esfalerita	-----	-----
Galena	=====	-----
Tetraedrita	-----	-----
Pirargirita	-----	-----
Bourmonita	-----	-----
Sterryita	-----	
Bornita	-----	
Calcosita	-----	
Hematita	-----	
Oxidos de Hierro	-----	-----
TEMPERATURA	200°C - 300°C	150°C - 200°C
SALINIDAD	< 10% eq. peso NaCl	< 5% eq. peso NaCl
MAYOR TEMPERATURA INICIAL	➔	MENOR TEMPERATURA FINAL

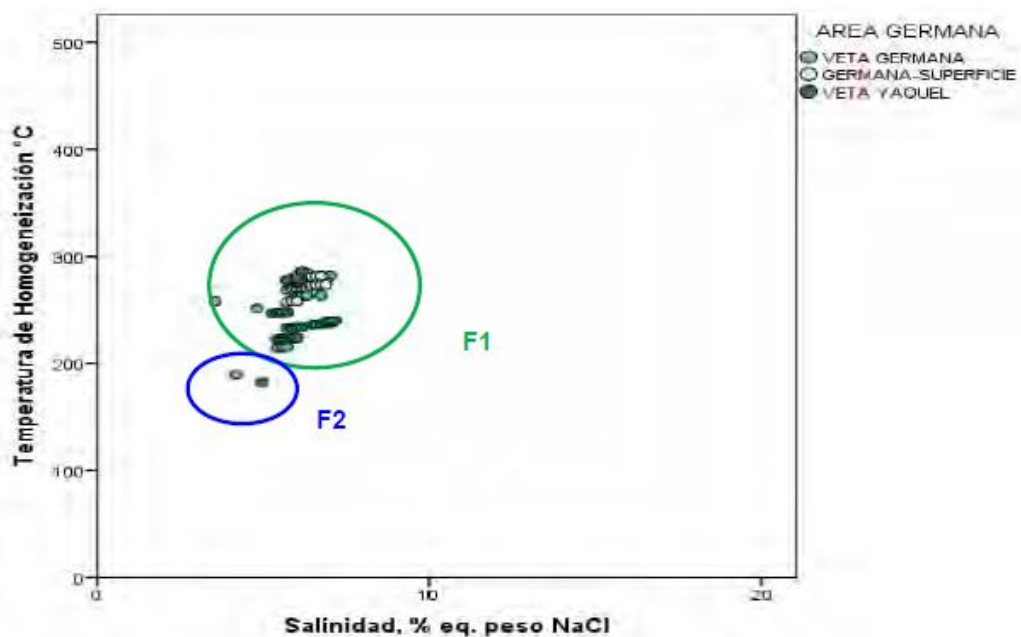
#### 4.2.2.1. Estudios de Inclusiones Fluidas (IF)

Los estudios de IF, fueron realizados solo en cristales de cuarzo. También se encontraron inclusiones en los cristales de esfalerita, pero estas presentan tamaños menores a  $2\mu\text{m}$ .



**Figura 62.-** Diagrama Temperatura de Homogeneización vs Salinidad para las IF ubicadas en cristales de cuarzo.

De los estudios IF, se observa dos posibles pulsaciones de fluidos mineralizantes (F1 y F2). Dichas secuencias paragenética se diferencian por la temperatura de Homogeneización y composición salina. (Figura 63).



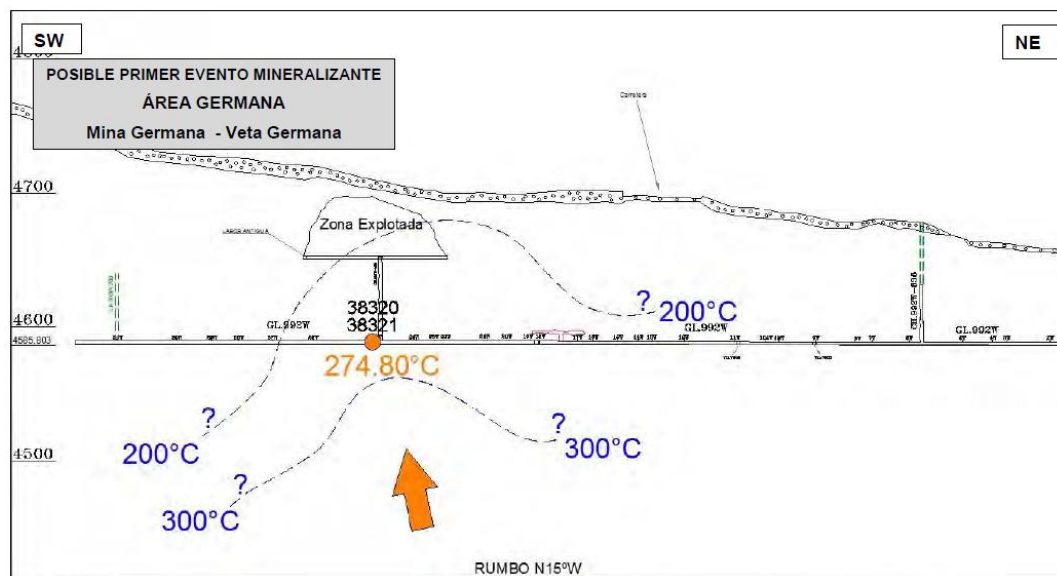
**Figura 63.-** Diagrama Temperatura de homogeneización (Th) vs. Salinidad se observa una posible población del Área Germana. F: Población de fluidos.

De la figura 63, la **primera población de fluidos F1** tiene Temperatura de Homogeneización (Th°C) entre 200 °C y 300 °C con salinidades entre 3 y 10% eq. peso NaCl. **La segunda población de fluidos F2** tiene Th°C entre 150 y 200°C con salinidades entre 3 y 5 % eq. peso NaCl.

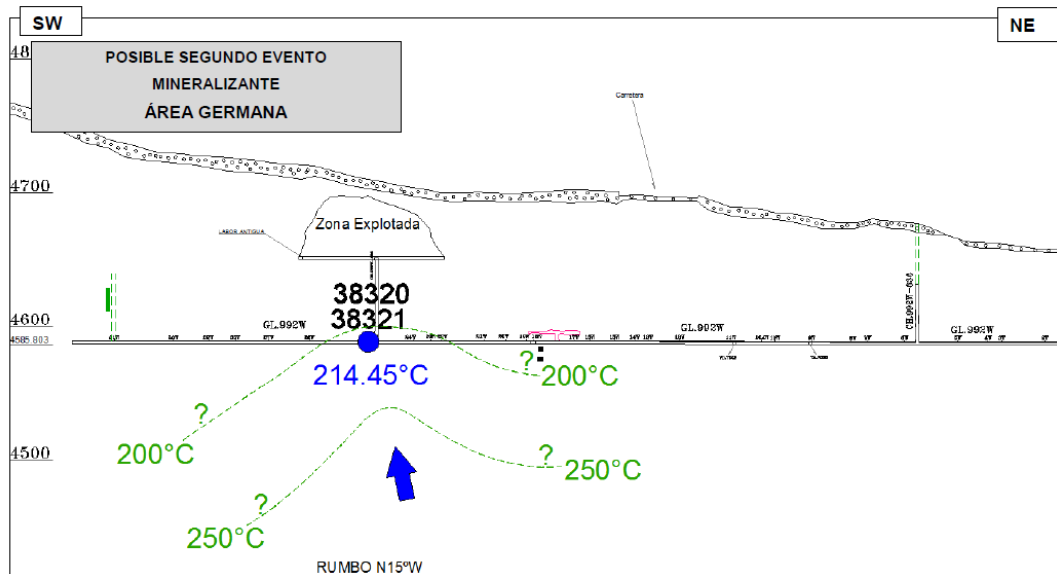
La distribución de cada una de las familias de IF, es presentada para cada una de las vetas considerando la mina a la cual está relacionada.

**Mina Germana - Veta Germana**, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 38320, y 38322. En la figura 64, se presenta el primer posible evento mineralizante el cual tiene pulsaciones de temperatura comprendidas entre 200 y 400°C.

En la figura 65, se presenta el segundo posible evento mineralizante, el cual tiene pulsaciones de temperatura comprendidas entre 200 y 300°C.



**Figura 64.** Plano de posible dirección de la **primera etapa** de mineralización - desplazamiento SW o NE del yacimiento. Las isothermas varían entre 200 y 400°C.



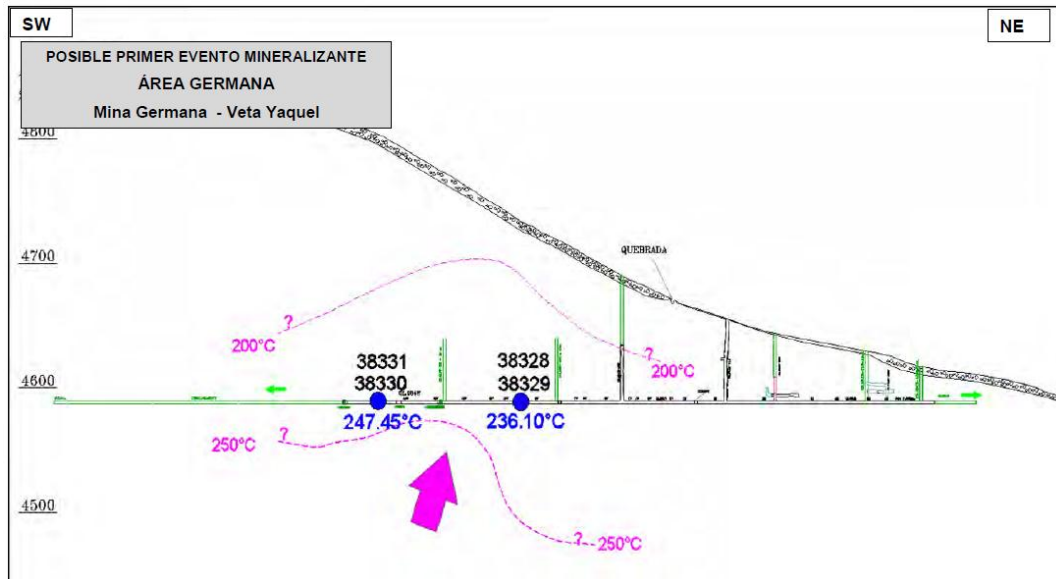
**Figura 65.** Plano de posible dirección de la **segunda etapa** de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento. Las isotermas varían entre 200 y 300°C.

Mina Germana - Veta Yaquel, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 38328 y 38330.

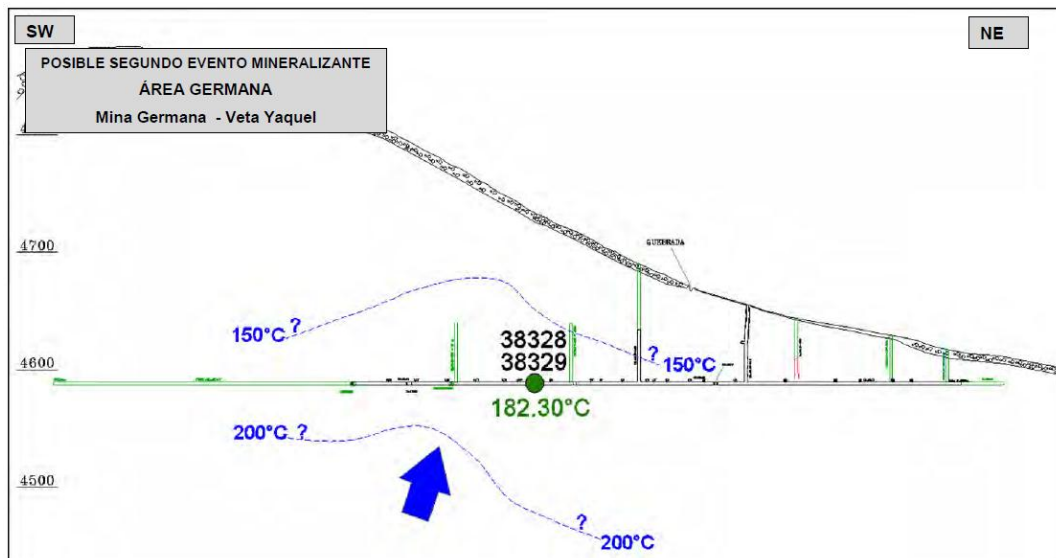
En la figura 66, se presenta el primer posible evento mineralizante el cual tiene pulsaciones de temperatura comprendidas entre 200 y 300°C.

En la figura 67, se presenta el segundo posible evento mineralizante, el cual presenta pulsaciones de temperatura comprendidas entre 150 y 200°C.





**Figura 66.-** Plano de posible dirección de la **primera etapa** de mineralización - desplazamiento SW del yacimiento. Las isotermas varían entre 200 y 300°C



**Figura 67.-** Plano de posible dirección de la segunda etapa de mineralización - desplazamientos SW o NE del yacimiento. Las isotermas varían entre 150°C y 300°C.

**Superficial Germana**, los estudios de IF se desarrollaron en las muestras 5430 y 5431. En la figura 68, se presenta el posible evento mineralizante el cual tiene pulsaciones de temperatura comprendidas entre 200 y 300°C.

### **4.3. Prueba de Hipótesis.**

De acuerdo a los resultados que se muestra en el modelo de Wilkinson (2001), definimos campos de vetas con respecto a la temperatura de homogenización vs su salinidad, con ello se demuestra que con el estudio de microtermometría de inclusiones fluidas, se logra determinar la temperatura de formación de los minerales en sus diferentes facies interrelacionadas a su salinidad. Gracias a los resultados obtenidos logramos direccionar las posibles pulsaciones de mineralización.

### **4.4. Discusión de Resultados.**

#### **4.4.1.- Resultados y Discusión en Función del Objetivo General.**

La ubicación regional de Recuperada, sus características geológicas y geoquímicas como yacimiento, permitió realizar un intento comparativo con otros yacimientos en el Perú, de las características de los depósitos epitermales de alta y baja sulfuración, destacando su relación con carácter en inclusiones fluidas, metales y paragénesis predominantes.

Otro detalle importante es que el contexto geológico para el centro peruano es la presencia de rocas volcánicas de arcos activos que podría ser de gran interés en razón que estas pueden encubrir yacimientos de mayor dimensión (pórfido de cobre), por la presencia de Litocap en el área de Carboncuyoc y la información que brinda las tierras raras.

#### **4.4.2.- Resultados y Discusión en Función del Objetivo Específico.**

Para los yacimiento de Recuperada la mineralización del Distrito Huachocolpa se encuentra rellenando espacios abiertos dejados por fallas formadas durante el evento compresivo Quechua III, de edad Mioceno Superior a Plioceno Inferior

(Soulas, 1975 y Megard, 1979) por movimientos conjugados de bloques, Hay que destacar que la falla Chonta no controla ningún depósito económico ni tiene asociada alteraciones hidrotermales, lo que implica que la falla estuvo cerrada al paso de los fluidos hidrotermales durante la génesis de los yacimientos (Wise & Noble, 2001). No así las estructuras tensionales y los grandes lineamientos, son los que dieron lugar a las mineralizaciones económicas y a su control metalogenético.

En los sectores estudiados las evidencias de estas estructuras son claras, se interpreta que la interacción de los sistemas de fallas, Carhuapata, Huachocolpa con rumbos Noreste y Norte-Sur favorecieron los procesos de mineralización.

#### 4. CONCLUSIONES

1. La Zona Recuperada es un Yacimiento Polimetálico de Pb, Ag y Zn; yacimiento epitermal de las unidades mesozoicas y terciarias, que a su vez han sido instruidas por diques y un stock (del Mioceno) de Composición Diorítica y Andesítica del Grupo Huachocolpa.
2. El estudio de Inclusiones Fluidas permitió determinar y confirmar las áreas de mayor mineralización, relacionada con la temperatura de formación del yacimiento, composición (salinidad) y densidad.
3. Las observaciones realizadas confirman las características de un ambiente epitermal. No se observaron inclusiones con cristales de halita (NaCl) y no hay evidencia de CO<sub>2</sub> en las inclusiones estudiadas, la cual indica ambientes no profundos.
4. En la mayoría de las áreas estudiadas se tiene un rango de temperatura entre 150-350°C, lo que confirmaría que estamos frente a un yacimiento epitermal.
5. Las Áreas Esperanza (Mina Esperanza 2001 y Mina Rico Antimonio), se les puede considerar como iniciadores de la mineralización en el Sistema Recuperada dado que presentan fluidos mineralizantes tempranos (primer pulso F1) con temperaturas de homogeneización entre 300 y 400°C y con salinidades entre 5 y 10% eq. peso de NaCl. En las Áreas Esperanza, El segundo pulso (F2) mineralizante afecta a las Áreas Esperanza y Germana, con temperaturas que se encuentran entre 200 y 300°C y salinidades entre 5 y 10% eq. peso de NaCl. Seguidamente, se aprecia una tercera secuencia paragenética (F3) con ambientes meteóricas que presentan temperaturas de homogeneización entre 150 y 200°C y salinidades entre 1 y 8% eq. peso de NaCl.
6. La secuencia paragenética del Área Esperanza presenta tres secuencias. La primera con porcentaje de NaCl entre 5 y 10% y

temperaturas que varían entre 300°C y 400°C. La segunda secuencia con porcentaje de NaCl menores a 10% y temperatura de homogeneización que varía entre 200°C y 300°C. Finalmente, una tercera secuencia con salinidades comprendidas entre 1 y 8% NaCl y temperatura de homogeneización que varía entre 150°C y 200°C.

7. La secuencia paragenética del Área Germana presenta dos secuencias. La primera con porcentaje de NaCl menor a 10% y temperatura de homogeneización entre 200°C y 300°C. La segunda secuencia con porcentaje de NaCl menor a 5% y temperatura de homogeneización entre 150°C y 200°C.

## **5. RECOMEDACIONES**

1. En la medida que los trabajos de explotación y operación vayan progresando se deberá continuar con los estudios geológicos del yacimiento, tanto más a profundidad como en los alrededores.
2. Para el caso del centro del Perú, las características geológicas del distrito minero de Huachocolpa pueden servir de modelo para la ubicación de otros yacimientos similares, teniendo en cuenta que los volcánicos Huachocolpa y sus formaciones, podrían estar ocultando centros mineralizados; pues estos son de edad bastante reciente.
3. Se debe estudiar y ubicar los centros volcánicos y su entorno geológico para poder centralizarnos en buscar un pórfido de cobre.
4. Las relaciones sociales con las comunidades, excelentemente manejadas por la empresa Minera Buenaventura S.A.A, deberá continuar con el objetivo de llevar progreso y desarrollo sustentado a las mismas.

## 6. BIBLIOGRÁFICA

1. CHAPPELLI, B. W., & WHITE, A. J. R., 1974. Two contrasting granite types. *Pac. Geol.* 8,173-4. *Contact Metamorphism*, edited by D. M.
2. INJOQUE J. VALDIVIA J. Y GARCIA L. 1994. Geología del distrito minero de Huachocolpa.
3. VIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes extendidos. Lima: Sociedad Geológica del Perú 1994, pp. 10-15.
4. PEARCE, J.A., HARRIS, N.B.W., and TINDLE, A.G., 1984, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: *Journal of Petrology*, v. 25, p. 956 - 983.
5. RODRIGUEZ MEJIA, RILDO "El sistema de fallas Chonta y sus Implicancias.
6. Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía 1998, pp, 400-407.
7. Metalogenéticas entre 12°15'S y 13°30' S" –Huancavelica-Perú. P. 83 -92.
8. Laboratorios BISA S.A.
9. VALDIVIA, J Y MEZA, J. 1998. Mineralización de oro relacionada a los Volcánicos Terciarios en la región de Huancavelica. Tercer Simposium Internacional del Oro. Conferencias.



# Anexos