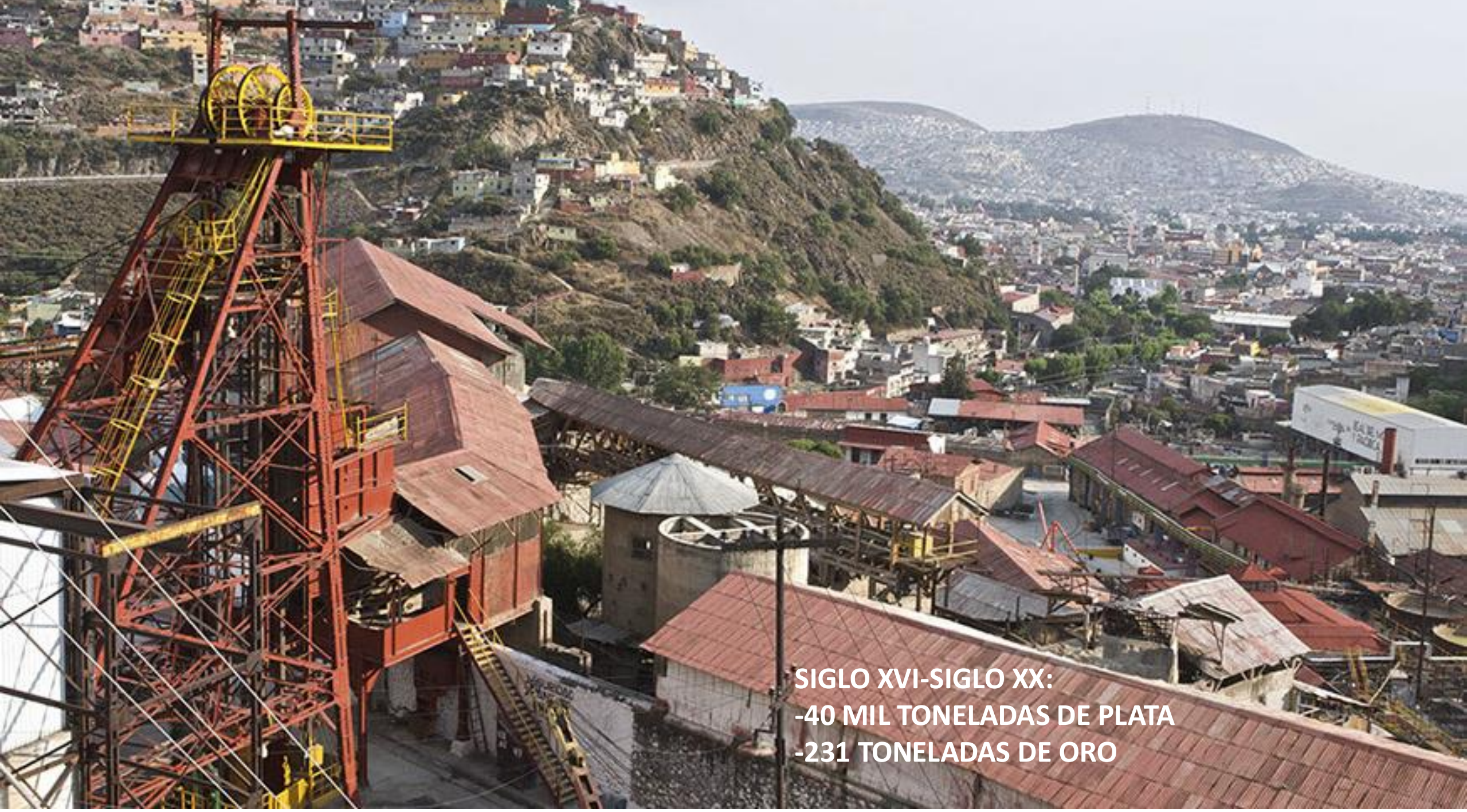
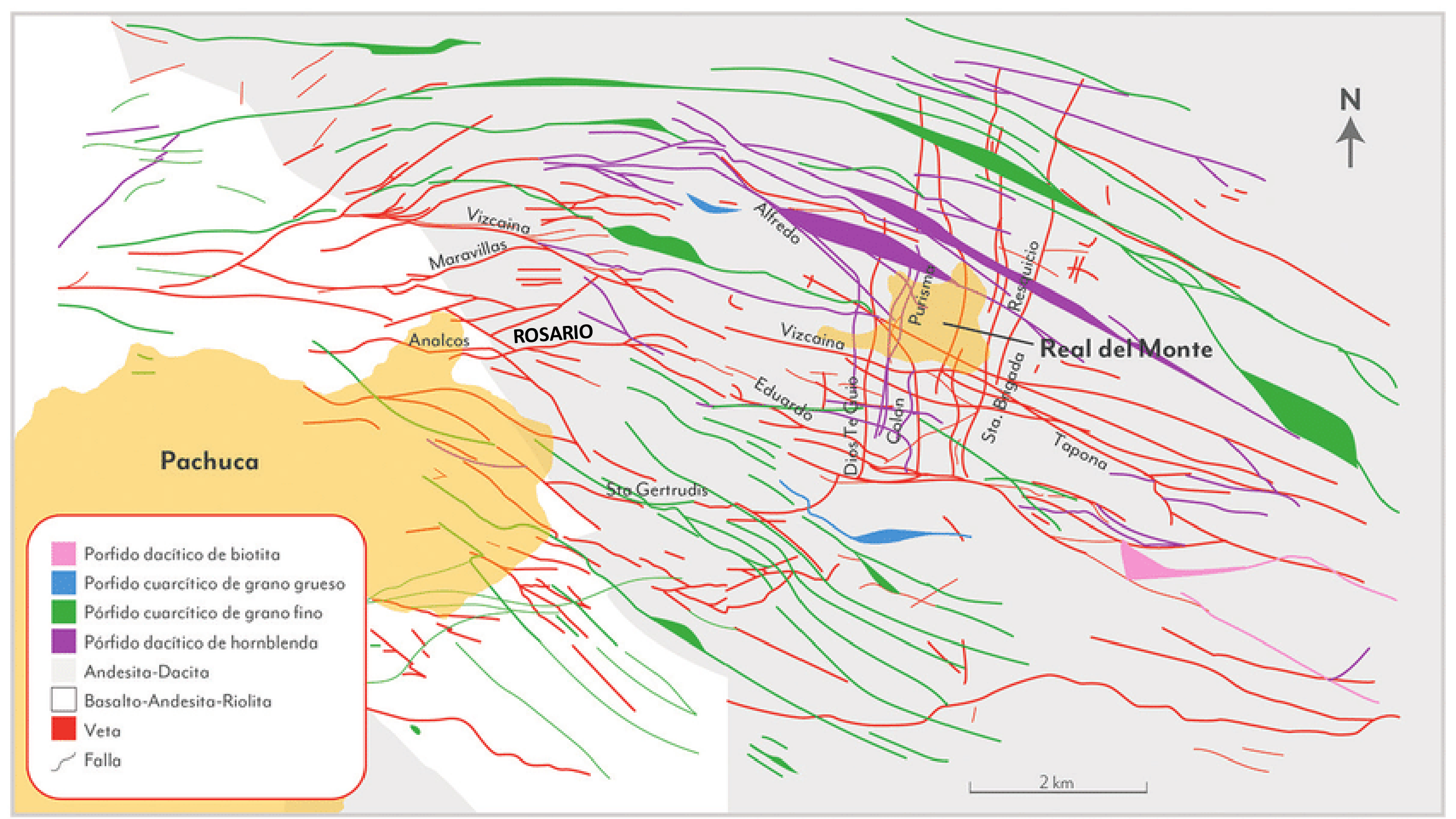
“CONTRASTES MINERALÓGICOS EN LA VETA ROSARIO, DISTRITO MINERO DE PACHUCA-REAL DEL MONTE, ESTADO DE HIDALGO”

Ramírez López Victor, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán, IPN; Carlos Garza González Vélez, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM


SIGLO XVI-SIGLO XX:
-40 MIL TONELADAS DE PLATA
-231 TONELADAS DE ORO


N
Vizcaina
Maravillas
Analcos
ROSARIO
Alfredo
Vizcaina
Eduardo
Sta Gertrudis
Pachuca
Purísima
Dios Te Guie
Galan
Sta. Brigada
Restaurador
Real del Monte
Tapona
2 km
Porfido dacítico de biotita
Porfido cuarcítico de grano grueso
Pórfido cuarcítico de grano fino
Pórfido dacítico de hornblenda
Andesita-Dacita
Basalto-Andesita-Riolita
Veta
Falla

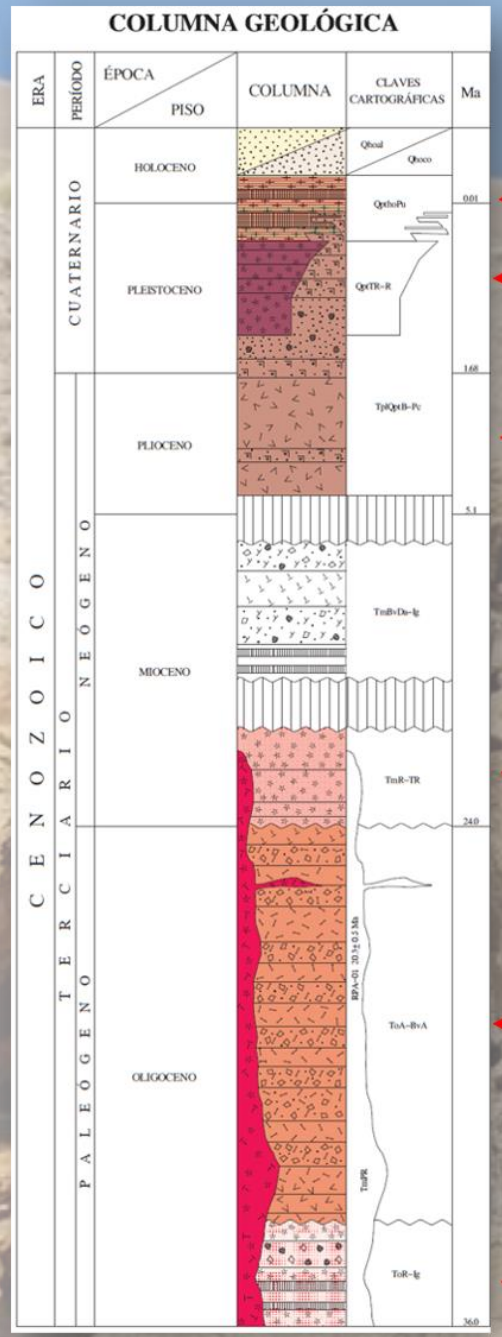
BONANZA DEL SIGLO XIX:
501,508 Kg DE Ag (1853-1862)

MINA ROSARIO, 1902

OBJETIVO FUNDAMENTAL:

- ESTUDIO DE LA *VARIABILIDAD QUÍMICA Y MINERALÓGICA* DE LAS ZONAS DE MENA DE LA VETA ROSARIO EXPLOTADAS EN LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX, ASÍ COMO DE IMPORTANTES SECTORES EN LOS NIVELES EN LA ÉPOCA MODERNA DE EXPLOTACIÓN.

- CON LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS TRADICIONALES DE MICROSCOPÍA Y TÉCNICAS ANALÍTICAS AVANZADAS (*MICROSONDA ELECTRÓNICA*) FUE POSIBLE PROPONER UN ESQUEMA CORRELATIVO ESPACIO-TEMPORAL, CON INTERESANTES SIGNIFICADOS EN LA EXPLORACIÓN EN EL SECTOR DE ESTUDIO Y EN EL DISTRITO MINERO DE PACHUCA-REAL DEL MONTE.



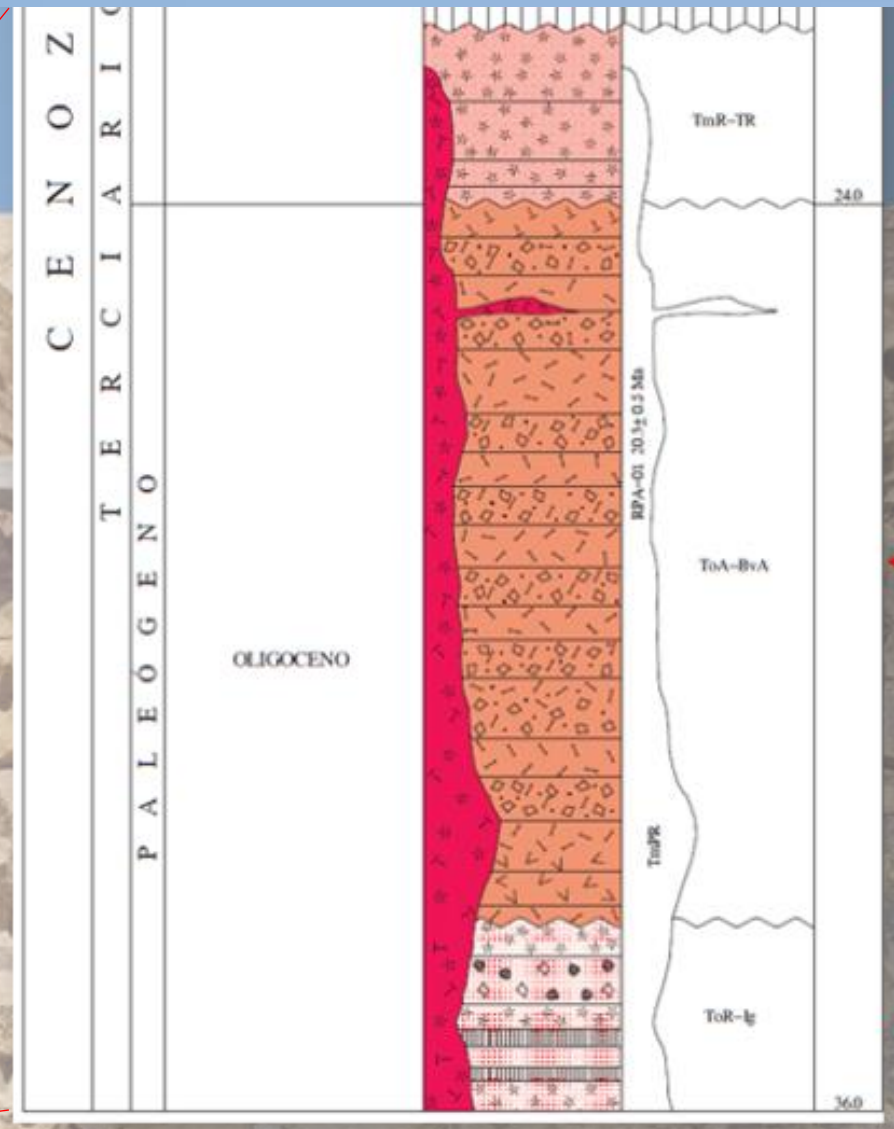
Toba Cubitos

Riolita Navajas

Formación Vizcaína Santa Gertrudis Real del Monte Pachuca Corteza

Andesitas Fm Vizcaína

Riolita Santiago



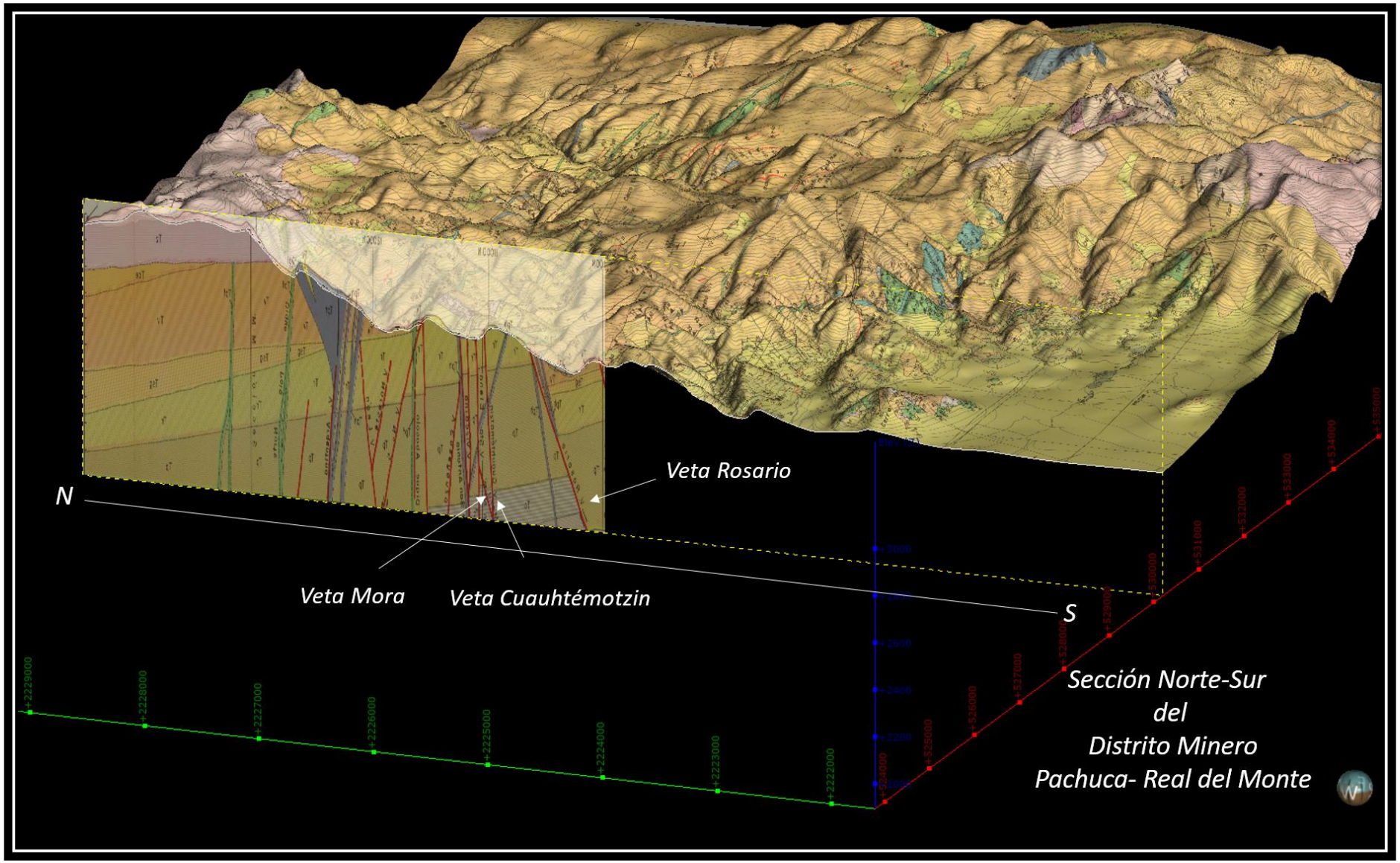
Formación Cerezo

Formación Vizcaína Santa Gertrudis Real del Monte Pachuca Corteza

Riolita Santiago

Columna Geológica de las rocas que afloran en el Distrito Minero de Pachuca Real del Monte. Tomado y Modificado de Servicio Geológico Mexicano (2007).

Sección Norte-Sur del Distrito Minero de Pachuca-Real del Monte
Veta Rosario



Sección Norte-Sur del distrito minero de Pachuca-Real del Monte. Tomado y modificado de Geyne et al. (1963)

Método de Trabajo

Primera Etapa

-Recopilación y análisis de información geológico-minera.
-Elaboración del mapa que ubica y delimita el distrito minero de Pachuca-Real del Monte.
-Selección e integración de los ejemplares colectados en la segunda mitad del siglo XIX (colectados durante y entre los años de 1855 y 1861),

Segunda Etapa — *Trabajo de Campo*

-Muestreo selectivo, esencialmente vertical, que comprendió los Niveles de Mina Rosario.

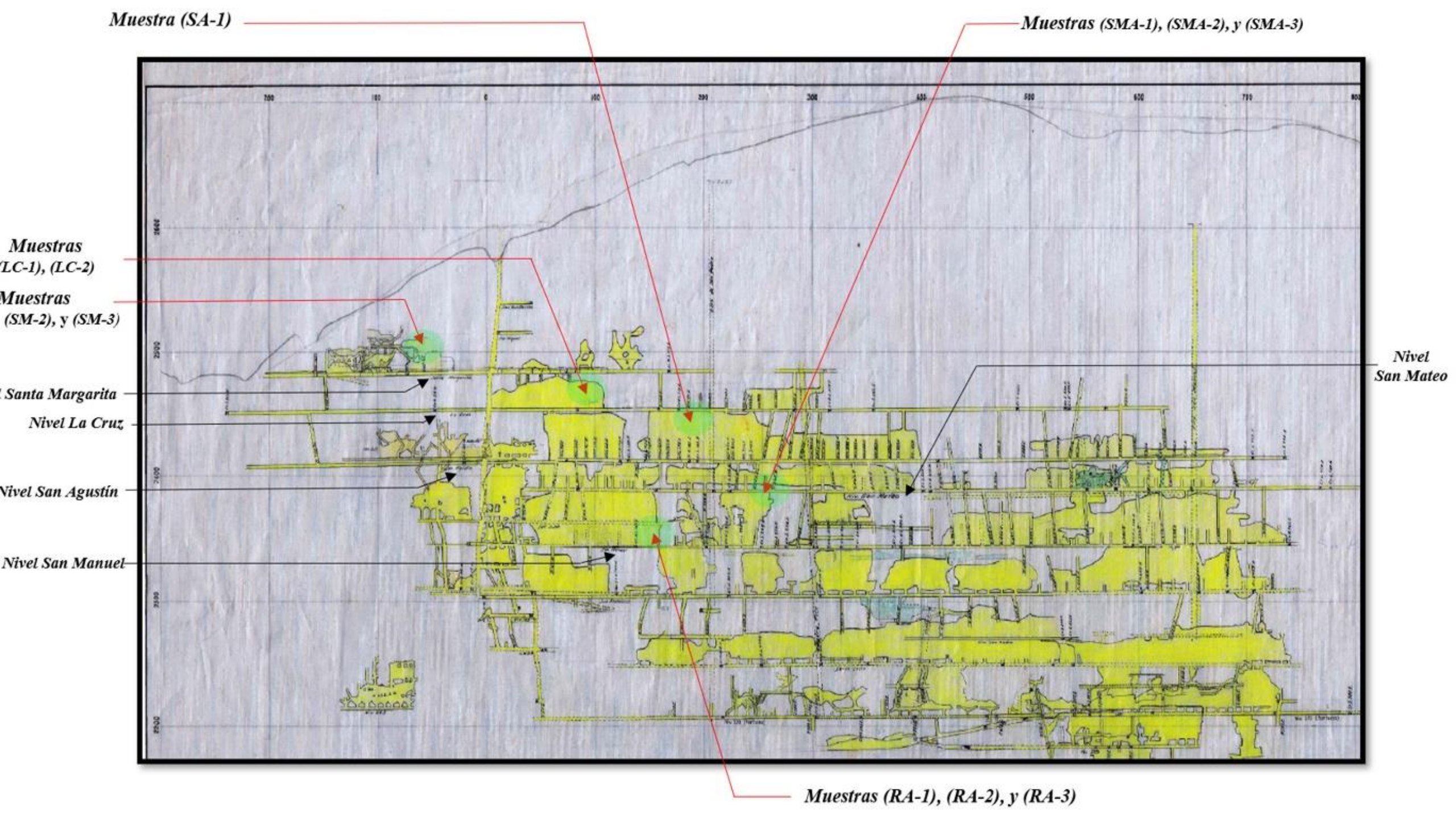
Tercera Etapa — *Trabajo de Gabinete*

Descripción Macroscópica con Lupa binocular.

Descripción de las muestras en el microscopio Mineragráfico.

Cuarta Etapa

Elaboración de análisis químicos cuantitativos y cualitativos de las muestras en la microsonda electrónica (Análisis EDS y WDS)


Muestra (SA-1)
Muestras (SMA-1), (SMA-2), y (SMA-3)
Muestras
(LC-1), (LC-2)
Muestras
(SM-2), y (SM-3)
Santa Margarita
Nivel La Cruz
Nivel San Agustín
Nivel San Manuel
Nivel
San Mateo
Muestras (RA-1), (RA-2), y (RA-3)

Ejemplar 3944

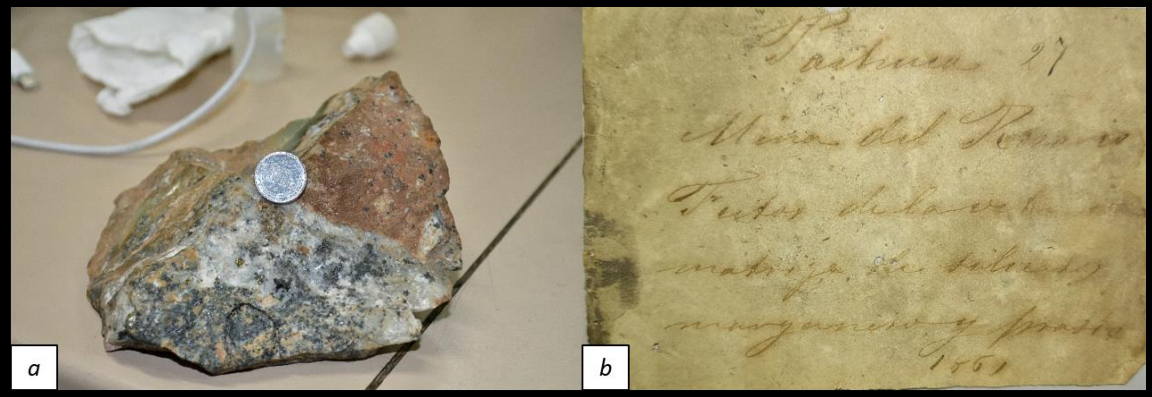
"Metal de fundición muy rico en plata", colectada en julio de 1855.

Ejemplar 2670

Mina del Rosario "Metal de fundición", colectada en julio de 1855.

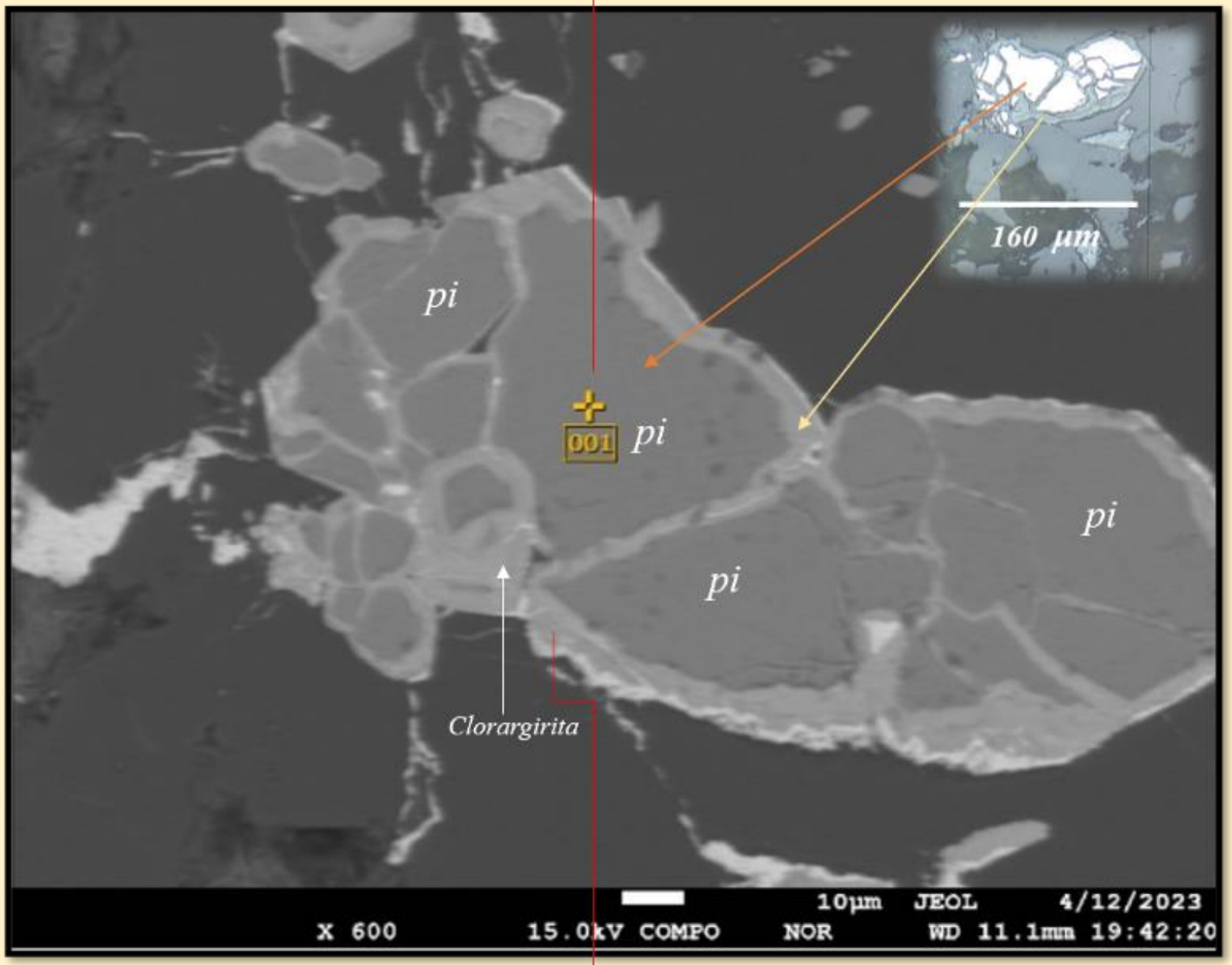
Mina del Rosario "Metal rico", colectada en diciembre de 1861.

Ejemplar 1858



Ejemplar 4063

Pachuca mina del Rosario colectada en 1861.

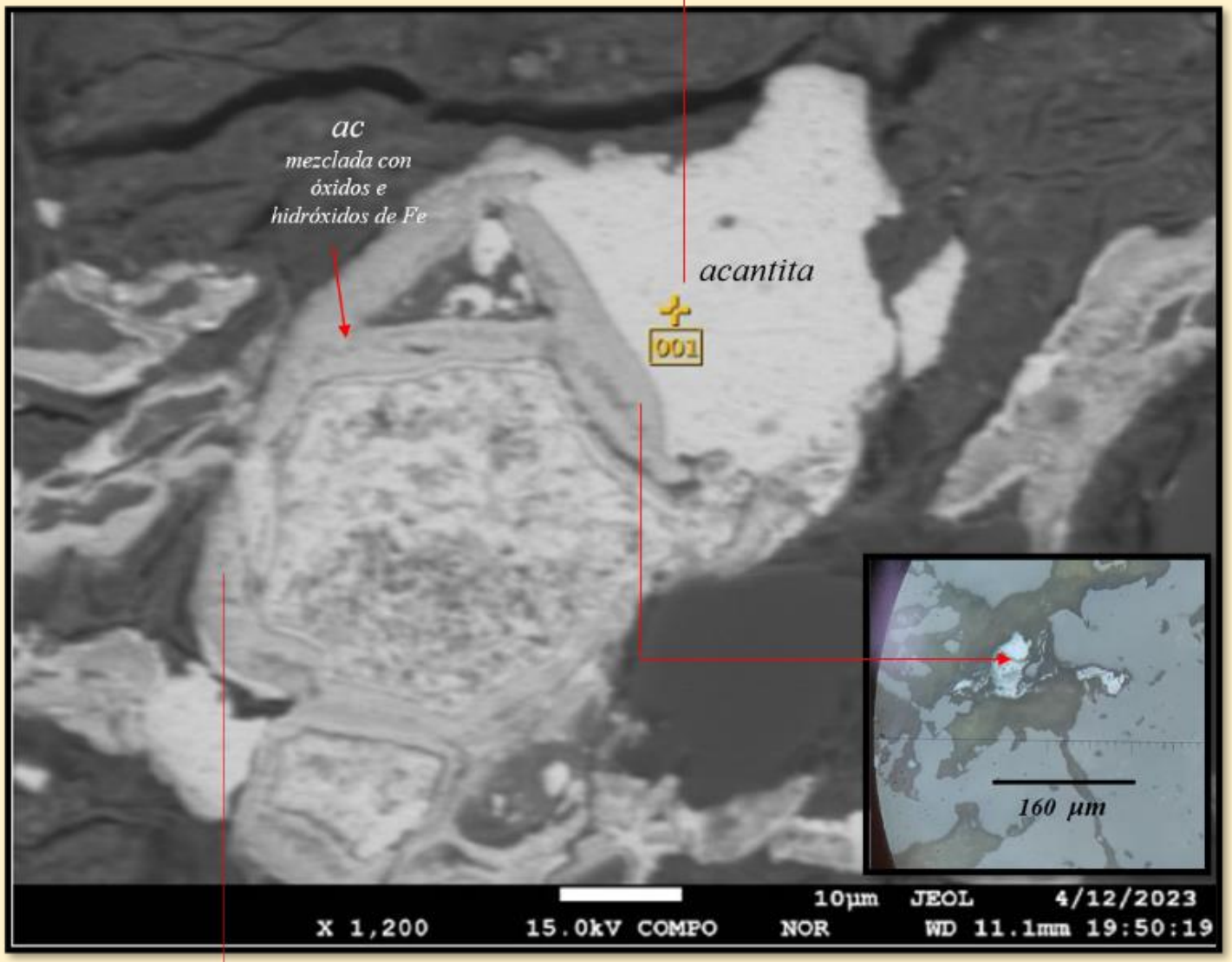


Ejemplar 1858
campo 1

Pirita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***S, Fe***
Forma de ocurrencia	*Ocurre en cristales anedrales, en cuyas fracturas se depositaron clorargirita y sulfatos de plomo.*

clorargirita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***O, Ag, Pb, S, Fe, Cl, S, I***
Forma de ocurrencia	*Se presenta en los bordes de un cristal de pirita y rellenando sus fracturas, pero también se encuentra coexistiendo con sulfatos de plomo.*

Ejemplar 1858
campo 1



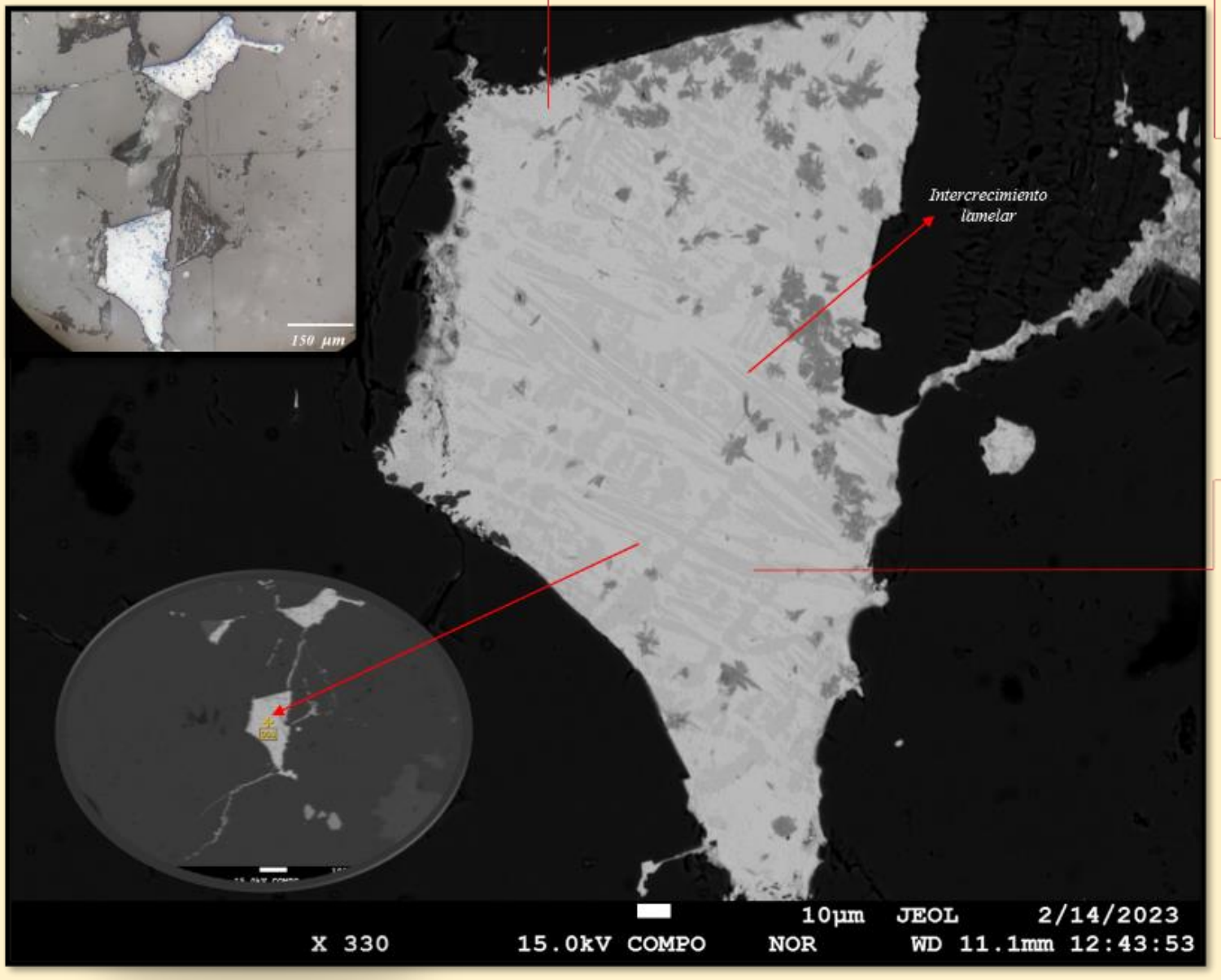
Acantita (Ac)	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Ag, S***
Forma de ocurrencia	*La acantita existe en forma de cristales anedrales, que se asocian con una fase de acantita mezclada con óxidos e hidróxidos de hierro y de otros metales base.*

Muestra 1858 Análisis WDS – Campo 1

Elemento químico	*Peso atómico*	*% en Peso*	*% en Peso/Peso atómico*	*Relación de combinación*
Ag	*107.87*	*85.319*	*0.7909*	***~ 2***
S	*32.064*	*13.99*	*0.4363*	***~ 1***
Fe	*55.847*	*0.121*	*0.0021*	*NO*
Zn	*65.37*	*0.38*	*0.005*	*NO*

Fórmula Empírica: Ag_2S – Acantita

Acantita (Ac) ***mezclada con óxidos e hidróxidos de hierro***	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Ag, S, (Fe), (Zn),***
Forma de ocurrencia	*Cabe hacer notar que, en algunos bordes de esta mezcla se tiene acantita con una composición homogénea.*



Muestra 2670
campo 1

Acantita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Ag, S, Cu***
Forma de ocurrencia	*La acantita se presenta comparativamente, en grandes cristales subedrales que incluyen una fase desconocida, probablemente formada por exsolución.*

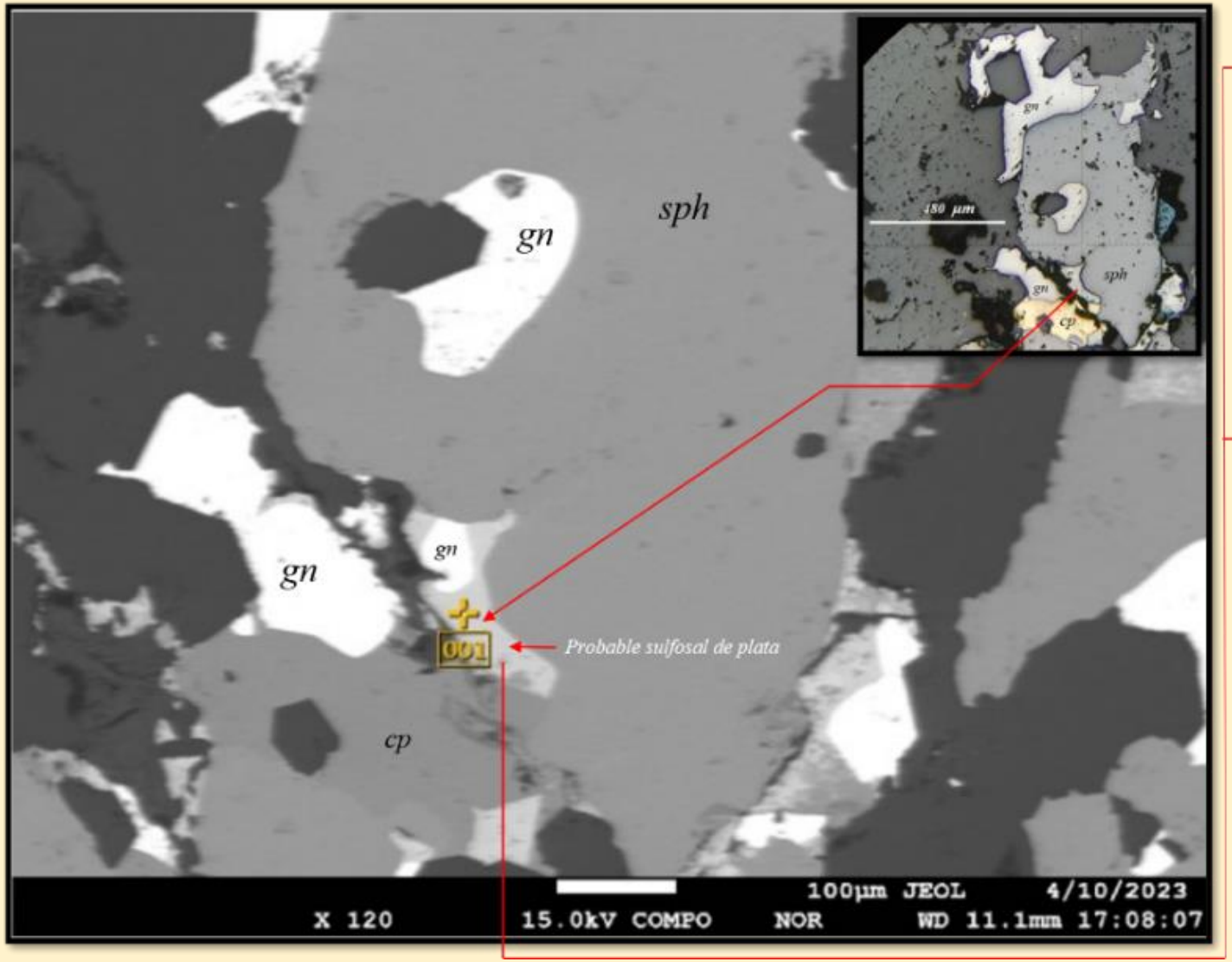
Muestra 2670 Análisis WDS – Campo 1

Elemento químico	*Peso atómico*	*% en Peso*	*% en Peso/Peso atómico*	*Relación de combinación*
Ag	*107.87*	*71.295*	*0.6609*	***~ 2***
S	*32.064*	*17.012*	*0.5305*	***~ 1***
Fe	*55.847*	*0.021*	*0.0003*	*NO*
Cu	*65.546*	*1.146*	*0.017*	*NO*

Fórmula Empírica: Ag_2S – Fase desconocida

*El **EDS** se realizó de la parte más clara y el **WDS** se realizó de la parte más obscura que pertenece a una fase desconocida que se formó por exsolución para constituir un intercrecimiento lamelar y a veces mirmequítico con la acantita.*

La Cruz (LC-1)
campo 1



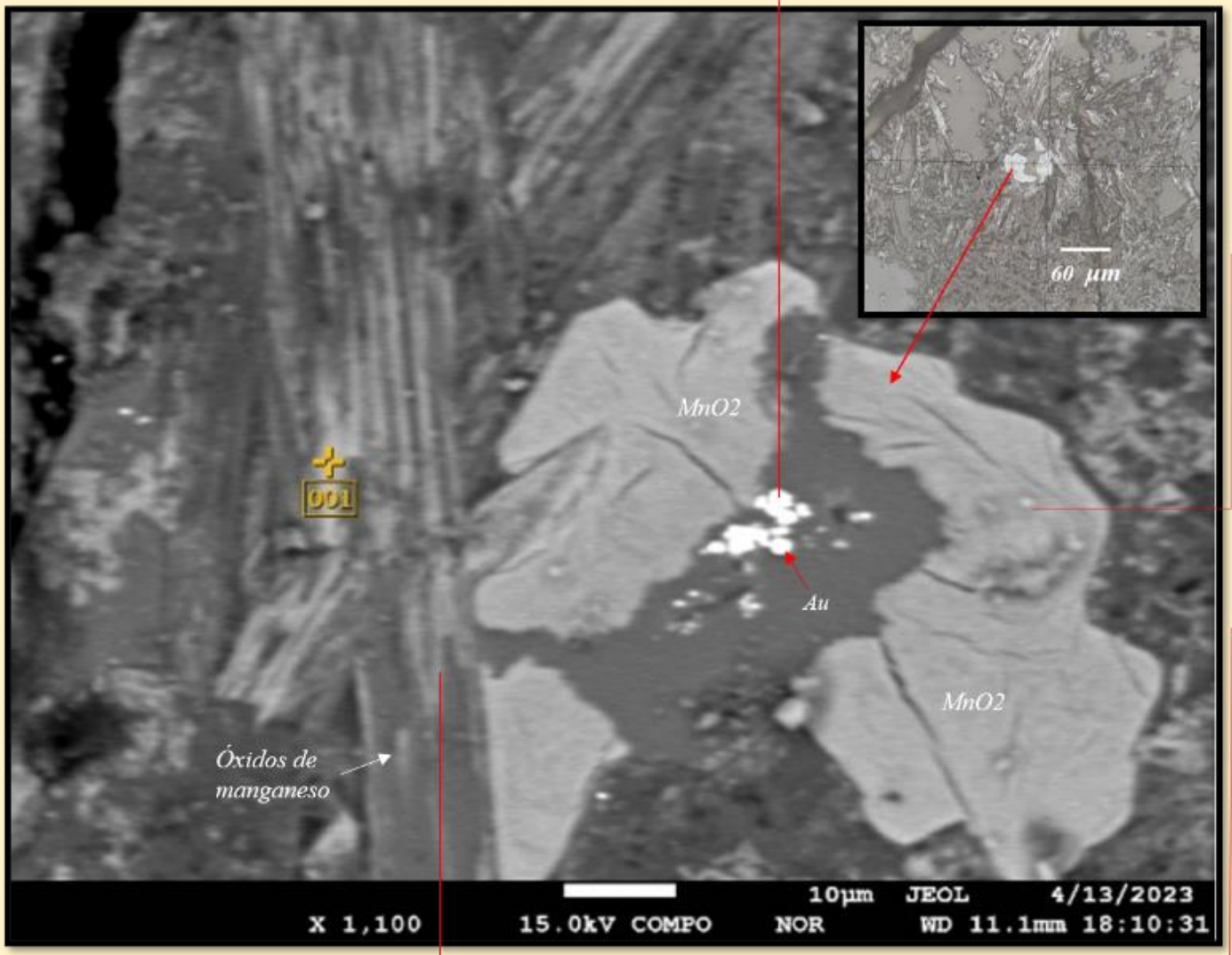
Probable Sulfosal de Plata

Análisis EDS	
Elementos encontrados	**Ag, S, Cu**
Forma de ocurrencia	Esta fase desconocida reemplaza parcialmente los bordes de la esfalerita; además se encuentra intercrecida con galena y en algunas ocasiones se encuentra ocluida en esta.

Muestra LC-1 Análisis WDS – Campo 1

Elemento químico	Peso atómico	% en Peso	% en Peso/Peso atómico	Relación de combinación
Ag	107.87	55.837	0.5176	~ 2
S	32.064	12.874	0.4015	~ 1
Fe	55.847	0.047	0.0008	NO
Cu	65.546	24.338	0.3713	~ 1
Zn	65.37	0.429	0.0065	NO
Pb	207.2	0.025	0.0001	NO

Nivel San Agustín (SA-1)
campo 2



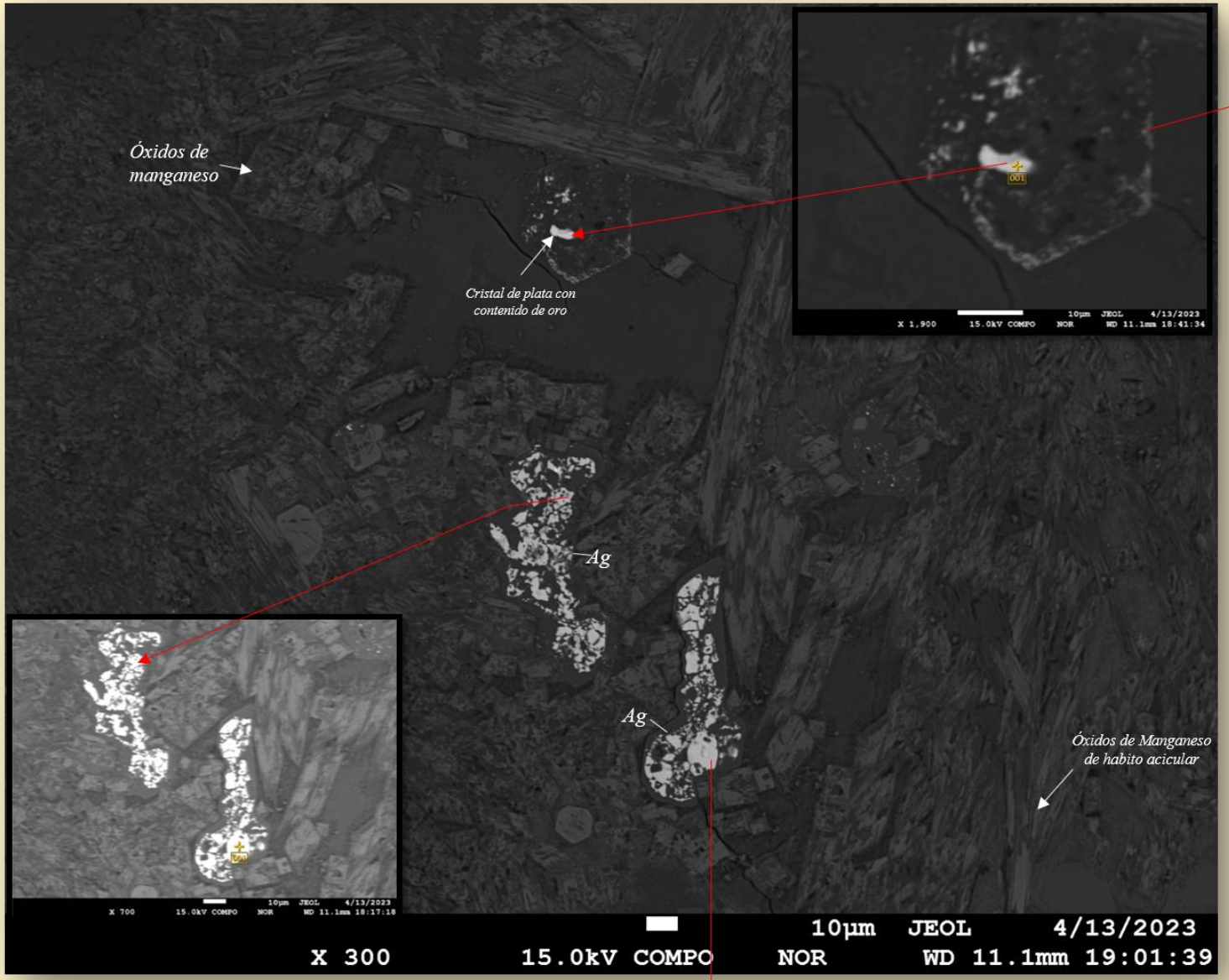
ORO	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Au, (Mn, Ca)***
Forma de ocurrencia	*El oro nativo existe en pequeños cristales diseminados, en el espacio dejado por un cristal fracturado de óxidos de manganeso, rodeado por cristales de probable todorokita.*

Oxido de manganeso probablemente Criptomelano	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***O, Mn, K, (Si, Mg, Ca,)***
Forma de ocurrencia	*Esta fase de Mn se encontró en pequeños cristales fracturados que probablemente correspondan a criptomelano; se encuentra rodeada de óxidos de manganeso de habito acicular que probablemente correspondan a todorokita. En el espacio dejado por el fracturamiento de este cristal se depositaron cristales de oro nativo.*

Oxido de manganeso de hábito acicular probablemente Todorokita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***O, Mn, Ca, K, Mg S, (Si)***
Forma de ocurrencia	*Se encontró en cristales de habito acicular, en conjunto dan la apariencia de una textura plumosa, probablemente se trate de todorokita. Esta fase se encuentra rodeando a cristales fracturados de probable criptomelano.*

Los elementos encerrados en paréntesis hacen referencia a que se encuentran en cantidades muy pequeñas.

Nivel San Agustín (SA-1) campo 2 (alrededores)



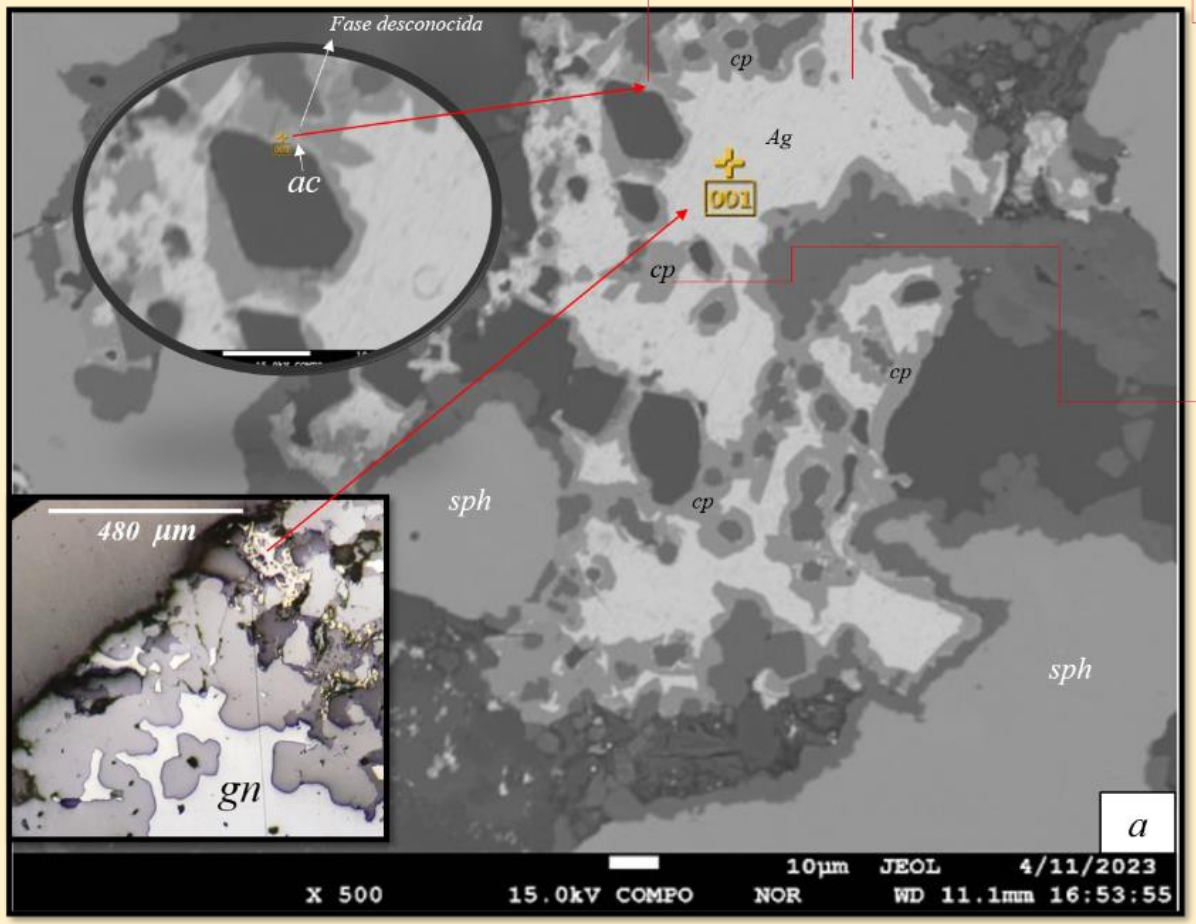
Plata con contenido de Oro	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Ag, S, Au, (Mn)***
Forma de ocurrencia	*Se encontró en pequeños cristales diseminados en el interior de un cristal de cuarzo cubierto de óxidos de manganeso, este a su vez se encuentra dentro de un mineral subhedral el cual se encuentra fracturado en el centro este mineral a su vez esta rodeado de minerales que conforman una textura plumosa.*

Plata Nativa	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Ag, S, (Mn, Ca, Si)***
Forma de ocurrencia	*Se encontró en cristales ligeramente fracturados los cuales coexisten con pequeños cristales remanentes de acantita, por ello los valores de azufre. La plata nativa se encuentra en una matriz de minerales de manganeso de textura plumosa, probablemente de todorokita y criptomelano.*

Plata Nativa	
Análisis SCAN WDS	
Elementos encontrados	***Ag, S, (Ca, Mn, Si)***

Los elementos encerrados en paréntesis hacen referencia a que se encuentran en una proporción muy pequeña.

RA-1 Rebaje Antiguo Campo 1



Fase Desconocida (Probable Sulfosal)	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***S, Ag, (Fe, Cu)***
Forma de ocurrencia	*La fase desconocida se encuentra reemplazando parcialmente los bordes de los cristales anedrales de calcopirita y acantita.*

Acantita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Ag, S***
Forma de ocurrencia	*La acantita se encuentra continuamente bordeada por calcopirita, lo que implica que la acantita se formó por un proceso de de-sulfuración del fluido mineralizante, mientras que la calcopirita permaneció estable. Este proceso pudo haber provocado la formación de una fase desconocida, con al menos Ag, Cu, Fe y S.*

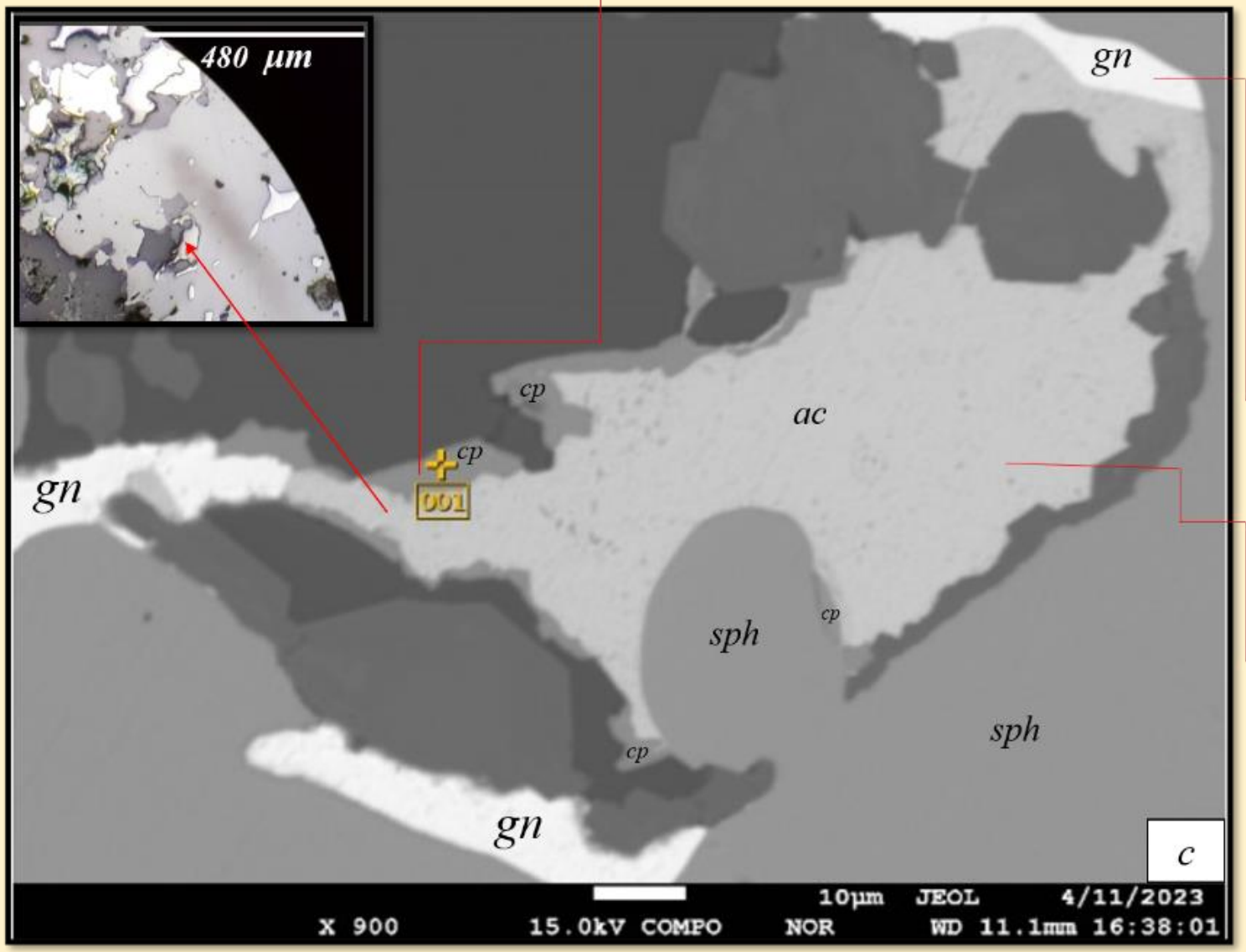
Calcopirita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	***Cu, S, Fe***
Forma de ocurrencia	*La calcopirita bordea a la acantita, pero también aparece incluida en acantita, sin cambios composicionales; no obstante, en las condiciones del proceso de de-sulfuración, coexiste con acantita y con la fase desconocida, producto de la de-sulfuración avanzada.*

Muestra RA-1- Análisis WDS – Campo 1

Elemento químico	*Peso atómico*	*% en Peso*	*% en Peso/Peso atómico*	*Relación de combinación*
Ag	*107.87*	*84.125*	*0.7798*	*~ 2*
S	*32.064*	*14.916*	*0.4651*	*~ 1*
Fe	*55.847*	*0.32*	*0.0057*	*NO*
Cu	*65.546*	*0.253*	*0.0038*	*NO*

Fórmula Empírica: Ag_2S – Acantita

Los elementos encerrados en paréntesis hacen referencia a que se encuentran en pequeñas cantidade



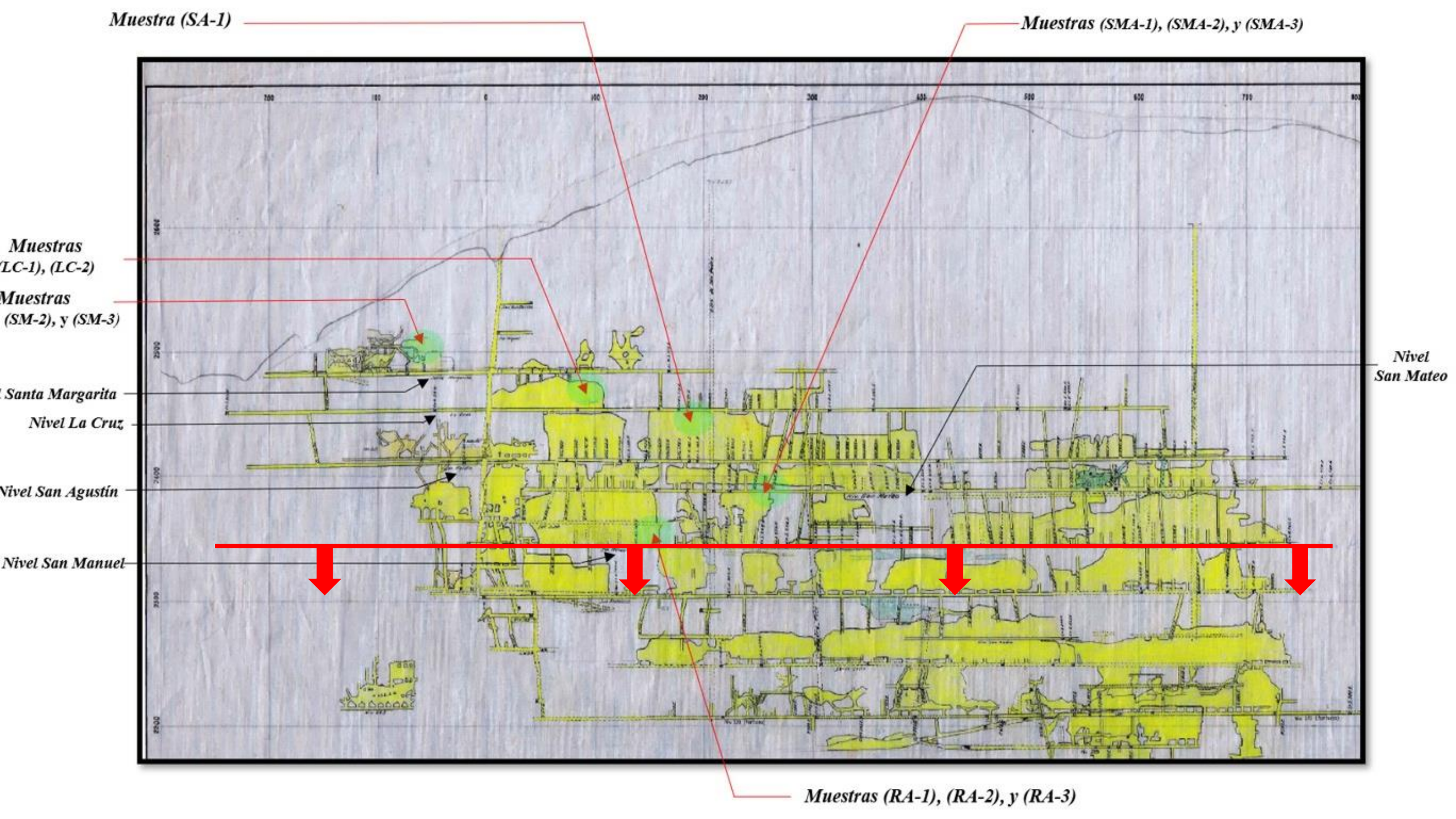
RA-1 Rebaje Antiguo
Campo 1

Calcopirita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	**Cu, S, Fe**
Forma de ocurrencia	*Se constata la relación textural de la calcopirita con la acantita. La calcopirita bordea a la acantita en contacto con la ganga, pero también reemplaza parcialmente a la galena y esfalerita.*

Galena	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	**Pb, S**
Forma de ocurrencia	*La galena se presenta en contacto con minerales de ganga y entre cristales de acantita y esfalerita. La galena es reemplazada por acantita, pero reemplaza parcialmente a esfalerita.*

Acantita	
Análisis EDS	
Elementos encontrados	**Ag, S, (Zn, Al)**
Forma de ocurrencia	*Es frecuente y presenta bordes de calcopirita y minerales de ganga; ocurre también asociada a galena y esfalerita.*

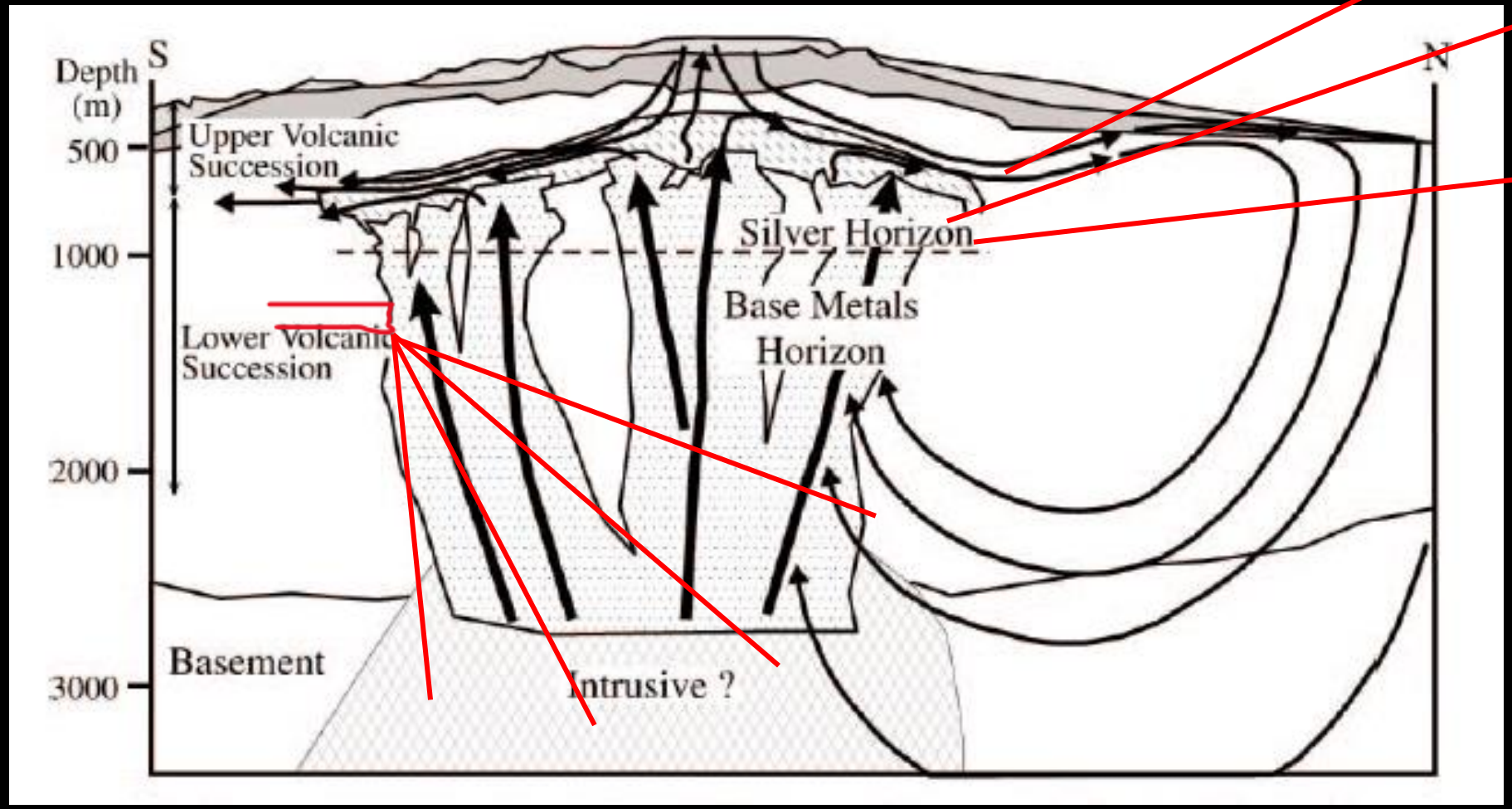
Los elementos encerrados en paréntesis hacen referencia a que se encuentran en cantidades muy pequeñas.


Muestra (SA-1)
Muestras (SMA-1), (SMA-2), y (SMA-3)
Muestras
(LC-1), (LC-2)
Muestras
(SM-2), y (SM-3)
Santa Margarita
Nivel La Cruz
Nivel San Agustín
Nivel San Manuel
Nivel
San Mateo
Muestras (RA-1), (RA-2), y (RA-3)

UNIFORMIDAD METALOGÉNICA

Proceso Avanzado de De-Sulfuración

ZONAS DE BONANZA

Caracterización Geoquímica de Rocas Hipabisales

BARRENACIÓN A PROFUNDIDAD