

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**TESIS**

**Evaluación geológica de la estructura mineralizada – sistema  
San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno**

**Para optar el título de profesional de:**

**Ingeniero Geólogo**

**Autor:**

**Bach. Gilmer ALVAREZ BORROVIC**

**Asesor:**

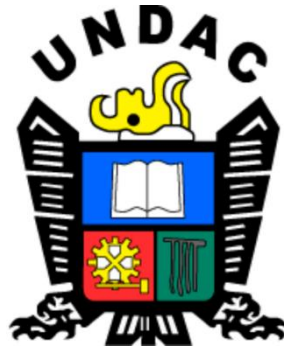
**Mg. Luis Arturo LAZO PAGAN**

**Cerro de Pasco - Perú – 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**TESIS**

**Evaluación geológica de la estructura mineralizada – sistema  
San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Ing. Ramiro Ernesto DE LA CRUZ FERRUZO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Javier LOPEZ ALVARADO**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a mis  
padres Pedro Alejandro y Julia Nila  
por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

En estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento al divino creador, por ser guía y fortaleza para terminar la carrera.

A mis padres y demás familiares por su apoyo constante para alcanzar este objetivo.

A los docentes universitarios que, con sus consejos, enseñanzas y orientación en este periplo de mi existencia me brindaron sus conocimientos y experiencias para enfrentar profesionalmente la vida.

A todas las personas involucradas en esta tesis.

## RESUMEN

Desde sus inicios, el directorio de Minsur S.A. apoyó un agresivo programa de exploraciones y desarrollos, para lo cual se dotó del equipo minero necesario para una minería subterránea con rieles. El departamento de geología fue fortalecido con la introducción de las técnicas adquiridas en el centro del Perú y por un estudio geológico integral del nevado Quenamari (Arenas, 1980), y el departamento de Minas, también, con la introducción en 1980 del sistema de minería sin rieles o trackless, lo que permitió un rápido avance en los desarrollos y en la extracción del mineral por medio de una Rampa. Paralelamente, la planta fue aumentada a una capacidad de 500 t/d y así sucesivamente hasta llegar a la actual producción.

En los primeros años de Minsur S.A., los valores de estaño estaban en el orden de 0.8% a 1%. Conforme se avanzaba en el intrusivo y hacia el norte de la veta San Rafael, los valores de estaño aumentaban a 1.5% y 2%, hasta que en el nivel 600 se encontró un cuerpo de mineral u ore shoot de 20m por 30m, con estaño grueso o botroidal y con valores de hasta 15 %. La exploración siguió en el intrusivo en los niveles inferiores en una veta bien formada con valores de 2% a 3% Sn.

Perforaciones diamantinas hechas en 1983 encontraron mineralización de estaño hasta la cota 3,970m. El conocimiento de la paragénesis y de las secuencias de la mineralización, así como los estudios de inclusiones fluidas de la veta San Rafael (Palma, 1981) fueron valiosos para ubicar la mineralización en su etapa correspondiente y para guiar mejor las exploraciones. La observación minuciosa de la mineralogía, las interpretaciones de cocientes metálicos de estaño y cobre (Arenas, 1980b; Petersen, 1988), el conocimiento del zonamiento mineralógico horizontal y vertical, la presencia de clorita en las vetas, la alteración hidrotermal representada por la cloritización de las

cajas y la presencia de clorita en las vetas y cuerpos de mineral fueron también guías valiosas para la exploración.

**Palabras clave:** Recursos minerales, alteración, mineralización, inclusiones fluidas, paragénesis, perforación diamantina.

## ABSTRACT

Since its inception, the board of Minsur S.A. It supported an aggressive exploration and development program, for which it was equipped with the necessary mining equipment for underground mining with rails. The geology department was strengthened by the introduction of the techniques acquired in central Peru and by a comprehensive geological study of the Quenamari snowfall (Arenas, 1980), and the Minas department, also, with the introduction in 1980 of the mining system without rails or trackless, which allowed a rapid advance in the developments and in the extraction of the mineral by means of a Ramp. In parallel, the plant was increased to a capacity of 500 t / d and so on until it reached the current production.

In the early years of Minsur S.A., tin values were in the order of 0.8% to 1%. As progress was made in the intrusive and north of the San Rafael vein, tin values increased to 1.5% and 2%, until a level of ore or ore shoot of 20m by 30m was found at level 600, with tin thick or botroidal and with values of up to 15%. The exploration continued in the intrusive at the lower levels in a well-formed vein with values of 2% to 3% Sn.

Diamond drilling done in 1983 found tin mineralization up to 3,970m. The lack of lunges or cuts to the floor of the San Rafael vein, where a breach was observed, delayed the discovery of other mineralized bodies for almost a year.

The knowledge of the paragenesis and the sequences of the mineralization, as well as the studies of fluid inclusions of the San Rafael vein (Palma, 1981) were valuable to locate the mineralization in its corresponding stage and to better guide the explorations. The detailed observation of the mineralogy, the interpretations of tin and copper metal ratios (Arenas, 1980b; Petersen, 1988), the knowledge of horizontal and vertical mineralogical zoning, the presence of chlorite in the veins, the hydrothermal alteration

represented by chloritization of the boxes and the presence of chlorite in the veins and ore bodies were also valuable guides for exploration.

**Keywords:** Mineral resources, alteration, mineralization, fluid inclusions, paragenesis, diamond drilling.



## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación contiene la Evaluación Geológica de la Estructura Mineralizada Sistema San Rafael, de los Recursos Minerales de Estaño del Yacimiento San Rafael, estimados a mayo de 2018 por el personal del área de Geología de MINSUR S.A. Mina San Rafael, siguiendo la orientación de las normas internacionales establecidas por el **Joint Ore Reserves Committee (JORC)**.

Los Recursos Minerales totales para la mina subterránea incluyen al mineral clasificado como Medido + Indicado e Inferidos, aplicando una restricción de Cut Off de 0.40 %Sn y una potencia mínima de estructura de 0.50m.

Los Recursos Minerales de la Estructura Mineralizada Sistema San Rafael, han sido estimados para la mina subterránea (método Geoestadístico), con datos topográficos levantados y actualizados al 30 de mayo de 2018 y con el nuevo sistema de coordenadas WGS 84. A continuación se muestra los Recursos Minerales estimados en mina Subterránea.

Además, se realiza una estimación de las canchas de mineral 35, 36, 2.5 y desmontera Larancota las cuales se encuentran en superficie de la mina San Rafael.

Para la estimación de las canchas 35 y 36 se realizó perforación RC, para hacer una estimación geo estadística con el interpolador kriging ordinario, aplicando una densidad de 1.88 y un Cut off de 0.18 %Sn (Informe de Reservas a diciembre de 2017). Además, se utilizó la topografía actualizada al 30 de mayo de 2018.

Para la estimación de la cancha de mineral 2.5 también se realizó perforación RC, para hacer una estimación geoestadística con el interpolador inverso a la distancia al cuadrado, aplicando una densidad de 1.79 y un Cut off de 0.18 %Sn (Informe de Reservas a diciembre de 2017). Además, se utilizó la topografía actualizada al 30 de mayo de 2018.

Finalmente, para la estimación de la desmontera Larancota, también se realizó perforación RC, para hacer una estimación geoestadística con el interpolador inverso a la distancia al cuadrado, aplicando una densidad de 1.79 y un Cut off de 0.19 % Sn (Informe de Reservas a diciembre de 2017). Además, se utilizó la topografía actualizada al 30 de mayo de 2018.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRAC	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	1
1.3.	Formulación del problema.....	2
1.3.1.	Problema general .....	2
1.3.2.	Problemas específicos.....	2
1.4.	Formulación de objetivos .....	2
1.4.1.	Objetivo general.....	2
1.4.2.	Objetivos específicos .....	2
1.5.	Justificación de la investigación .....	3
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	3

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio .....	4
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	8
2.3.	Definición de términos básicos.....	9
2.4.	Formulación de Hipótesis .....	12
2.4.1.	Hipótesis general.....	12
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	12

2.5.	Identificación de variables.....	12
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	13

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	14
3.2.	Nivel de investigación .....	14
3.3.	Métodos de investigación .....	14
3.4.	Diseño de investigación.....	14
3.5.	Población y muestra.....	16
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	17
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	17
3.9.	Tratamiento estadístico .....	17
3.10.	Orientación etica filosófica y epistémica.....	18

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSION**

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	19
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	37
4.3.	Prueba de hipótesis .....	88
4.4.	Discusión de resultados .....	98

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno, se tiene programado ejecutar el Cálculo de Reservas por el método Geoestadístico, para determinar el incremento de tonelaje en el Sistema San Rafael mediante el Krigeage, para ello se tomarán en cuenta las características geológicas, controles estructurales y mineralógicos en la mencionada mina.

#### **1.2. Delimitación de la investigación**

La delimitación del trabajo de investigación es importante porque nos dará una mejor información sobre el comportamiento geológico de la mineralización de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. – Puno, y con ello determinar el incremento de reservas de minerales en el yacimiento minero, desarrollándose íntegramente en esa jurisdicción, por ello ésta sería la delimitación real de la investigación.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo la Evaluación Geológica de la estructura mineralizada –  
¿Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno, contribuirá en  
el incremento de las Reservas Minerales en la mina?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿En qué forma la Evaluación Geológica de la estructura mineralizada  
– ¿Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno, influirá en el  
incremento de las Reservas Minerales en la mina?

¿De qué manera la Evaluación Geológica de la estructura  
mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno,  
¿condicionará en el incremento de las Reservas Minerales en la mina?

### **1.4. Formulación de objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar geológicamente la estructura mineralizada – Sistema San  
Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el comportamiento geológico de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.
- Conocer los controles estructurales, litológicos, estratigráficos y mineralógicos de la mineralización.
- Sustentar la tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geólogo.

### **1.5. Justificación de la investigación**

- El proyecto se justifica porque es necesario realizar la estimación de recursos minerales utilizando la mineralización de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno, para el incremento de reservas minerales del yacimiento minero, por el método geoestadístico.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La ejecución y desarrollo del presente proyecto de investigación tiene ciertas limitantes estando entre ellos:

- Desplome de las bolsas mundiales en que se transaban las acciones de compañías mineras y de exploración.
- Reducción drástica de la exploración minera en el mundo.

La información es solo para el yacimiento en evaluación de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. – Puno.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

La explotación del distrito minero San Rafael tiene dos etapas bien definidas: una por cobre y la otra por estaño, en ambas se siguieron métodos tradicionales de prospección y exploración.

##### ➤ **EXPLORACIÓN POR COBRE**

La nieve cubría gran parte del Nevado Quenamari; no obstante, en 1913, una compañía Germano-chilena hizo algunos trabajos mineros al noroeste, en la zona de Umbral. En 1946, Mauricio Rothschild exploró sin éxito los denuncios de Gonzáles Polar en Umbral y Patrón, y luego en la veta San Rafael en 1949, descubierta por el Señor Rafael Avendaño en 1947.

En 1950 se formó The Lampa Mining Co. Ltda., la que exploró las propiedades de Gonzáles, quien en 1956 transfirió parte de sus denuncios a Minas Unión S.A. Esta empresa operaba en el otro lado del nevado Quenamari, hizo algunos denuncios en la zona de San Rafael y redenunció algunos caducos de Gonzáles.



En 1958, el señor Edgar Vidal compró los denuncios de Minas Unión, hizo otros denuncios y dio en opción la mina Umbral a Lampa. En éste año, Gonzáles vendió todas sus propiedades a esta compañía, la que inició trabajos de exploración y desarrollos subterráneos en las vetas San Rafael, Umbral y San Germán, e instaló una planta de flotación de 50 t/d en 1960. En los relaves de cobre se descubrió la casiterita con leyes de 0.6 % a 1 %, con lo que se inició desde entonces la recuperación de este mineral como subproducto en mesas gravimétricas en una nueva planta de 100 t/d, con una recuperación de 41 %.

En 1966, Lampa vendió sus propiedades, entre ellas la mina San Rafael con 45,700 tn y 6.15 % Cu, a la Casa Grace y se formó la compañía Minsur S. Ltda. Se construyó otra planta de flotación y de gravimetría de 250 t. En 1969, que fue aumentada a 350 t. Esta compañía trabajó la parte sur de las vetas San Rafael, Vicente, Jorge y Patricia. En 1977, los valores de cobre descendieron a menos de 3 % y la veta San Rafael se debilitó y empobreció en el nivel 533, a lo que se sumaron problemas con el sindicato minero y la comunidad minera. Ante ésta situación, la mina San Rafael y otras propiedades de Minsur S. Ltda. Fueron ofrecidas a varias compañías mineras.

La mina Quenamari, vecina de la mina San Rafael y propiedad de Minas Unión, del Ing. Roger Vidal, estuvo también en venta durante esos años como mina de cobre y estaño. Esta mina era la más conocida y publicitada, a diferencia de la mina San Rafael.

#### ➤ EXPLORACIÓN POR ESTAÑO

En 1977 se formó Minsur S.A. y se adquirieron las propiedades de Minsur S. Ltda., entre ellas la mina San Rafael con 745,231 TMS con 2.67 % Cu y 1.06%Sn.

Desde sus inicios, el directorio de Minsur S.A. apoyó un agresivo programa de exploraciones y desarrollos, para lo cual se dotó del equipo minero necesario para una minería subterránea con rieles. El departamento de geología fue fortalecido con la introducción de las técnicas adquiridas en el centro del Perú y por un estudio geológico integral del nevado Quenamari (Arenas, 1980), y el departamento de Minas, también, con la introducción en 1980 del sistema de minería sin rieles o trackless, lo que permitió un rápido avance en los desarrollos y en la extracción del mineral por medio de una Rampa. Paralelamente, la planta fue aumentada a una capacidad de 500 t/d y así sucesivamente hasta llegar a la actual producción.

Las exploraciones se concentraron en el intrusivo hacia el norte y en profundidad. Hubo la creencia de que la veta estaba mejor formada en las pizarras y que no profundizaba en el intrusivo. En 1978 se compró la mina Quenamari.

La primera premisa se cumplió con creces; la propiedad minera de Quenamari se extendía hasta la veta de San Rafael y alrededores. Los cuerpos de mineral de esta veta se encontraron en lo que fue propiedad de Quenamari, ahora Minera Carabaya S.A.

En los primeros años de Minsur S.A., los valores de estaño estaban en el orden de 0.8% a 1%. Conforme se avanzaba en el intrusivo y hacia el norte de la veta San Rafael, los valores de estaño aumentaban a 1.5% y 2%, hasta que en el nivel 600 se encontró un cuerpo de mineral u Ore Shoot de

20 x 30m, con estaño grueso o botroidal y con valores de hasta 15 %. La exploración siguió en el intrusivo en los niveles inferiores en una veta bien formada con valores de 2% a 3%Sn.

Perforaciones diamantinas hechas en 1983 encontraron mineralización de estaño hasta la cota 3,970m. La falta de estocadas o cortadas al piso de la veta San Rafael, en donde se observaba un brechamiento, retardó casi por un año el hallazgo de otros cuerpos mineralizados.

Después las estocadas fueron labores comunes, lo que ha permitido encontrar y delimitar en profundidad siete cuerpos de mineral con leyes de 5% Sn y 0.2% Cu. Posteriormente hasta el 2007 se realizó una campaña de perforación diamantina con la finalidad de delimitar correctamente estos cuerpos, permitiendo realizar un mejor modelamiento de las mismas.

Angostamientos de la veta, ramales, empobrecimientos por largos tramos, hicieron pensar que la mineralización no continuaba en profundidad o que no persistía. No todo fue fácil, pero hubo perseverancia y conocimiento del yacimiento mineral, sobre todo de las etapas de mineralización.

Desde 1977, el profesor Alan Clark y sus colaboradores de la Queen's University del Canadá emprendieron un ambicioso proyecto de investigación metalogenética en la Cordillera Oriental del sureste peruano. Estudios petrogenéticos y geoquímicos de los intrusivos y volcánicos, isótopos de plomo de la mineralización, determinaciones radiométricas de las rocas, estudios metalogenéticos e interpretaciones estructurales, etc., permitieron conocer mejor la génesis de la mineralización estannífera local y regional (Clark, 1990, Kontak, 1981).

El conocimiento de la paragénesis y de las secuencias de la mineralización, así como los estudios de inclusiones fluidas de la veta San Rafael (Palma, 1981) fueron valiosos para ubicar la mineralización en su etapa correspondiente y para guiar mejor las exploraciones. La observación minuciosa de la mineralogía, las interpretaciones de cocientes metálicos de estaño y cobre (Arenas, 1980; Petersen, 1988), el conocimiento del zonamiento mineralógico horizontal y vertical, la presencia de clorita en las vetas, la alteración hidrotermal representada por la cloritización de las cajas y la presencia de clorita en las vetas y cuerpos de mineral fueron también guías valiosas para la exploración

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **➤ Definición Científica**

Minsur S.A. del Grupo Breca, es una compañía minera líder en el Perú; reconocida por ser la tercera productora mundial de Estaño y tiene la mina más antigua y más rica de estaño en el mundo (San Rafael). La mina San Rafael tiene las mejores leyes de Estaño a nivel mundial, con más de 40 años de operación ininterrumpida, actualmente se produce 2,900 TM/día con una ley promedio de 1.41% Sn.

Perteneciente a la franja metalogenética numero XIX donde se encuentran los depósitos de Sn – Cu – W relacionados con intrusivos del Oligoceno – Mioceno y epitermales de Ag – Pb - Zn.

La silicificación se encuentra en mayor proporción dentro de las estructuras mineralizadas, y la propilitización en las cajas. A mayor profundidad se incrementa la silicificación representando mayor

temperatura. Ambos tipos de alteración hipógena son controles litológicos.

Es un yacimiento de estaño en intrusivo félsico.

### **2.3. Definición de términos básicos**

**2.3.1.** Falla: Es una fractura con desplazamiento de un bloque rocoso con respecto a otro, colindante a éste o de ambos bloques a través de un plano denominado plano de falla. Es el producto de esfuerzos tectónicos.

**2.3.2. Diaclasas:** Fractura o juntura que aparece en las rocas, ocasionado por esfuerzos tectónicos y que presentan direcciones definidas a las cuales se les denomina sistema de diaclasas.

**2.3.3. Geología Estructural:** Es la ciencia que estudia las deformaciones que presenta la corteza terrestre relacionada con el tiempo geológico. Estudia las deformaciones orogénicas, diástróficas, epirogénicas, etc. Las deformaciones pueden ser los pliegues (homoclinales, anticlinales, sinclinales, domos, etc.), fallas (normales, inversas, etc.), intrusiones (vetas, diques, lacolitos, batolitos, etc.).

**2.3.4. Geomorfología:** Ciencia que estudia las formas del relieve terrestre teniendo en cuenta su origen, naturaleza de rocas, el clima de la región y las diferentes fuerzas endógenas y exógenas que de modo general entran como factores constructores del paisaje.

**2.3.5. Clima:** Conjunto de condiciones atmosféricas propias de una región, país o comarca.

**2.3.6. Perfil Estratigráfico:** Sección estratigráfica local levantada con mucho detalle y representada a escala 1:100 o inferior.

- 2.3.7. Morrenas:** Depósito glacial heterogéneo en cuanto a forma y tamaño de los fragmentos, generalmente son se aristas redondeadas por el poco transporte sufrido.
- 2.3.8. Depósitos aluviales:** Término usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionado con los procesos fluviales.
- 2.3.9. Huaycos:** Término autóctono peruano, se refiere a los descensos violentos de grandes masas de lodo, barro y fragmentos rocosos de diferentes dimensiones debido a la saturación con agua de esos materiales sueltos en superficies más o menos inclinados.
- 2.3.10. Erosión:** Es un proceso geológico destructivo que tiende a nivelar la superficie de la corteza terrestre. Implica los siguientes procesos: fracturamiento, fisuramiento, alteración física y/o química, arranque y transporte de materiales por agentes geológicos como el agua, viento, hielo, olas, etc. Es sinónimo de degradación gliptogénesis.
- 2.3.11. Estratigrafía sísmica:** Estudio de la estratigrafía y facies deposicional a partir de la interpretación de la información sísmica.
- 2.3.12. Muestra:** Es parte o porción representativa de una estructura mineralizada obtenida en forma sistemática, en su extracción debe respetarse las reglas que la teoría de muestreo lo establece.
- 2.3.13. Muestreo:** Es la acción de recoger muestras representativas de la calidad o condiciones medias de un todo o la técnica empleada en esta selección de una pequeña parte estadísticamente determinada para inferir el valor de una o varias características del conjunto.

**2.3.14. Muestreo Sistemático:** Muestras que se toman en una malla regular, en intervalos regulares de tiempo o de espacio-

**2.3.15. Muestreo Aleatorio:** Muestras que se toman en intervalos de tiempo o espacios variables y distribuidos al azar.

**2.3.16. Calidad:** Es una propiedad o conjunto de propiedades cuantitativas o cualitativas inherentes a algo que permiten juzgar su valor y le confiere la capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas y que permite que ésta sea comparada con cualquier otra de su misma especie.

**2.3.17. Protocolos de Muestreo:** Es un conjunto de pasos y operaciones de toma de muestras y preparación.

**2.3.18. Contaminación:** Al preparar o analizar las muestras mineralizadas. Es posible que cierta porción quede retenida accidentalmente en el equipo y contamine las siguientes muestras. La contaminación se determina mediante aplicación de muestras blancos, que son estériles que se encuentran en menor cantidad correspondientes a límites de detección.

**2.3.19. Mineral:** Material con interés económico, en oposición al estéril. Esta definición depende de varios factores.

**2.3.20. Ley:** Es la concentración de un elemento (elemento principal, subproducto o contaminante) en el subsuelo.

**2.3.21. Potencia, Acumulación, Ley de corte:** Se trata de un valor de ley que separa categorías distintas de material por ejemplo mineral y estéril.

**2.3.22. Modelamiento Geológico:** Determinación de unidades geológicas en base a la litología, mineralogía, alteración, etc. En general cada unidad se estudia y se estima por separado.

**2.3.23. Estimación de Recursos:** Consiste en evaluar o predecir el valor de la variable regionalizada en un sitio no muestreado del espacio, utilizando para ellos datos circundantes disponibles.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Aplicando procedimientos geológicos apropiados se determinará la Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

#### **Hipótesis Alterna:**

- Los parámetros geológicos contribuyen en la Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

#### **Hipótesis Nula:**

- Los parámetros geológicos no contribuyen en la Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**



- La Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

### 2.5.2. Variable Dependiente

- Incremento de reservas minerales en la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

### 2.5.3. Variable Interviniente

- Leyes de muestras recolectadas.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Indicadores	Escala	Método instrumento
<b>Independiente</b> La Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.	- Cantidad de reservas en la estructura mineralizada	Tonelada cubica	- Datos resultantes de Las perforaciones diamantinas realizadas en los últimos años entre los niveles 4450 y 4600Cuadros de .
<b>Dependiente</b> Incremento de reservas minerales en la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.	Tipo de minerales presentes en la estructura mineralizada para la explotación	Variedad de muestras	-Estudios petrominerográficos representada por el número de muestras a estudiar

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Basado al objetivo de la evaluación se realiza una investigación del tipo aplicativo, que está definida como la investigación que utiliza los conocimientos obtenidos mediante el método investigativo, con ello se desarrolla aplicaciones en busca de satisfacer necesidades.

#### **3.2. Nivel de investigación**

La investigación es evidentemente practica se realizará en la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

#### **3.3. Métodos de investigación**

El método de investigación a utilizarse será el Método aplicativo.

#### **3.4. Diseño de investigación**

##### **3.4.1. Método de Perforación Diamantina**

Las perforaciones diamantinas realizadas en los últimos años entre los niveles 4450 y 4600, se confirma el zonamiento de la mineralización, los cuales se puede dividir en 4 zonas: La primera con valores de 5% de cobre en calcopirita, casiterita acicular con 0.3% a 0.5%, y valores marginales de Ag, Pb, Zn, se encuentra hasta el nivel 4730 (información histórica). La segunda mineralización de Cu-Sn, con presencia de estaño madera hasta el nivel 4600 (confirmada con taladros de perforación diamantina). La tercera zona de mineralización con estaño madera y botroidal debajo del nivel 4533, en desnivel de casi 500m hasta el nivel 4000 y la cuarta zona debajo de este nivel hasta el 3750, presenta una franja mineralizada tabular formando veta bien definida.

#### **3.4.2. Estudios Petrominerográficos**

Estudios petrominerográficos, describen a la Veta San Rafael desde el Nv. 4050 hasta el Nv. 3650 como estructura de relleno formada por fenocristales irregulares, fracturados y con extinción ondulante de cuarzo de relleno (Tipo I), con casiterita, cristales de casiterita en sus intersticios y es reemplazada por agregados microgranulares de cuarzo (Tipo II). Cloritas radiales y escamosas rellena cavidades por toda la muestra asociada a turmalina y rutilo; cortada por una vetilla rellena por cuarzo (Tipo III), esfalerita (Tipo II) y calcopirita (Tipo II). La pirita es escasa y ocurre dispersa en algunos cristales de cuarzo (Tipo I).

En el Nv. 4424 el mismo estudio lo detalla como estructura de relleno, compuesta por relictos de cuarzo I, cloritas I y casiterita I, englobadas por agregados aciculares radiales de cloritas II. Bandas coliformes de casiterita II con cortadas por vetillas rellenas de cuarzo III – cloritas III, así como por

numerosas vetillas de carbonatos. Los carbonatos II rellenan espacios entre bandas de casiterita II y cloritas. Casiterita I, pirrotita y calcopirita ocurren como inclusiones en cuarzo II, piritita como inclusión en clorita II.

### **3.5. Población y muestra**

- La población estará representada por el número de muestras a estudiar serán las muestras obtenidas de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas para la recolección de datos consistieron en la toma de la información de campo, para ello se contó con el reconocimiento superficial del área de estudio, en donde se tuvo en cuenta la topografía, recursos hídricos, recursos arqueológicos, flora y fauna, poblaciones y se diseñaron en diversas fases de recolección de la información indicándose de la siguiente manera:

**FASE I.** Revisión bibliográfica y análisis de una línea de base.

Elaboración del marco teórico, revisión bibliográfica y antecedentes de la investigación, reconocimiento de la estructura mineralizada.

**FASE II.** Trabajo de Campo:

Recolección de datos de los diferentes DDH, para su posterior logueo.

Toma sistemática de muestras de la estructura mineralizada.

Levantamientos de planos topográficos, estratigráficos y geológicos de los diferentes niveles, donde se encuentra la estructura mineralizada.

**FASE III.** Trabajo de Gabinete:

Diseño de planos topográficos, geológicos y muestreo del área de estudio.

Ejecución de estudios geoestadísticos que servirá para determinar el incremento de recursos minerales en la estructura mineralizada.

Técnicas analíticas e interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de trabajo.

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

Los instrumentos de investigación, así como los procedimientos efectuados, han sido validados por ingenieros especialistas en este tipo de procesos para realizar los ensayos y la recolección de datos, que tienen respaldo de laboratorios especializados de la minera materia de estudio.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

La metodología empleada para la recolección de datos para la elaboración de la presente evaluación fueron la descriptiva y la experimental que consistieron de la siguiente manera:

Muestreos sistemáticos de la estructura mineralizada.

Terminando con el informe y la elaboración de la presente tesis “Evaluación Geológica de la estructura mineralizada – Sistema San Rafael – Minsur S.A. Mina San Rafael – Puno”.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

El tratamiento estadístico se desarrolló utilizando la estadística descriptiva para su posterior interpretación siguiendo los siguientes pasos:

Obtención de datos y porcentajes mencionados en las variables propuestas.

Obtención de tablas para cada variable

Construcción de gráficos relacionadas a cada variable de estudio.

Finalmente se desarrolló el análisis inferencial para la prueba estadística de la hipótesis.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

La ética en la investigación está representada en los procedimientos que se deben cumplir en el proceso investigativo, los mismos que serán el principal lineamiento que debemos seguir, asimismo se respetarán los resultados obtenidos para obtener resultados objetivos por ser de responsabilidad profesional que debe ir en beneficio de la sociedad en general.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **Generalidades**

El presente proyecto contiene los Recursos Minerales de Estaño del Yacimiento San Rafael, estimados a mayo de 2018 por el personal del área de Geología de MINSUR S.A. Mina San Rafael, siguiendo la orientación de las normas internacionales establecidas por el *Joint Ore Reserves Committee (JORC)*.

Los Recursos Minerales totales para la mina subterránea incluyen al mineral clasificado como Medido + Indicado e Inferidos, aplicando una restricción de Cut Off de 0.40 %Sn y una potencia mínima de estructura de 0.50m.

Los Recursos Minerales del Yacimiento de San Rafael, han sido estimados para la mina subterránea (método Geoestadístico), con datos topográficos levantados y actualizados al 30 de mayo de 2018 y con el nuevo sistema de coordenadas WGS 84.

Además, se realiza una estimación de las canchas de mineral 35, 36, 2.5 y desmontera Larancota las cuales se encuentran en superficie de la mina San Rafael.

Para la estimación de las canchas 35 y 36 se realizó perforación RC, para hacer una estimación geoestadística con el interpolador kriging ordinario, aplicando una densidad de 1.88 y un cut off de 0.18 %Sn (Informe de Reservas a diciembre de 2017). Además, se utilizó la topografía actualizada al 30 de mayo de 2018.

Para la estimación de la cancha de mineral 2.5 también se realizó perforación RC, para hacer una estimación geoestadística con el interpolador inverso a la distancia al cuadrado, aplicando una densidad de 1.79 y un cut off de 0.18 %Sn (Informe de Reservas a diciembre de 2017). Además, se utilizó la topografía actualizada al 30 de mayo de 2018.

Finalmente, para la estimación de la desmontera Larancota, también se realizó perforación RC, para hacer una estimación geoestadística con el interpolador inverso a la distancia al cuadrado, aplicando una densidad de 1.79 y un cut off de 0.19 %Sn (Informe de Reservas a diciembre de 2017). Además, se utilizó la topografía actualizada al 30 de mayo de 2018.

#### **4.1.1. Ubicación**

La mina San Rafael, propiedad de MINSUR S.A., está ubicada en el departamento de Puno, provincia de Melgar, distrito de Antauta, en el nevado de Quenamari de la Cordillera de Carabaya, siendo esta un segmento de la cordillera Oriental de los Andes, a una altitud de 4,500 m.s.n.m.





Figura 1.- Mapa de ubicación de la mina San Rafael.

#### 4.1.2. Accesibilidad

Hay dos formas de llegar a la mina San Rafael, la primera y más común es viajar con avión de Lima a Juliaca volando una hora y media, luego por carretera en un viaje de 265 Km demorando 3 horas.

La segunda es vuelo directo de Lima hasta el aeródromo San Rafael volando 2 horas, luego por carretera en un viaje de 8 Km demorando 20 minutos hasta llegar a la mina.

#### 4.1.3. Geología

##### 4.1.3.1. Generalidades

Minsur S.A. del Grupo Brea, es una compañía minera líder en el Perú; reconocida por ser la tercera productora mundial de Estaño y tiene la mina más antigua y más rica de estaño en el mundo (San Rafael). La mina San Rafael tiene las mejores leyes de Estaño a nivel mundial, con más de 40 años de operación ininterrumpida, actualmente se produce 2,900 TM/día con una ley promedio de 1.41% Sn.

Entre los estudios realizados en la mina San Rafael, podemos mencionar:

AUTOR	TITULO	AÑO
<b>Mario Arenas</b>	Geología del distrito minero San Rafael	1980
<b>V. Palma</b>	Sistema de vetas de Estaño-Cobre en La mina San Rafael	1981
<b>Clark</b>	Ocurrencia y edad de la mineralización de Estaño en la Cordillera del Sur del Perú	1983
<b>D. Kontak</b>	Realizó estudio de: Evolución magmática y metalogénica de las interfaces del cratón orogénico en la cordillera de Carabaya de la Cordillera de los Andes	1984
<b>U. Petersen</b>	Mineral Potencial y recomendaciones para su exploración desarrollo en el distrito de San Rafael	1988
<b>Lehmany – U. Petersen</b>	Distribución Geoquímica del Estaño y Boro en la secuencia paleozoica de la cordillera real de Bolivia	1988

Tabla 6.- Estudios realizados en la mina San Rafael.

#### 4.1.4. Geología regional

La geología regional ha sido estudiada por Laubacher (1978) y Kontak (1984). En la región abunda una gruesa secuencia marina del Paleozoico Inferior, como las lutitas de la formación San José, de edad Ordoviciano Medio; las lutitas, areniscas y cuarcitas de la formación Sandia, de edad Ordoviciano Superior, y las lutitas intercaladas con cuarcitas del grupo Ananea, del Devónico-Silúrico, que han sufrido los efectos de la tectónica comprensiva herciniana temprana. Rocas del Paleozoico Superior han sufrido los efectos de la tectónica herciniana final, representada por areniscas y lutitas del grupo Ambo, de edad Missisipiana; lutitas y calizas del grupo Tarma, de edad Pensilvaniana, y calizas del grupo Copacabana, de edad Pérmico Inferior. El tectonismo anterior fue seguido por un levantamiento continental que dio origen a los sedimentos continentales y volcanismo del grupo Mitu, de edad Pérmico Medio a Superior, sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Cretáceo.

Las rocas paleozoicas de la Cordillera de Carabaya fueron intruidas por rocas peraluminosas de los plutones Limacpampa, Limbani, Aricoma y Coasa, agrupados en el batolito de Coasa, de edad Triásica. Hacia el noroeste se encuentra un Plutón de sienita nefelínica peraluminosas y volcánicos peralcalinos, ambos del Jurásico; así mismo, el complejo San Gabán (Kontak, 1991).

En la depresión de Crucero y en las estribaciones de la Cordillera o pre cordillera de Carabaya existen rocas ígneas extrusivas e hipabisales del terciario. Las rocas extrusivas comprenden lavas y piroclásticos, basaltos, shoshonitas, riocacitas y riolitas del tipo S, además, intrusivos hipabisales peraluminosos emplazados entre los 22Ma y 26Ma, del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior. Otro tipo de rocas comprende piroclásticos e hipabisales riolíticos fuertemente peraluminosos con biotita, sillimanita, muscovita, andalucita, turmalina, que fueron emplazados entre 6.5Ma y 17Ma del Mioceno Inferior a Superior (Sandeman, 1997).

Los intrusivos triásicos y terciarios forman parte del dominio magmático del arco interior de la Cordillera oriental, la que ha tenido una evolución diferente al dominio magmático del arco principal de la Cordillera occidental (Clark, 1984).

#### **4.1.5. Geología local**

Las filitas, pizarras y cuarcitas de la formación Sandia han sido intruidas por dos stocks graníticos terciarios. En los alrededores se encuentran rocas del Paleozoico Superior.

- **Formación Sandia**

Un fósil encontrado por Palma (1981) en rocas pizarrosas fue identificado como *Michelinoceros Nautilus* del Ordoviciano Superior, lo que permitió definir la edad de estas rocas en la zona mineralizada como pertenecientes a la formación Sandia. Las filitas son las rocas predominantes, son de color gris oscuro con Muscovita en los planos de foliación. Estas rocas en contacto con el intrusivo, han sido metamorfoseadas a hornfels, que son masivos y de color gris oscuro-marrón. Las cuarcitas están intercaladas con las filitas; se encuentra principalmente en el paso a Umbral y en los alrededores del Campamento San Rafael, en la laguna Chogñacota.

- **Intrusivos**

La erosión ha dejado al descubierto dos stocks en el nevado Quenamari: uno en el nevado San Bartolomé de la mina San Rafael y el otro en el nevado San Francisco de la mina Quenamari, de los cuales salen varios diques.

El eje mayor del intrusivo de San Rafael tiene un rumbo NE-SW, una longitud de 1,000m y anchos de 300m a 800m. En profundidad, el ancho es de 2,000m, donde los contactos tienden a juntarse. El intrusivo de la mina Quenamari tiene una forma circular de 1,000m de diámetro, las labores subterráneas muestran un alargamiento al SE. El afloramiento de este intrusivo es discontinuo, porque está cubierto parcialmente por las cuarcitas de la formación Sandia.

Una cortada en el nivel 200 entre las minas San Rafael y Quenamari muestra que los dos intrusivos tienden a ser un mismo cuerpo con un eje mayor NE-SW de 5,000m de longitud. El contacto SO de este cuerpo estaría

en las cercanías del dique semianular, mientras que el contacto noreste está en la veta Nazareth.

El intrusivo es un monzogranito peraluminosos con fenocristales de feldespatos alcalinos euhedrales de hasta 12cm. de longitud y con maclas de Carlsbad, biotita, cordierita y micro fenocristales de sillimanita. La edad del intrusivo de San Rafael es de  $25 \pm 0.3\text{Ma}$  por el método K-Ar, mientras que el de Quenamari es de  $27.1 \pm 0.10\text{Ma}$ , ambos del Oligoceno Superior a Mioceno Inferior (Arenas, 1980; Palma, 1981; Kontak 1984; Clark, 1983, 1990).

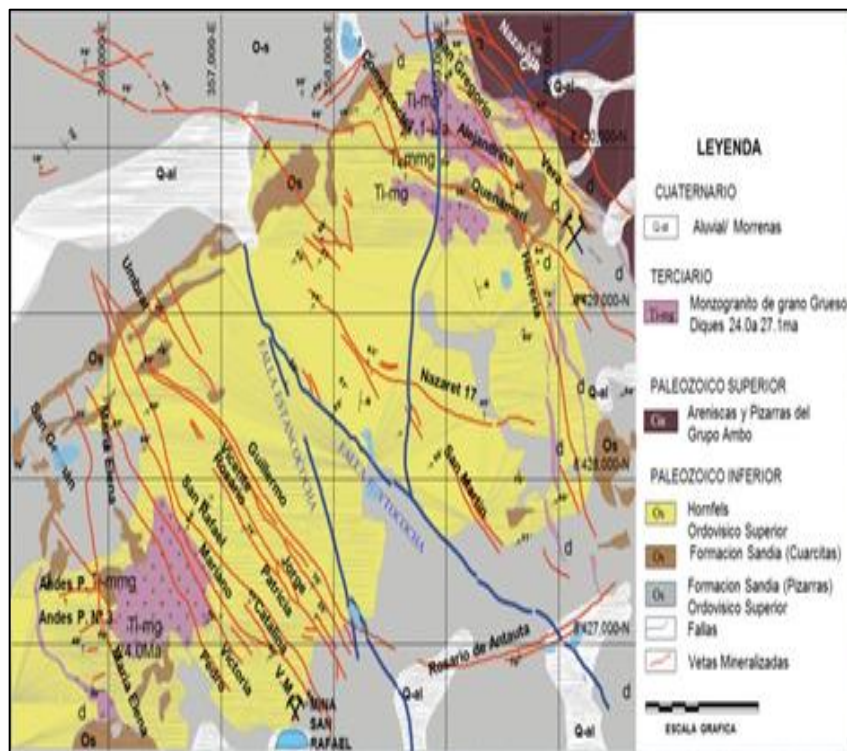


Figura 3.- Plano de la Geología Local de la mina San Rafael

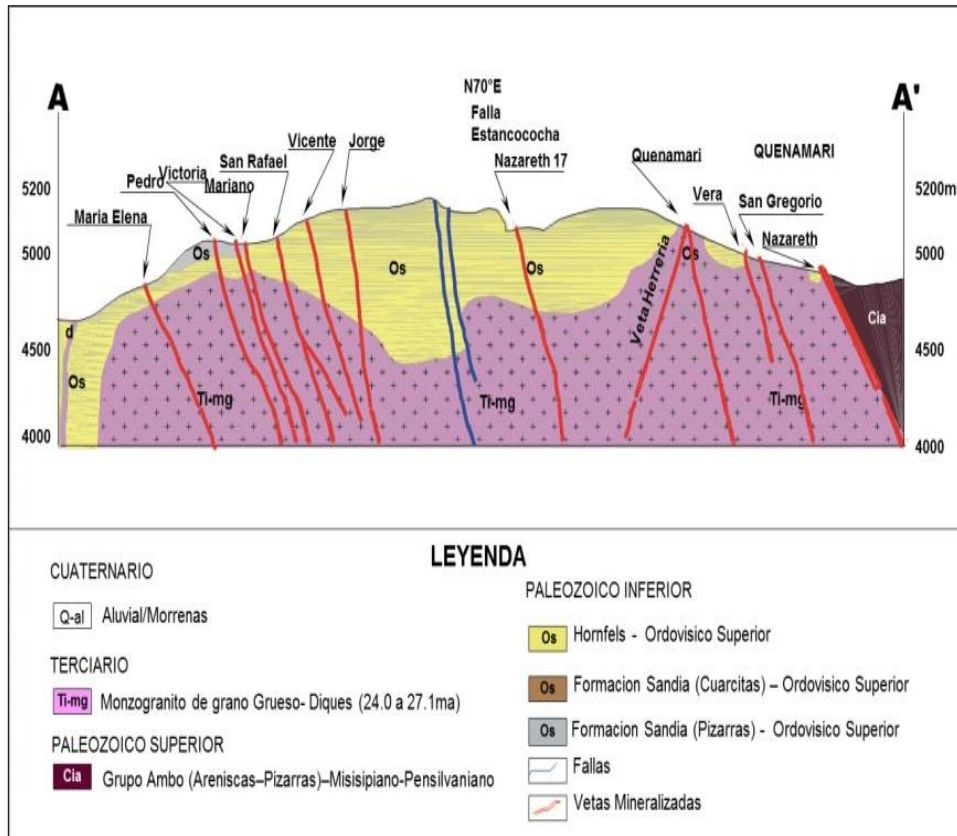


Figura 4.- Sección longitudinal de la mina San Rafael

#### 4.1.6. Estratigrafía

En la descripción de la Estratigrafía de la mina San Rafael podemos mencionar a la Formación Ananea, la cual aflora al NO del nevado San Francisco de Quenamari, esta unidad está compuesta generalmente de limo arcillitas pizarrosas, limolitas pizarrosas con algunas intercalaciones de areniscas cuarzosas, siendo posible encontrar pizarras micáceas de color gris oscuro a negro. Además, se puede encontrar diversos depósitos recientes, rellenando valles, depresiones y planicies. Entre estos, se tiene: depósitos morrénicos, depósitos glaciofluviales, depósitos aluviales y depósitos fluviales.

- **Depósitos Morrénicos:** Estos depósitos se encuentran rellenando los valles glaciares antiguos, por encima de los 4,200 msnm., están constituidas por brechas de composición variada.

- **Depósitos Glaciofluviales:** Estos depósitos provienen de la erosión y re-movilización de los depósitos morrénicos debido a la desglaciación. Estos depósitos están constituidos por gravas de clastos hasta 0.5m de diámetro, con una matriz arenosa o areno-limosa.
- **Depósitos Aluviales:** Son aquellos depósitos que se acumulan en los flancos de los valles y quebradas tributarias.
- **Depósitos Fluviales:** Estos depósitos se encuentran ubicados en los fondos y riberas de los ríos, está constituido por gravas gruesas y finas de diferente constitución, arenas gruesas y finas, y depósitos limo-arcillosos.

#### **4.1.7. Geología estructural**

Las vetas están emplazadas en fallas pre mineral del sistema andino NW-SE. Estas fallas del tipo normal con un fuerte componente horizontal al norte y son desplazadas por fallas post mineral de rumbo NE-SW.

Se distinguen 3 sistemas de vetas. El más conocido tiene rumbo NW-SE y buzamiento al NE, como las vetas San Rafael y Quenamari y, el menos conocido con rumbo NW-SE y buzamiento al SW, como las vetas Diagonales y Herrería. Un tercer sistema con rumbo E-W y buzamiento al norte, como Veta Rosario de Antauta y Veta Carmen.

#### **4.1.8. Geología económica**

En la sub provincia metalogenética de la faja estannífera de Bolivia, en los Andes Centrales, la mina San Rafael está en el distrito minero San Rafael, con cobre en la parte superior y estaño con profundidad; además, una mineralización polimetálica de plomo-zinc-plata-cobre-estaño hacia los bordes o extremos de este distrito minero.

La mineralización es de origen hidrotermal en vetas de relleno y de reemplazamiento de fracturas y cuerpos de mineral en el monzogranito y en los metasedimentos. La zona mineralizada de este distrito minero abarca una extensión de 5km por 7.5km, en donde se encuentran las minas San Rafael y Quenamari.

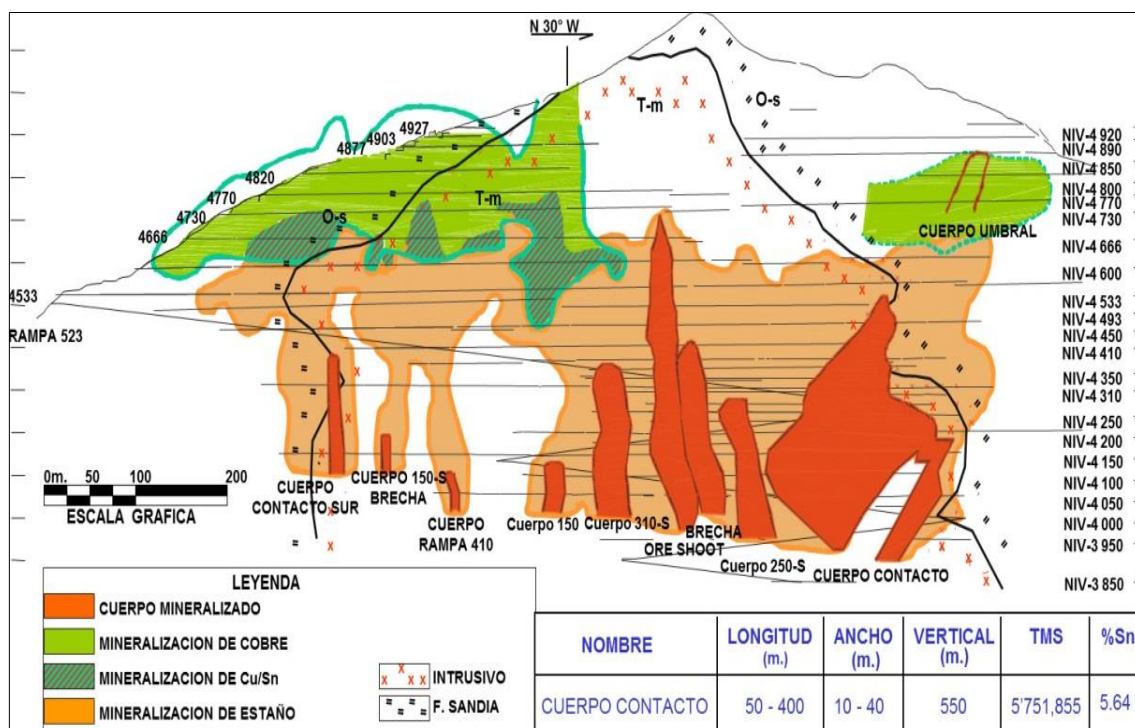


Figura 5.- Sección longitudinal de la Veta San Rafael mostrando la mineralización de Sn - Cu.

#### 4.1.9. Mineralización

Los principales minerales hipogénicos de mena son: casiterita y estannita. Otros minerales son: valamorfitita, esfalerita, galena, enargita, estibina, scheelita, wolframita. Los minerales de ganga son: cuarzo, clorita, sílice, pirita, arsenopirita, turmalina, calcita, fluorita, marcasita, pirrotita, rodocrosita, siderita y adularia.

Minerales secundarios por oxidación o por enriquecimientos supergénicos son: bornita, calcosina, covelita, cuprita, malaquita, cobre nativo, acantita en una ganga con goethita, limonita, pirolusita, psilomelano.



Estos fueron abundantes en la parte superior de las vetas San Rafael y Quenamari.

Palma (1981) distinguió 4 etapas de mineralización. La secuencia de mineralización de la veta San Rafael es compleja, porque existen varias etapas en las que el cuarzo, clorita, casiterita y calcopirita fueron repetidamente precipitados.

Esta mineralización es similar a las vetas de Sn-Cu de Cornwall-Devon, Inglaterra. (Clark 1983).

- **Primera Etapa: Vetas de Cuarzo – Turmalina**

Vetillas de turmalina, vetas de cuarzo-turmalina y brechas de turmalina. Esta etapa no tiene valores económicos. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 385°C a 545°C y las salinidades entre 38% a 60% de NaCl equivalente en peso.

- **Segunda Etapa: Casiterita Botroidal – Cuarzo – Clorita**

Esta es la más importante etapa de la mineralización de San Rafael. La casiterita botroidal está formada por agregados formados por la precipitación de una o más capas de casiterita megascópicas, con formas curvas y groseramente hemisféricas. Esta variedad de casiterita es llamada estaño madera (wood tin) y es de color marrón claro a marrón.

En esta etapa hay también abundante clorita y cuarzo, y cantidades menores de calcopirita, wolframita, scheelita, arsenopirita. A menudo se encuentra clorita finamente intercalada con casiterita botroidal. En algunos casos, la casiterita botroidal está recubierta por una fina capa de un mineral de color amarillo claro llamado valamorfitita.

Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 220°C a 400°C y las salinidades entre 5% a 18% de NaCl equivalente en peso.

- **Tercera Etapa: Calcopirita – Estaño acicular – Cuarzo – Clorita**

Es la etapa principal de los sulfuros, con calcopirita asociada con esfalerita, galena, pirita, arsenopirita, pirrotita, estannita, fluorita, bismuto nativo, clorita, cuarzo, adularia y poca casiterita.

La casiterita acicular (needle tin) está en agregados radiales Clorita y cuarzo son los minerales de ganga más abundantes, Kontak (1984) sostiene que en una etapa final de esta mineralización la pirrotita fue convertida a marcasita, arsenopirita, pirita y siderita. Las temperaturas de homogenización de las inclusiones fluidas varían entre 210°C – 420°C y la salinidad entre 18% de NaCl equivalente en peso.

- **Cuarta Etapa: Vetas de Cuarzo – Calcita**

Vetas de cuarzo o de cuarzo y calcita, las últimas con trazas de calcopirita y alteración clorítica. Estas vetas son de potencias < 12cm o más de potencia. Las temperaturas de homogenización varían entre 190°C a 290°C y las salinidades entre 1% y 5% de NaCl equivalente en peso.

MINERALES	CUARZO TURMALINA	CASITERITA BOTROIDAL	CHALCOPIRITA ESTAÑO AGUJAS	ALTERACION PIRROTITA	QUARZO CALCITA
	1	2	3		4
BRECHAMIENTO CUARZO TURMALINA CLORITA ESTAÑO AGUJA ESTAÑO MASIVO ESTAÑO MADERA CHALCOPIRITA VARLMOFITA PIRITA GALENA ESFALERITA ARSENOPIRITA WOLFRAMITA CHELITA PIRROTITA BI NATIVO ESTANITA ACANTITA FLUORITA ADULARIA MARCASITA SIDERITA CALCITA					
<b>T°C</b> <b>PESO % NaCl</b>	385-545 38-60	220-400 5-18	210-420 2-18		190-290 1-5

Figura 6.- Etapas de la mineralización

#### 4.1.10. Alteraciones

A simple vista, el monzogranito de la roca caja parece fresco, con excepción de una turbidez en las márgenes de los megacristales de feldespato alcalino, pero en secciones delgadas se observa texturas secundarias y minerales. El intrusivo está cloritizado en las cercanías de las vetas, según Palma (1981). Kotack (1984), reconoció tres etapas de alteración:

- **Turmalina-Clorita-Casiterita:** Representa la primera etapa de alteración. La turmalina está en la matriz o reemplazando al feldespato alcalino, la biotita está alterada a clorita en varios grados. Casiterita está presente en varias cantidades.
- **Feldespato Alcalino:** Durante la cual se formó albita secundaria o feldespato potásico.
- **Sericita:** Durante la cual la mica blanca reemplaza los feldespatos.

#### 4.1.11. Recursos y reservas minerales

MINSUR S.A. ha adoptado como norma para los Informes de Recursos y Reservas Minerales los principios internacionales referidos por el **Joint Ore Reserves Committee (JORC)**, **Australasian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM)**, y **Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia**.

Estos Principios fundamentalmente son: la transparencia, total entrega de la información pertinente, e idoneidad del personal evaluador. Para adecuarnos a las normas se están adoptando las acciones necesarias para otorgar la confianza en los estimados mediante la definición de la metodología de cada proceso y hacerlos sustentables, de igual manera se aplican técnicas de verificación y validación para confirmar los resultados.

En la Figura 7 se muestra la relación secuencial que existe entre la Información de Exploración, Recursos y Reservas. La clasificación de los estimados debe tomar este marco de referencia, de modo tal que reflejen los diferentes niveles de confianza geológica y los diferentes grados de evaluación técnica y económica. Conforme aumenta el conocimiento geológico, es posible que la Información de la Exploración llegue a ser la suficiente como para estimar un Recurso Mineral. Conforme aumenta la información económica, es posible que parte del total de un Recurso Mineral se convierta en una Reserva Mineral. Las flechas de doble sentido entre Reservas y Recursos que se incluyen en la Figura 8 indican que los cambios en algunos factores podrían hacer que el material estimado se desplace de una categoría a otra.

La importancia relativa de los criterios sugeridos variará en cada yacimiento, dependiendo del ambiente geológico, restricciones técnicas, condiciones legales y normas existentes al momento de la evaluación.

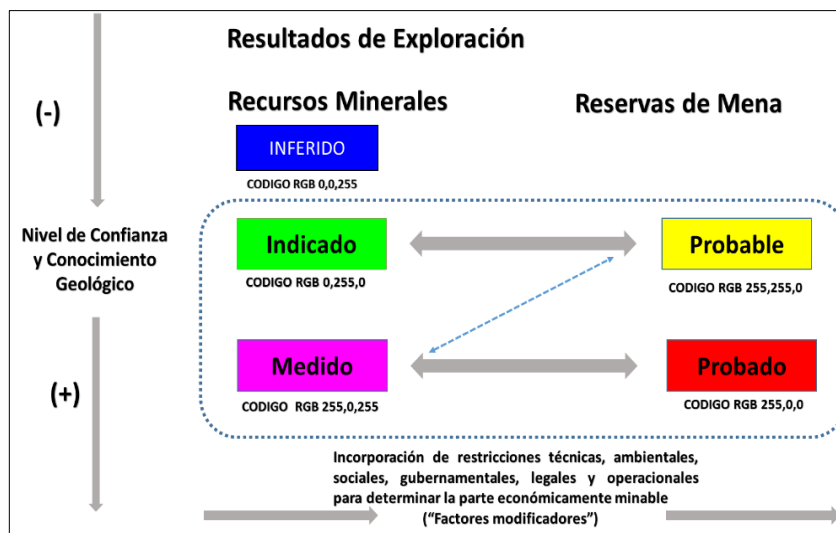


Figura 7.- Clasificación y relación entre Recursos y Reservas Minerales.

Las principales definiciones que MINSUR S.A. asume y se obliga a seguir están enunciadas en los párrafos siguientes.

#### 4.1.11.1. Recursos minerales

Son concentraciones de minerales que existen de manera natural en la corteza terrestre en forma, cantidad y calidad tales que la extracción económica de un producto, a partir de la concentración, sea actual o potencialmente factible. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un **Recurso Mineral se conocen o estiman o interpretan** a partir de información, evidencias y conocimiento geológicos específicos, con alguna contribución de otras disciplinas.

Las declaraciones de Recursos Minerales, generalmente son documentos dinámicos y cambiantes que se ven afectados por la tecnología, la infraestructura, los precios de metales y otros factores.

Según cambien estos diversos factores, el material puede entrar o salir de la estimación de Recursos.

**Las partes de un yacimiento que no tengan perspectivas razonables de extracción económica eventual, no deben incluirse en un Recurso Mineral.**

Los Recursos Minerales se subdividen, en orden de confianza geológica creciente en las categorías de Inferido, Indicado y Medido.

### **RECURSO MINERAL INFERIDO**

Parte de un Recurso Mineral cuyos tonelaje, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un bajo nivel de confianza. Se le infiere o asume de evidencia geológica y/o de leyes asumidas, pero no verificadas. El estimado se basa en información reunida con técnicas adecuadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, cateos, beneficios y taladros, la cual puede ser limitada o de calidad - fiabilidad incierta.

**Se asume la continuidad geológica y puede o no estar respaldada por muestras representativas o evidencia geológica.**

La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos, o realizar una evaluación económica de pre-factibilidad que merezca darse a conocer al público.

### **RECURSO MINERAL INDICADO**

Parte de un Recurso Mineral cuyos tonelajes, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, trincheras, cateos, beneficios y taladros.

Los lugares están demasiado o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero sí lo suficientemente cercanos como para asumirlas.

**Se asume la continuidad geológica con muestras inadecuadamente espaciadas y que no permiten confirmar totalmente.**

La confianza en el estimado pese a ser menor que en el caso de los Recursos Medidos, es suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de pre-factibilidad económica.

El estimado se basa en información de la exploración, muestreo e información reunida mediante técnicas apropiadas sobre afloramientos, trincheras, pozos, taladros y pruebas de beneficio.

#### **RECURSO MINERAL MEDIDO**

Parte de un Recurso Mineral cuyos tonelajes, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un alto nivel de confianza. El estimado se basa en información confiable y detallada de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas adecuadas de lugares tales como los afloramientos, trincheras, piques, beneficios y taladros. Los lugares están espaciados con proximidad suficiente para confirmar la continuidad geológica y/o la de leyes.

**Se confirma la continuidad geológica mediante muestreo adecuadamente espaciado.**

La confianza en el grado de conocimiento de la geología y controles del yacimiento mineral, es suficiente como para permitir la

aplicación adecuada de los parámetros técnicos y económicos como para posibilitar una evaluación de viabilidad económica.

#### **4.1.11.2. Reservas minerales**

Es la parte **económica y legalmente** extraíble de un Recurso Mineral Medido o Indicado y que incluye materiales de dilución y descuentos por las mermas que pueden ocurrir durante el minado. Requiere haber efectuado evaluaciones que pueden incluir estudios de pre-factibilidad o factibilidad considerando los factores de minado, procesamiento, metalurgia, economía, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales asumidos en forma realista.

El término **económico** implica que se ha podido establecer o demostrar analíticamente que es posible una extracción o producción **rentable**, bajo hipótesis definidas de inversión. Las hipótesis deberán ser razonables, incluyendo los supuestos relacionados con los precios y costos que prevalecerán durante la vida del proyecto. La evaluación dinámica de las operaciones implica que un cálculo válido efectuado en un momento dado, puede cambiar significativamente cuando se dispone de nueva información.

El término **legalmente** implica que no debería haber incertidumbre en lo que respecta a los permisos necesarios para el minado y el procesamiento de los minerales, ni tampoco con la resolución de asuntos legales que estuvieran pendientes.

Se reconoce que las estimaciones de reservas, siendo éstas predicciones de lo que ocurrirá en el futuro **tendrán cierto grado de inexactitud**. Se reconoce también que diferentes técnicos que pudieran



analizar los mismos datos, pueden llegar a interpretaciones y conclusiones discrepantes. El hecho de que se demuestre, en una fecha posterior, que la estimación de una reserva fue inexacta debido a que no se contó con información suficiente o a que cambiaron las condiciones económicas, no significa necesariamente que la estimación se hizo de manera incompetente o fraudulenta. La información relacionada con la estimación de reservas debe tener una base sustentable y debe hacerse de buena fe.

En ciertas circunstancias, las **Reservas Minerales** previamente reportadas podrían revertir a **Recursos Minerales**. Su reclasificación no debe aplicarse cuando se prevé que los cambios serán temporales, de corta duración o cuando la Gerencia decide operar a corto plazo en forma no económica. Ejemplos de estas situaciones son la caída del precio del producto que se espera sea de corta duración, emergencia temporal en la mina, huelga de transportes, etc.

Se subdividen en orden de confianza creciente en **Reservas Probables y Reservas Probadas**.

#### **4.2. Presentación, Análisis e interpretación de resultados**

##### **1. Reserva mineral probable**

Es la parte económicamente extraíble de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias de un Recurso Mineral Medido. Esta Reserva incluye los materiales de dilución y los materiales por mermas que puedan ocurrir durante la explotación. Implica evaluaciones a nivel de un estudio de pre factibilidad o factibilidad con las consideraciones respecto a los factores económicos modificadores; estas evaluaciones demuestran que la extracción podría justificarse razonablemente en el momento del informe.

Una Reserva Mineral Probable tiene menos confianza que una Reserva Mineral Probada y su estimado debe tener la calidad suficiente como para servir de base a decisiones sobre compromisos mayores de capital y al desarrollo final del yacimiento. Sin embargo, requiere mayor información para demostrar la continuidad geológica y su ley.

En ciertas circunstancias un Recurso Mineral Medido puede convertirse en Reserva Mineral Probable, debido a la incertidumbre asociada con los factores modificadores tomados en cuenta. Esta relación es indicada con línea punteada en la Figura 8 (en este caso no implica una reducción en el nivel de confianza o conocimiento geológico); en una situación así, los factores modificadores deberán explicarse fehacientemente.

## **2. Reserva mineral probada**

Es la parte económicamente extraíble de un Recurso Mineral Medido e incluye los materiales de dilución y descuentos por mermas durante la explotación. La aplicación de la categoría de Reserva Mineral Probada implica el más alto grado de confianza en el estimado y se asume que existe suficiente información disponible para demostrar razonablemente la continuidad geológica y la ley.

Involucra efectuar evaluaciones de pre-factibilidad o factibilidad en las que se consideran las modificaciones por factores realistas de minado, metalúrgicos, económicos, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran que la extracción es viable al momento del informe. Normalmente involucra al material que se está minando y para el cual hay un plan de mina detallado.

En ningún caso los Recursos Minerales Indicados podrían convertirse directamente en Reservas Minerales Probadas.

### 3. Bloques de cubicación

En la mina San Rafael, los bloques de cubicación tienen el objetivo de delimitar las zonas, dentro del modelo estimado, que serán reportadas como recursos con tonelaje y ley.

Estos bloques son definidos para cada veta estimada, ubicados en un plano vertical paralelo al azimut promedio de la veta (ver Figura 8). Los bloques de cubicación son elaborados por los geólogos de mina, ellos dan las dimensiones y la categoría de recurso del block, ayudándose por la categoría definida por la estimación geoestadística.

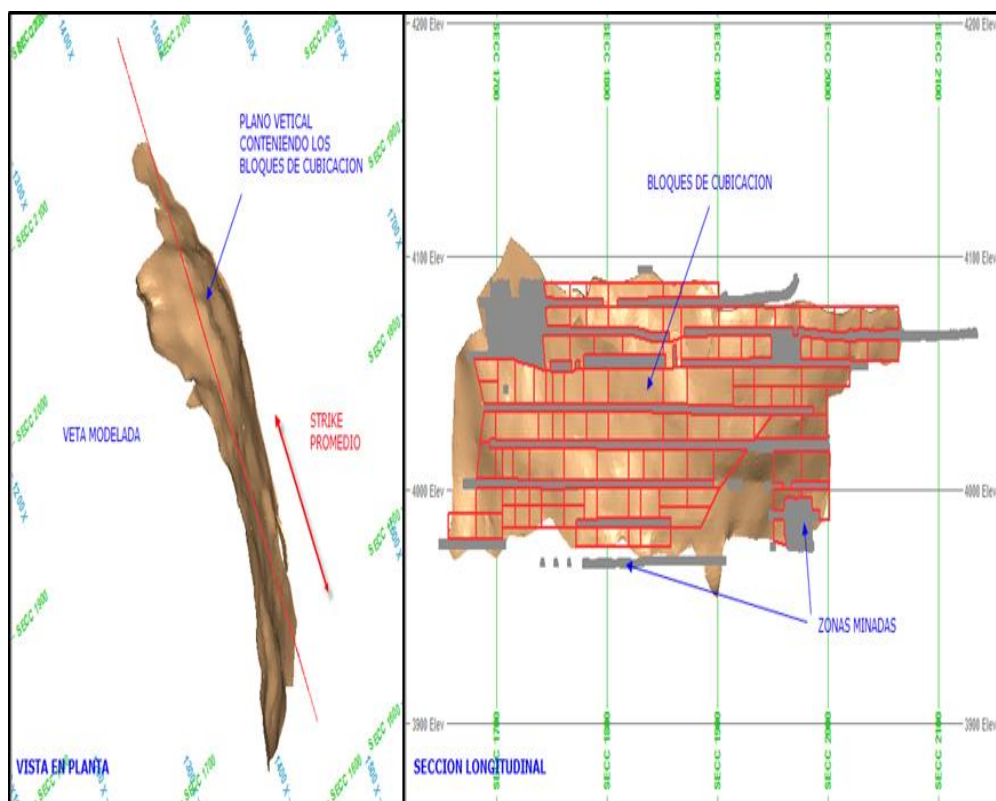


Figura 8.- Vistas de planta y sección, mostrando estructura modelada y bloques de cubicación.

### 4. Estimación de leyes

#### Muestreo, método y procedimientos

En la mina San Rafael se efectúan trabajos de muestreo provenientes de Mina Subterránea y Perforación Diamantina.

El muestreo primario está a cargo del Área de Geología el cual es ejecutado por personal que pertenece a la E.E. Explomin, denominados “mustreros”.

### **Muestreo Sistemático**

Durante la fase de explotación subterránea se realizan labores de extracción, desarrollo o exploración, las cuales se muestrean sistemáticamente mediante técnicas adecuadas para este tipo de yacimiento. En la mina San Rafael se realiza el muestreo por canales, tomando el siguiente procedimiento:

- Verificar e inspeccionar las condiciones de seguridad y peligros que pudieran presentarse (sostenimiento, ventilación, orden y la limpieza, etc.).
- Lavar la zona de muestreo con agua a presión.
- Realizar el espaciado entre canales con pintura con una separación de 3 m en Galerías y Subniveles.
- Delimitar la muestra a colectarse en una longitud mínima de 0.10m y máxima de 1.50m.
- Cubrir el cazamariposas con una lámina desechable de polietileno, para evitar la contaminación de la muestra colectada.
- Colocar cazamariposas de fragmentos de roca debajo de la veta y cerca del martillo electromecánico; sostenida por el ayudante, el cual observa atento el muestreo.

- Percutar la roca con el martillo electromecánico dentro del canal. El ancho y la profundidad de la muestra deben ser uniformes. El ancho de la muestra será el diámetro de la broca del martillo y la profundidad de 1.5cm en tramos con dureza suave y en tramos silicificados será de 1cm.
- Colectar la roca desprendida de la muestra en el cazamariposas.
- Tomar la lámina de polietileno y colocar todo el contenido en una bolsa plástica, adjuntando la parte desglosable de la tarjeta de muestreo junto con la etiqueta de código de barras correspondiente y sellar la bolsa con precinto de seguridad.
- Registrar todos los datos de la muestra en la tarjeta de muestreo (a partir del tercer trimestre en tablets).
- Si hubiera más de una muestra por colectar, realizar los pasos mencionados anteriormente.
- Pintar en el techo de la labor el contorno del canal y en la caja izquierda el número de canal.
- Colocar las muestras en la mochila de muestreo para su posterior traslado.
- Llevar las muestras al Laboratorio Químico entregándole al encargado de recibir las muestras la “Guía de Remisión de Envío”.

## **5. Muestreo de Cores DDHH.**

Los sondajes de perforación diamantina cortan un cilindro de roca de diferentes diámetros. Este cilindro denominado “testigo” o “core”, proporciona información valiosa como litología, alteración, mineralización, estructura. Estos testigos generalmente son cortados longitudinalmente en

dos, en la que una fracción constituye la muestra y la otra se almacena como archivo.

Durante el periodo 2,017. En la mina San Rafael, la perforación diamantina fue realizada por la E.E. Explomin. Los diámetros de perforación utilizados fueron HQ, NQ, BQ y TT46. Los testigos son colocados y transportados desde las cámaras o plataformas de perforación en cajas de polipropileno hasta el área de logueo. En la mina San Rafael se realiza el muestreo de cores, tomando el siguiente procedimiento:

- Durante el logueo se verifica la integridad y recuperaciones de las muestras, identificando situaciones correctas (testigos recuperados íntegramente) y situaciones incorrectas (testigos fragmentados).
- Se juntan las piezas de testigo rotas, con el fin de alinear las fracturas naturales, juntas y rupturas mecánicas eliminando cualquier espacio artificial o aberturas en el testigo. Esto facilitará la medición de la recuperación, resaltará áreas donde algunas piezas de testigos podrían estar mezcladas. De ser necesario se rota el testigo preparándolo para establecer la línea de corte.
- La medida de recuperación es la actual cantidad de testigo físicamente presente en cada corrida.
- Se separan tramos de acuerdo a sus características (Recuperación, Litología, Mineralogía, Estructural y/o Alteración) para lo cual el geólogo ubica tacos con los tramos a muestrear.
- Si la situación es correcta, el geólogo traza una línea de corte, definiendo la representatividad entre la muestra y el archivo (testigos

con diámetro HQ y NQ). Los testigos con diámetros BQ y TT46 son enviados íntegramente al laboratorio.

- Los tramos de los testigos marcados se cortan cuidadosamente por la mitad, siguiendo la línea trazada por el geólogo a lo largo del testigo, con la cortadora de discos diamantados, petrótomo.
- En el caso de los testigos fragmentados que por su naturaleza ya están en una situación incorrecta, la selectividad de la muestra se realiza procurando obtener la máxima representatividad entre la muestra y el archivo.
- Se embolsa y etiqueta la muestra. Luego se procede al llenado de la tarjeta de muestreo correspondiente.
- Llevar las muestras al Laboratorio Químico entregándole al encargado de recibir las muestras la “Guía de Remisión de Envío”.

### **Precisión en la Ubicación de Muestras**

La ubicación de muestras de canales se realiza con el apoyo del área de topografía quienes levantan los canales capturando coordenadas de los puntos inicial y final de cada una de las muestras que conforman el canal.

### **Registros de Muestras y Verificaciones**

Las muestras son registradas en el gestor de base de datos GDMS. Se realizan verificaciones periódicas a un porcentaje de las muestras ingresadas.

#### **I. QAQC DE DATA GEOLÓGICA**

El QAQC implementado en la mina San Rafael, tiene por finalidad detectar los problemas (cuando ellos ocurren, incluso si se siguen fielmente los protocolos de trabajo) y evaluar sus posibles efectos, tomando oportunamente las medidas correctivas. Se materializa mediante la inserción

de muestras de control en el flujo de muestras con la finalidad de evaluar la precisión, exactitud y contaminación en el muestreo de mina y testigos de perforación diamantina.

**a. Precisión**

La precisión es la habilidad de repetir consistentemente los resultados de una medición en condiciones similares. La precisión se evalúa:

- En el Muestreo (error de muestreo): A través de muestras gemelas (medio testigo, canales paralelos).
- En la preparación o la división (error de sub-muestreo): A través de duplicados gruesos (generados a partir de la primera división después del chancado).
- En el análisis (error analítico).
- A través de duplicados de pulpa (controles internos, duplicados de rechazo fino).

Se envían las muestras simultáneamente al laboratorio de la mina San Rafael, con diferente número, para garantizar que su identidad no sea reconocida.

**Criterio de Aceptación**

No más del 10% de los pares de muestras debe quedar fuera del campo delimitado por la línea  $Y=X$  y la hipérbola  $Y^2=m^2x^2+b^2$  con una pendiente  $m$  de la asíntota calculada para  $b=0$  y un error relativo ( $ER$ ) según el tipo de muestra:

- Muestras Gemelas:  $ER = 30\%$  ( $m=1.35$ )
- Duplicados Gruesos:  $ER = 20\%$  ( $m=1.22$ )
- Duplicados de Pulpa:  $ER = 10\%$  ( $m=1.11$ )



- Tasa Máxima de Errores = 10% para cada tipo de duplicados.

**b. Muestras Gemelas**

Se tiene un programa de inserción de muestras gemelas en una proporción mínima del 2% del total de muestras enviadas al laboratorio de la mina San Rafael, en los procesos de muestreo sistemático y perforación diamantina.

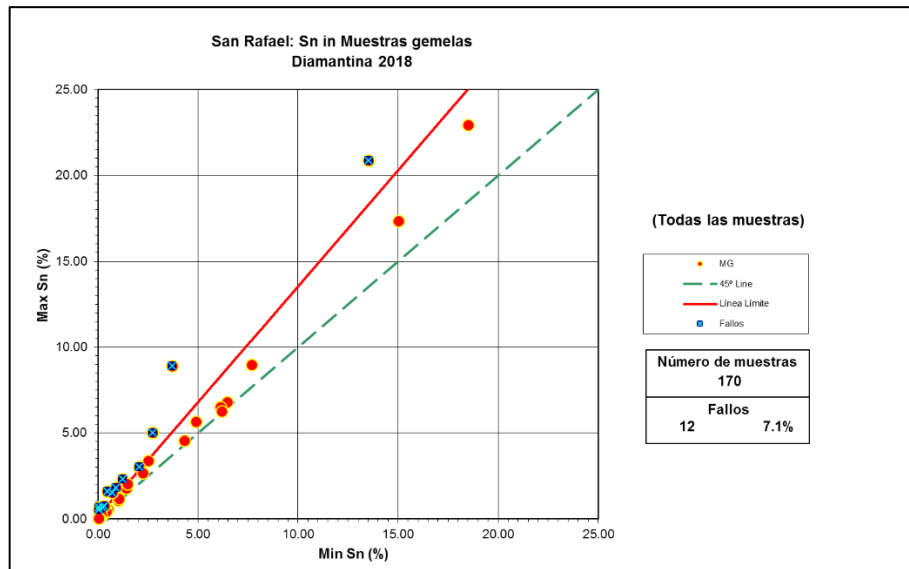


Figura 9.- Gráfico de control para las muestras gemelas diamantina de la mina San Rafael.

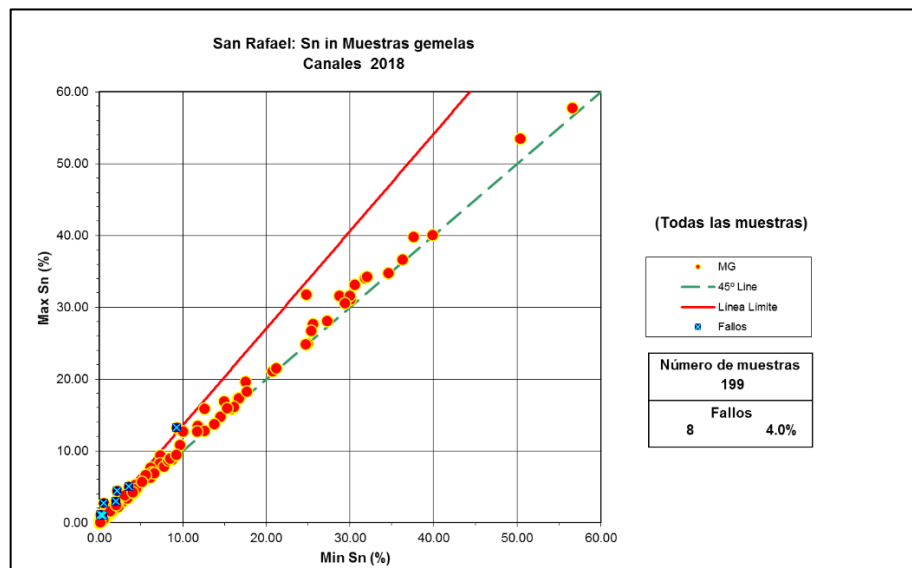


Figura 10.- Gráfico de control para las muestras gemelas sistemático de la mina San Rafael.

**c. Duplicados de Gruesos o Primer Rechazo**

Se tiene un programa de inserción de duplicados gruesos en una proporción mínima del 2% del total de muestras enviadas al laboratorio de la mina San Rafael.

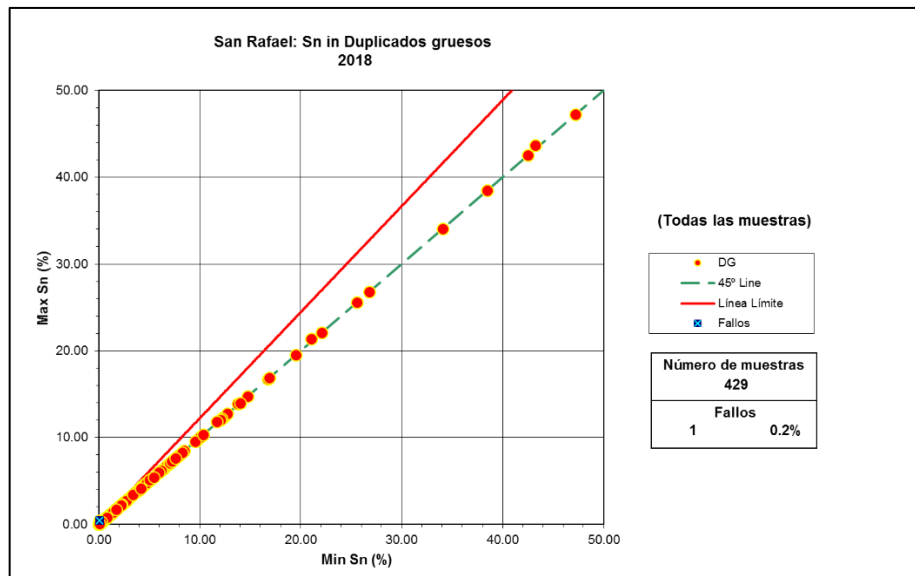


Figura 11.- Gráfico de control para los duplicados gruesos de la mina San Rafael.

**d. Duplicados de Pulpa**

Se tiene un programa de inserción de duplicados gruesos en una proporción mínima del 2% del total de muestras enviadas al laboratorio de la mina San Rafael.

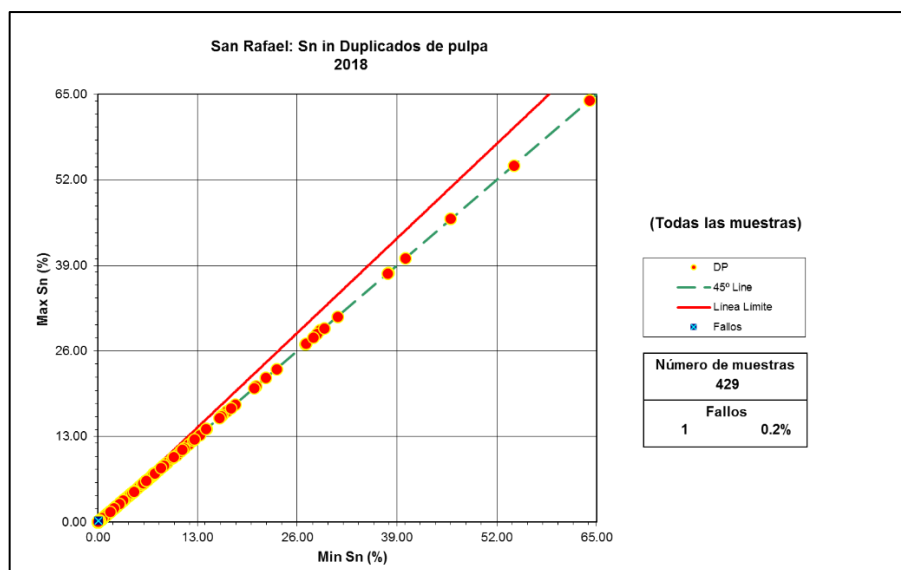


Figura 12.- Gráfico de control para los duplicados de pulpa de la mina San Rafael.

## 2. Exactitud

La exactitud es la proximidad de una medición a un valor “real” o aceptado como “apropiado”. La exactitud se evalúa:

- En el laboratorio interno:** Se realiza a través de materiales de referencia (estándares), en la mina San Rafael se cuenta con tres tipos de estándar, certificados por un laboratorio externo calificado (Bureau Veritas Minerals). Estos estándares tienen códigos de identificación 15, 16 y 17 (ley baja, ley media y ley alta respectivamente). Los estándares son enviados en forma anónima dentro del flujo analítico al laboratorio de la mina San Rafael.
- En el laboratorio externo:** Se reenvían muestras de chequeo (siempre duplicados de pulpa) a un laboratorio externo certificado (SGS).

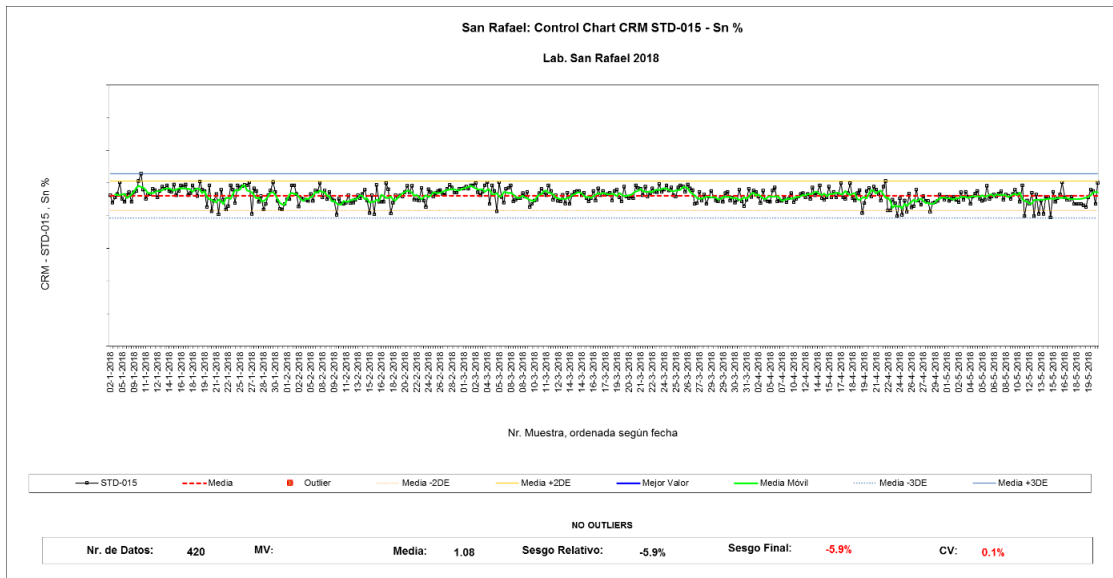
### Criterio de Aceptación

Los resultados reportados por el laboratorio de la mina San Rafael y por otro lado por el laboratorio SGS son plotados en gráficos estadísticos y el criterio de aceptación es de acuerdo al sesgo ( $S$ ) resultante:

- $S < 5\%$ , Bueno
- $S \geq 5\% - \leq 10\%$ , Aceptable
- $S > 10\%$ , Inaceptable

a) **Estándares**

Se tiene un programa de inserción de estándares en una proporción mínima del 6% del total de muestras enviadas al laboratorio de la mina San Rafael.



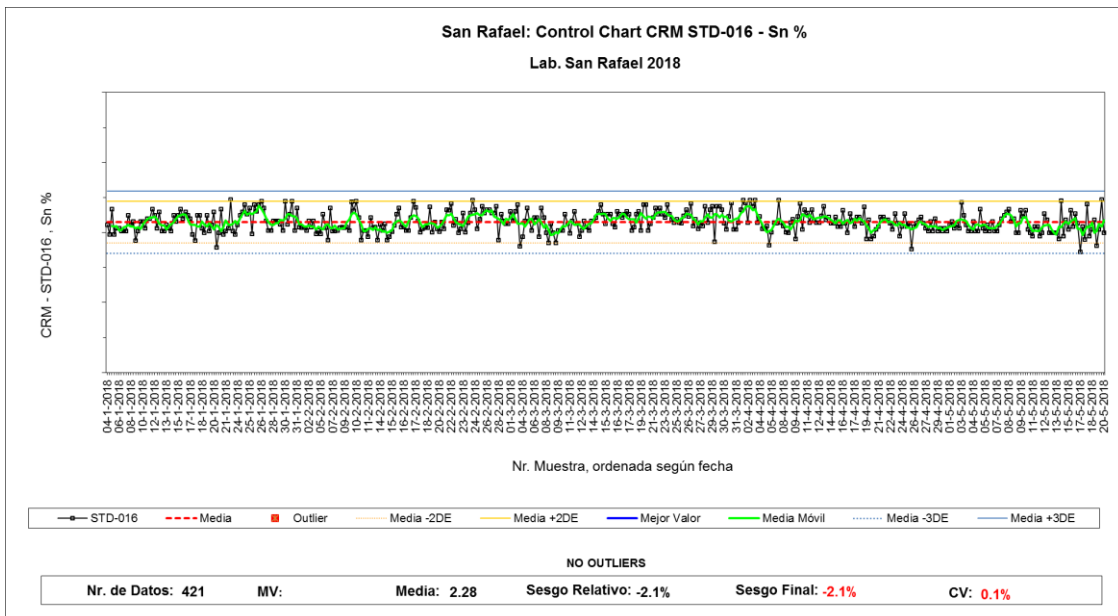
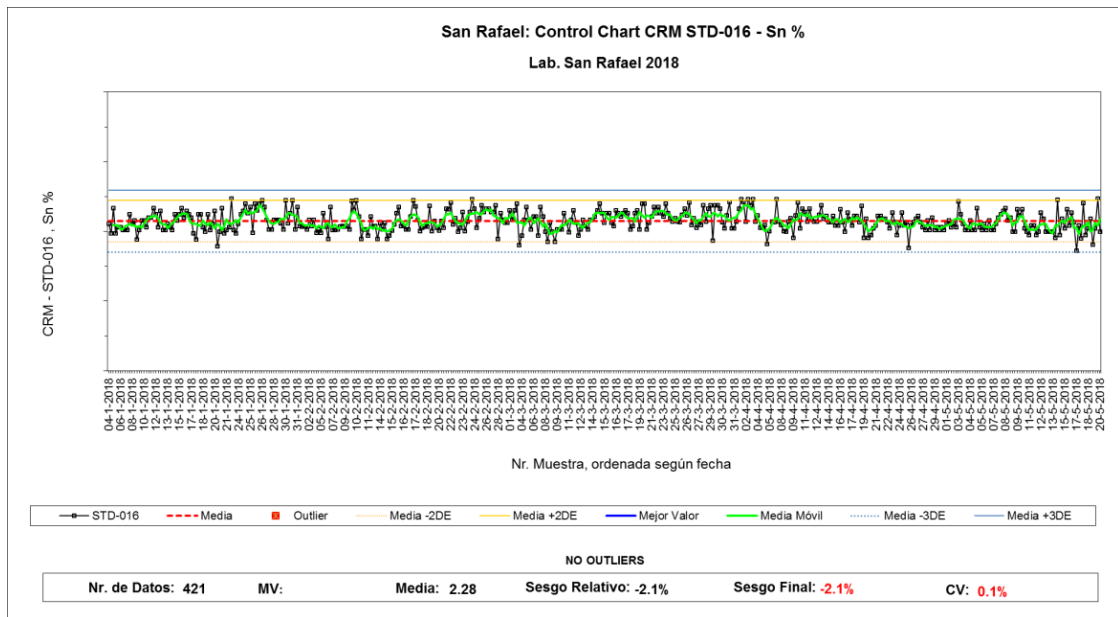


Figura 13.- Gráfico de control de estándares de la mina San Rafael.

**b) Controles Externos:**

Se tiene un programa de inserción de controles externos en una proporción mínima del 4% del total de muestras enviadas al laboratorio de la mina San Rafael.

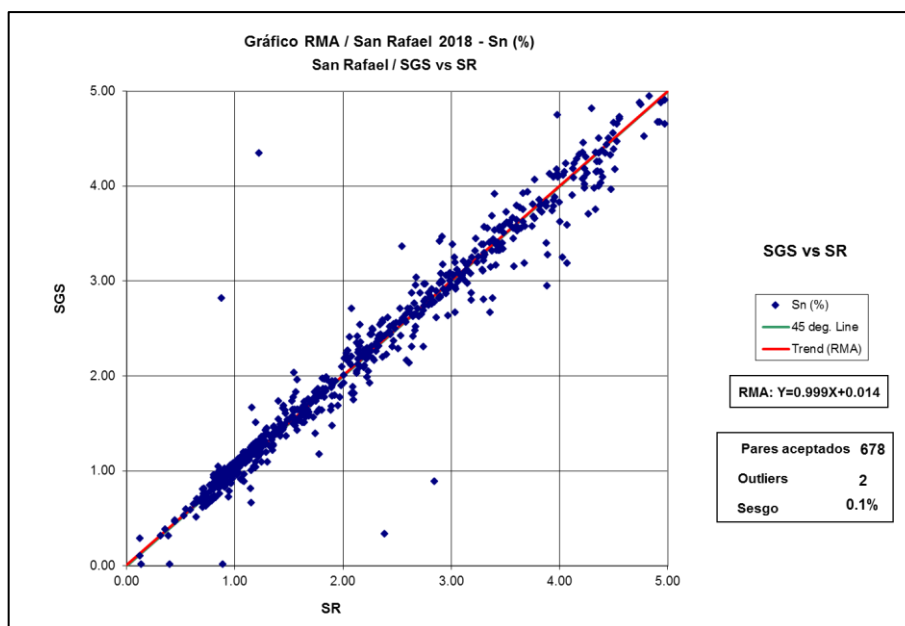


Figura 14.- Gráfico de controles externos de la mina San Rafael.

### Contaminación

La Contaminación es la transferencia involuntaria de material de una muestra o del medio circundante a otra muestra. La contaminación se evalúa:

- **Durante la preparación:** A través de blancos gruesos, son materiales con granulometría gruesa, en los cuales el contenido de %Sn se encuentra bajo el límite de detección del laboratorio de la mina San Rafael (0.03 %Sn). Se insertan los blancos gruesos de forma anónima en el flujo analítico a continuación de muestras con alta ley.
- **Durante el análisis:** A través de blancos finos, materiales pulverizados, en los cuales el contenido de %Sn se encuentra bajo el límite de detección del laboratorio de la mina San Rafael (0.03 %Sn). Se insertan los blancos finos de forma anónima en el flujo analítico a continuación de muestras con alta ley.

### Criterio de aceptación

Los valores de los blancos no deben exceder en más de tres o cinco veces (blancos finos o gruesos respectivamente) los límites de detección del laboratorio de la mina San Rafael. La tasa de contaminación no debe superar el 2%.

**c) Blancos Gruesos**

Se tiene un programa de inserción de blancos gruesos en una proporción mínima del 2% del total de muestras enviadas al laboratorio de la mina San Rafael.

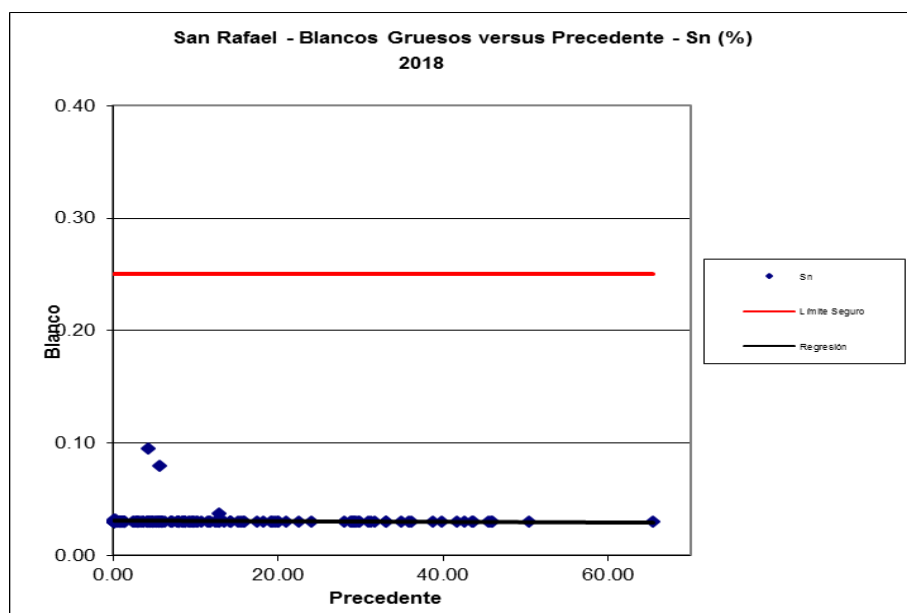


Figura 15.- Gráfico de control de blancos gruesos de la mina San Rafael.

**d) Blancos Finos:**

Se tiene un programa de inserción de blancos gruesos en una proporción mínima del 2% del total de muestras enviadas al laboratorio.

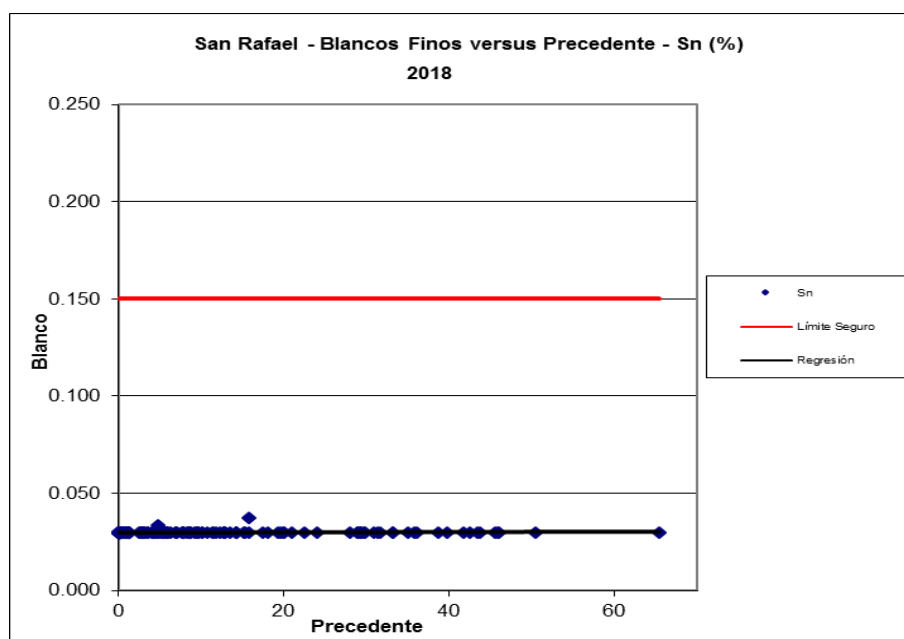


Figura 16.- Gráfico de control de blancos finos de la mina San Rafael.

## II. LABORATORIOS

El Laboratorio Analítico de la mina San Rafael realiza ensayos a los usuarios de Geología, Planta Concentradora, Medio Ambiente y Logística.

### 1. Certificación de laboratorios, Protocolos

El Laboratorio Químico de la mina San Rafael cuenta con la certificación ISO 9001:2008, ISO 14001:2010 y OHSAS 18001:2007. Así mismo cuenta con procedimientos, Además, cuenta con protocolos para la preparación y el análisis de muestras

### 2. Métodos Analíticos y Precisión

A continuación, se muestran los métodos analíticos y la precisión de los mismos:



Descripción	Laboratorio	Lim Detecc Inf	Lim Detecc Sup
Determinación de Azufre en minerales y concentrados por IR (Combustión equipo LECO)	San Rafael	S 0.001%	S 70.00%
Determinación de Sn en muestras de mina y exploraciones por Volumetría	San Rafael	Sn 0.03%	Sn 80.00%
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Mina y Exploraciones por Absorción Atómica	San Rafael	Pb 0.005%	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Mina y Exploraciones por Absorción Atómica	San Rafael	Zn 0.003%	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Mina y Exploraciones por Absorción Atómica	San Rafael	Cu 0.001%	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Mina y Exploraciones por Absorción Atómica	San Rafael	Ag 0.032 Oz/Tm	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Mina y Exploraciones por Absorción Atómica	San Rafael	Fe 0.003%	
Determinación de Sn en Concentrado Gravimétrico y Flotación por Volumetría	San Rafael	Sn 0.03%	Sn 80.00%
Determinación de Sn en Muestras de Pruebas Metalúrgicas y Muestras Especiales por Volumetría	San Rafael	Sn 0.03%	Sn 80.00%
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Pruebas Metalúrgicas y muestras especiales por Absorción Atómica	San Rafael	Pb 0.005%	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Pruebas Metalúrgicas y muestras especiales por Absorción Atómica	San Rafael	Zn 0.003%	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Pruebas Metalúrgicas y muestras especiales por Absorción Atómica	San Rafael	Cu 0.001%	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Pruebas Metalúrgicas y muestras especiales por Absorción Atómica	San Rafael	Ag 0.032 Oz/Tm	
Determinación de Impurezas por Digestión Total en Muestras de Pruebas Metalúrgicas y muestras especiales por Absorción Atómica	San Rafael	Fe 0.003%	
Determinación de Pb en muestras de mina y exploraciones por XRF (Equipo Rayos X- Elvax)	San Rafael	Pb 0.001%	
Determinación de Zn en muestras de mina y exploraciones por XRF (Equipo Rayos X- Elvax)	San Rafael	Zn 0.001%	
Determinación de Cu en muestras de mina y exploraciones por XRF (Equipo Rayos X- Elvax)	San Rafael	Cu 0.001%	
Análisis de Óxido de Calcio	San Rafael	CaO 0.010%	
Análisis de Sn en muestras de Mina por rayos X - ASOMA	San Rafael	Sn 0.03%	Sn 80.00%
Análisis de Sn en muestras de Planta por rayos X - ASOMA	San Rafael	Sn 0.03%	Sn 80.00%

Tabla 7.- Límites máximos y mínimos de detección de la mina San Rafael.

### 3. Equipos de Preparación de Muestras y Analíticos

En la preparación de muestras, provenientes de la mina subterránea (canales) y la perforación diamantina, la preparación de muestras está a cargo del Laboratorio Químico quien primero recepciona las muestras y verifica la conformidad contrastando con la guía de remisión, posteriormente se genera la hoja de trabajo, luego estas muestras son depositadas en bandejas de acero inoxidable sobre papel Kraft y se procede con el secado, pasan por chancado primario y posteriormente a chancado secundario (Rocklabs) a malla 10 (Tyler), obteniendo un peso aproximado de 250g,. Esta reducción es pulverizada en un equipo de discos al 95%, en una malla de 140 (Tyler) y ser colocados en sobres codificados.

En el análisis, las muestras previamente pulverizadas en la sección de preparación son pesadas en una balanza exclusiva para muestras de mina. Se pesan 0.5g en una balanza calibrada a escala digital, a esta muestra se le

agrega un fundente que es el peróxido de sodio, la finalidad de este proceso es oxidar toda la muestra para facilitar la formación de la solución y liberar la casiterita ( $\text{SnO}_2$ ). Luego, la muestra es lixiviada con ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ) pasando el Sn a fase líquida, reduciéndose posteriormente con níquel metálico y por último se determina el % de Sn mediante la titulación yodimétrica, que es un proceso de determinación del % Sn calculado por el volumen gastado de la solución de yoduro.

#### 4. Controles de Calidad Internos, LIMs

Los controles de calidad internos, implementados por el Laboratorio Analítico de la mina San Rafael, son:

- **Para evaluar la exactitud:** materiales de referencia (estándares de Ley Baja, Ley Media y Ley Alta) se introduce 3 cada 20 muestras, aleatoriamente por cada lote.
- **Para evaluar la precisión:** duplicado de ensayo (muestra pulpa) cada 20 muestras y duplicado de procesamiento (doble cuarteo) cada 40 muestras.
- **Para evaluar la contaminación:** blanco reactivo para medir contaminación del análisis y blanco de procesamiento para medir contaminación de la preparación cada 20 muestras.

El Laboratorio Químico de la mina San Rafael cuenta con el LIMS7 sp1.3.4 de Datamine. Los controles internos se generan aleatoriamente mediante el LIMS.

#### 5. Reportes Certificados

Los resultados de los análisis son registrados en un Informe de Ensayos, el cual contiene la firma digital del Jefe del Laboratorio y posteriormente son colgados en el servidor.

### **III. TOPOGRAFÍA**

El levantamiento topográfico se realizó en base al sistema de coordenadas WGS 84. Se cuenta con levantamiento topográfico 3D de labores de: desarrollo, preparación y exploración y de labores de explotación (tajos). El cierre de la actualización de información fue al 30 de mayo de 2018. La data input es proporcionada por el área de Ingeniería y Planeamiento.

### **IV. DENSIDAD APARENTE DE MINERAL Y ROCA ENCAJONANTE**

Para obtener la densidad aparente del mineral y de roca encajonante, en la mina San Rafael, se colectan muestras de mano provenientes de interior mina y muestras de testigos de perforación diamantina, las cuales son enviadas al laboratorio SGS para determinar su densidad aparente por el método de la parafina.

El procedimiento para la toma de muestras de mano para la determinación de la densidad aparente, es el siguiente:

- Ubicar el punto de extracción de la muestra de mano, el cual se ubicará sobre un canal previamente muestreado, cuya separación será de acuerdo a la definición del geólogo.
- Asegurar que la extracción de las muestras sea representativa de todo el ancho de la estructura mineralizada.
- Extraer muestras de mineral, alteración y desmonte donde sea necesario (caballos en la estructura).

- Extraer la muestra de mano de un tamaño aproximado de un puño (7 x 7 x 7 cm) con ayuda de comba y cincel y/o martillo percutor.
- Colocar la muestra en una bolsa de polietileno donde se le adjuntara el código correlativo del talonario asignado para este fin.
- Asegurar la bolsa cerrándola con grapas.
- Registrar en la tarjeta de muestreo datos de Fecha, Tipo de Muestra (Veta, Alteración o Desmonte), Veta, Nivel, Labor, Referencia, Nro. de Canal.
- Trasladar la muestra a superficie (Oficina de Ore Control) y entregarlas al Geólogo de Ore Control para que realice la descripción macroscópica de la muestra.
- Fotografiar la muestra incluyendo en la fotografía un flexómetro que sirva a manera de escala.
- Embalar la muestra de mano para su posterior envío a Lima para determinar la densidad aparente.

El procedimiento para la toma de muestras de testigos de perforación diamantina para la determinación de la densidad aparente, es el siguiente:

- El Geólogo de Logueo ubicará los sondajes diamantinos y los tramos donde se van a extraer las muestras de cores, el criterio es el de lograr test de densidad representativos en cada impacto de estructura principal interceptado.
- Colectar cores compactos que tengan entre 10 a 15 cm de longitud. Considerando que las muestras son representativas de impactos

mineralizados, las muestras para test de densidad finalmente son tramos de medio core.

- Asegurar que la extracción de los cores sea representativa de todo el ancho de la estructura (Veta, Alteración o Desmonte).
- Registrar en la tarjeta de muestreo datos de Nro. de Sondaje, estructura impactada, fecha, tramo de muestra.
- Colocar la muestra en una bolsa de polietileno donde se le adjuntara el código correlativo del talonario asignado para este fin.
- Asegurar la bolsa cerrándola con grapas.
- El Geólogo de Logueo realizará la descripción macroscópica de la muestra.
- Fotografiar la muestra incluyendo en la fotografía un flexómetro que sirva a manera de escala.
- Embalar la muestra de core para su posterior envío a Lima para determinar la densidad aparente.

Los datos de densidades aparentes, obtenidos de la colección de muestras, han permitido realizar trabajos estadísticos para determinar valores de densidad aparente medios para cada población de datos. El trabajo estadístico permitió utilizar la MEDIANA como estadígrafo principal en la asignación de los valores de densidad aparente.

Por cantidad de datos ( $NSAMP \geq 50$ ), las Vetas Carmen, Cyndhi Piso, Cyndhi Techo, Diagonal 3, Eliana (Cuerpo y Veta), Jorge, Kimberly, Mariano, Rosario, San Rafael, Split 2 SR, SR 07, SR 09, SR 34, Vicente Centro, Vicente CP, Vicente Piso, Vicente RP, Vicente Techo y Victoria han obtenido valores de densidad aparente únicos derivados de las medianas de

sus poblaciones de datos, mientras que las demás vetas se les asignó el valor de la mediana de la población total de datos (ver Tabla 8), un análisis similar se realizó para la determinación del material estéril (ver Tabla 9).

Los datos de densidades aparentes, tanto del mineral como de la roca encajonante, se resumen en la Tabla 10.

**Box Plot Density SAN RAFAEL - DIAMANTINA+MUESTRAS DE MANO - MINERAL - OUTLIERS EXCLUDED**

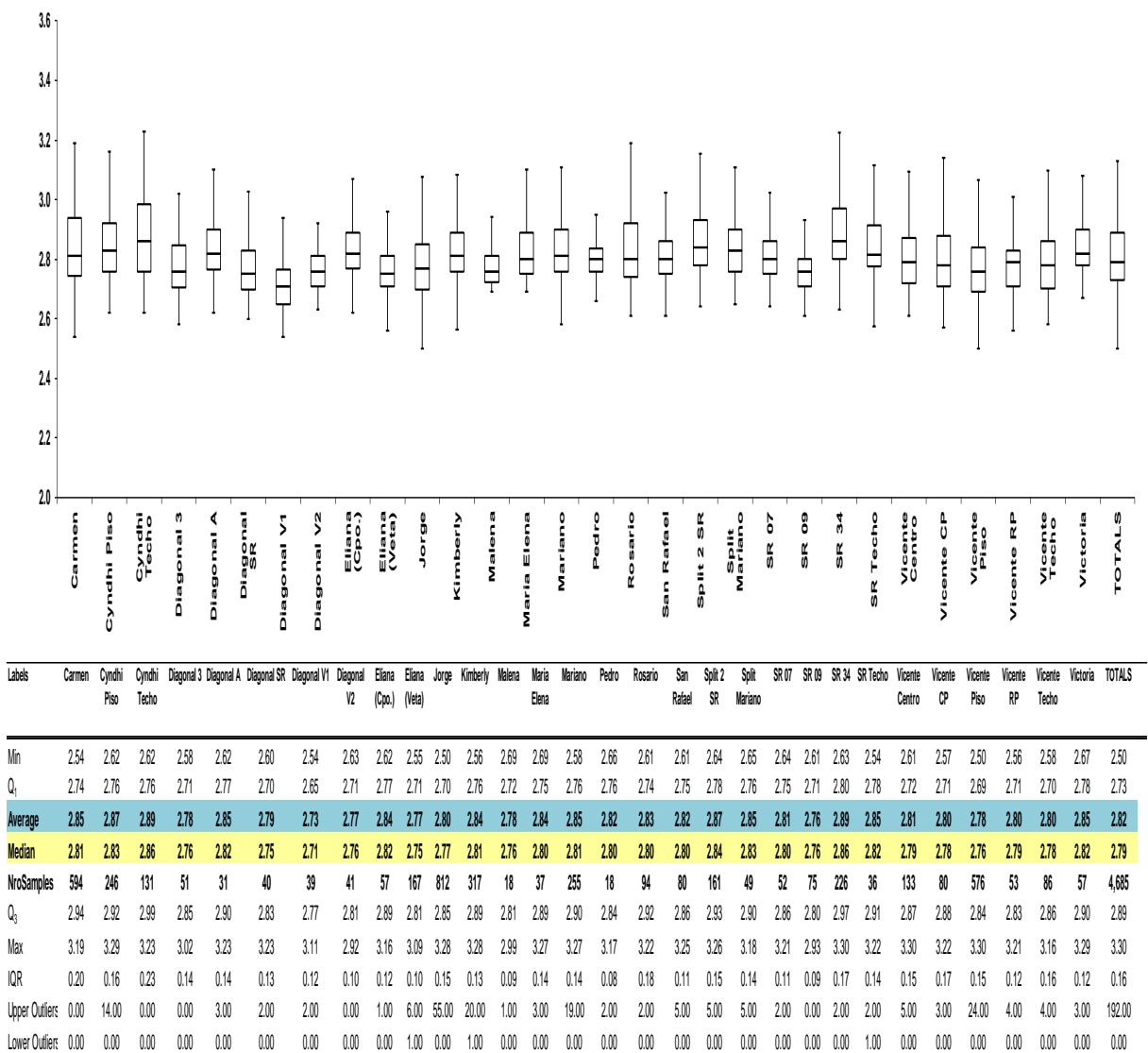
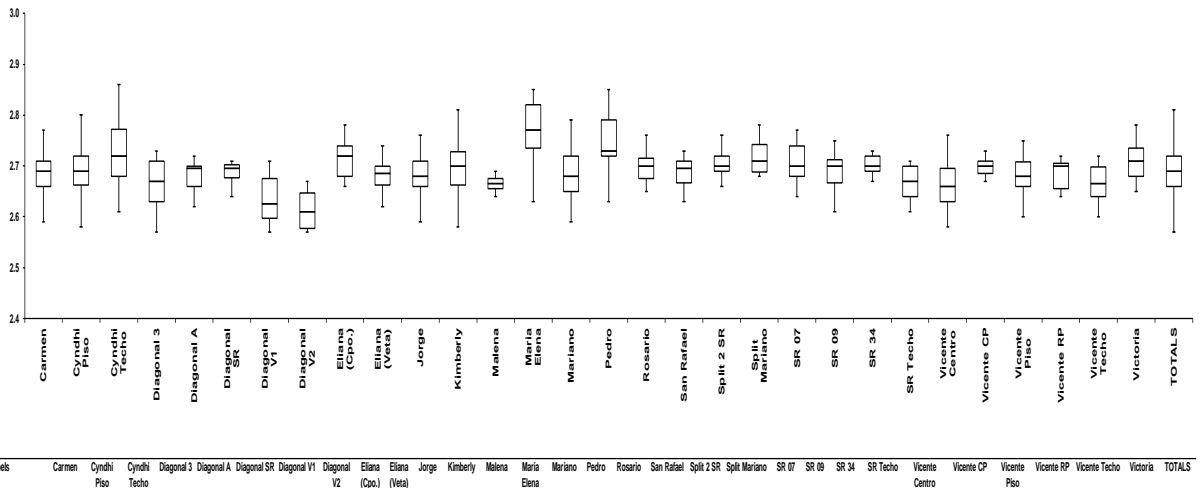


Tabla 8.- Análisis estadísticos de densidad aparente de zonas de mineral de la mina San Rafael.

Box Plot Density SAN RAFAEL - DIAMANTINA+MUESTRAS DE MANO - MONZOGRANITO - OUTLIERS EXCLUDED



Labels	Carmen	Cyndhi Piso	Cyndhi Techo	Diagonal 3	Diagonal A	Diagonal SR	Diagonal VI	Diagonal V2	Eliana (Cpo.)	Eliana (Veta)	Jorge	Kimberly	Malena	Maria Eliana	Mariano	Pedro	Rosario	San Rafael	Split 2 SR	Split SR	Split Mariano	SR 07	SR 09	SR 34	SR Techo	Vicente Centro	Vicente CP	Vicente Piso	Vicente RP	Vicente Techo	Victoria	TOTALS
Min	2.59	2.58	2.61	2.57	2.62	2.64	2.57	2.57	2.66	2.62	2.59	2.58	2.64	2.63	2.59	2.63	2.65	2.63	2.66	2.68	2.68	2.64	2.61	2.67	2.61	2.58	2.67	2.60	2.64	2.60	2.65	2.57
Q <sub>1</sub>	2.66	2.66	2.68	2.63	2.66	2.68	2.60	2.58	2.68	2.66	2.66	2.66	2.66	2.74	2.65	2.72	2.68	2.67	2.69	2.69	2.68	2.67	2.69	2.64	2.63	2.69	2.66	2.66	2.66	2.64	2.68	2.66
Average	2.68	2.69	2.73	2.67	2.68	2.69	2.64	2.62	2.72	2.68	2.68	2.70	2.67	2.77	2.69	2.75	2.70	2.69	2.70	2.70	2.72	2.71	2.69	2.71	2.67	2.66	2.70	2.68	2.68	2.67	2.71	2.69
Median	2.69	2.69	2.72	2.67	2.70	2.70	2.63	2.61	2.72	2.69	2.68	2.70	2.67	2.77	2.68	2.73	2.70	2.70	2.70	2.71	2.70	2.70	2.70	2.70	2.67	2.66	2.70	2.68	2.70	2.67	2.71	2.69
NroSamples	93	142	84	16	6	4	6	4	9	18	96	46	4	16	35	9	15	24	17	4	15	12	9	9	11	7	70	7	6	23	831	
Q <sub>3</sub>	2.71	2.72	2.77	2.71	2.70	2.70	2.68	2.65	2.74	2.70	2.71	2.73	2.68	2.82	2.72	2.79	2.72	2.71	2.72	2.74	2.74	2.71	2.72	2.70	2.70	2.71	2.71	2.71	2.71	2.70	2.74	2.72
Max	2.77	2.80	2.86	2.73	2.72	2.71	2.71	2.67	2.78	2.74	2.76	2.81	2.69	2.85	2.79	2.85	2.76	2.73	2.76	2.78	2.78	2.77	2.75	2.73	2.71	2.76	2.73	2.75	2.72	2.72	2.78	2.86
IQR	0.05	0.06	0.09	0.08	0.04	0.02	0.08	0.07	0.06	0.04	0.05	0.06	0.02	0.08	0.07	0.07	0.04	0.04	0.03	0.05	0.06	0.04	0.03	0.06	0.07	0.02	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Upper Outliers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00
Lower Outliers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 9.- Análisis estadísticos de densidad aparente de zonas estériles de la mina San Rafael.

Densidad Aparente	Vetas																					
	Carmen	Cyndhi Piso	Cyndhi Techo	Diagonal 3	Eliana (Cpo.)	Eliana (Veta)	Jorge	Kimberly	Mariano	Rosario	San Rafael	Split 2 SR	SR 07	SR 09	SR 34	Vicente Centro	Vicente CP	Vicente Piso	Vicente RP	Vicente Techo	Victoria	Otros
Ore	2.81	2.83	2.86	2.76	2.82	2.75	2.77	2.81	2.81	2.80	2.80	2.84	2.80	2.76	2.86	2.79	2.78	2.76	2.79	2.78	2.82	2.79
Waste	2.69																					

Notas:

. Unidades expresadas en t/m<sup>3</sup>

. Los valores aplicados corresponden a las medianas de cada población

Tabla 10.- Resumen de densidades aparentes de mineral y desmonte de la mina San Rafael.

V. INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA

Este trabajo lo realizan los geólogos de zona con mayor experiencia y conocimiento del yacimiento. Se utilizan planos a escala 1:500 (secciones en plantas, secciones a lo largo de taladro y secciones transversales) y 1:1000 (secciones transversales y longitudinales). Adicionalmente, información proveniente del cartografiado geológico de labores y, teniendo claramente definidos los controles de mineralización, el geólogo procede a realizar la interpretación, correlación y delimitación de los recursos minerales, es decir, toda aquella concentración de mineral existente en el yacimiento con la forma, cantidad y calidad tales que su extracción económica sea factible.

#### **1. Planos en Planta y Secciones Transversales**

Cuatro juegos de planos se elaboran de la siguiente manera:

- El primer juego, corresponde a vistas en planta que coinciden con las cotas de los niveles (cada 50m) y subniveles (cada 12.5m), aplicándose un “clipping” de  $\pm 6.25\text{m}$  (la mitad de la altura promedio de un subnivel).
- El segundo juego, corresponde a secciones transversales sistemáticas N58°E, con intervalos de 12.5m. El “clipping” aplicado a estas secciones es de  $\pm 6.25\text{m}$ .
- El tercer juego, corresponde a secciones longitudinales para cada una de las vetas que conforman el yacimiento, siguiendo el rumbo promedio de cada veta.
- El cuarto juego, corresponde a secciones individuales a lo largo de los ejes de los taladros de perforación diamantina, aplicándose un “clipping” de  $\pm 3.00\text{m}$ .

La información necesaria en los planos mencionados es:



- Información topográfica actualizada de las labores subterráneas (galerías, subniveles, tajos, etc.)
- Información de los taladros de perforación diamantina ejecutados, con rangos de ley de Sn, con sus collares debidamente geo referenciados.
- Información de muestreo geológico (canales), con rangos de ley de Sn, debidamente geo referenciados.
- Información litológica, alteraciones, fallamientos, fracturamiento, zonamiento, etc.

## **2. Validación de Interpretaciones**

La validación de las interpretaciones se realiza con la combinación de las dos vistas principales, secciones transversales y vistas de plantas, siendo las últimas los planos de control para las primeras. Los contornos interpretados en las secciones transversales, son ajustados a los contornos de las vistas en planta de los niveles y/o subniveles. Posteriormente, utilizando el software de modelamiento geológico, se hacen cortes sucesivos, cada 6.25m, en el eje transversal y, cada 50m o 12.5m, en las vistas de plantas, que permiten comparar el modelo interpretado con la información proveniente de los mapeos, muestreos, perforación diamantina, etc.

## **3. Zonamiento y Alteraciones**

El zonamiento está marcado por tres zonas bien diferenciadas, con importante presencia de cobre en la parte superior y estaño en profundidad, pasando por una zona mixta (entre los niveles 4668 a 4770). Además, una mineralización polimetálica de plomo-zinc-plata-cobre-estaño hacia los bordes o extremos del yacimiento.

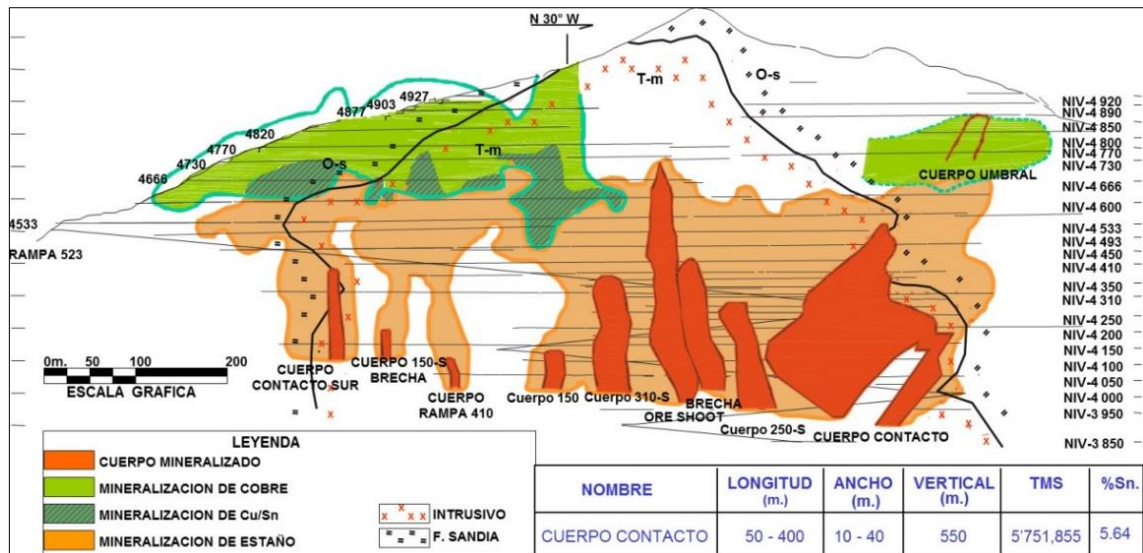


Figura 16.- Sección longitudinal de la Veta San Rafael mostrando el zonamiento de Sn (parte inferior), Sn y Cu (parte intermedia) y Cu (parte superior).

El intrusivo está cloritizado en las cercanías de las vetas, según Palma (1981). Kotack (1984), reconoció tres etapas de alteración:

- **Turmalina-Clorita-Casiterita:** Representa la primera etapa de alteración. La turmalina está en la matriz o reemplazando al feldespato alcalino, la biotita está alterada a clorita en varios grados. Casiterita está presente en varias cantidades.
- **Feldespato Alcalino:** Durante la cual se formó albita secundaria o feldespato potásico.
- **Sericita:** Durante la cual la mica blanca reemplaza los feldespatos.

#### 4. Isovalores

Los isovalores son de suma importancia, pues contienen en esencia la idea fundamental sobre la que descansan los métodos modernos asistidos por computadoras. En ellos también se subdivide o discretiza el yacimiento en pequeños bloques y posteriormente se estima en cada celda el valor de la variable de interés (ejemplo: Sn, Cu, etc.), con la única diferencia que en los

métodos actuales la interpolación se basa en métodos de estimación espacial (Geoestadístico y geomatemáticos).

En resumen, se puede decir que una de las ventajas de los isovalores es su claridad pues estas curvas brindan una idea clara sobre la constitución del yacimiento y el comportamiento de los espesores y contenidos del componente de interés (ejemplo: Sn, Cu, etc.).

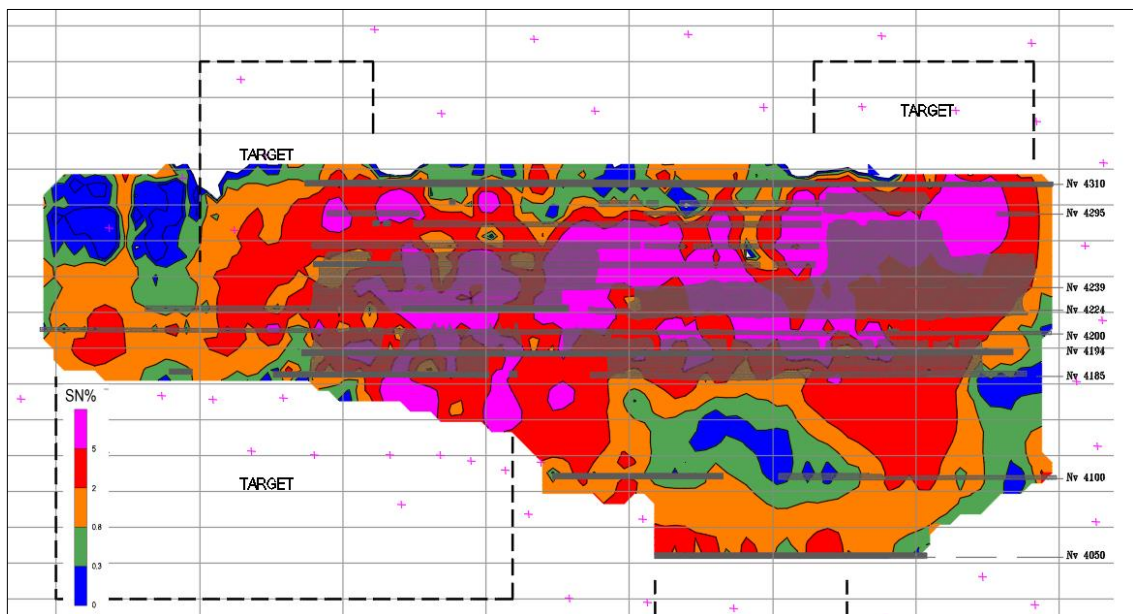


Figura 17.- Sección longitudinal de la veta Mariano, mostrando isovalores de Sn.

## 5. Modelos 3D

Este trabajo permite obtener el modelo geológico de las vetas y/o cuerpos mineralizados en tres dimensiones, donde se aplicarán las estimaciones de leyes, tonelaje etc. El trabajo consiste en compositar las secciones transversales y vistas de planta para construir los sólidos, denominadas wireframes, de las estructuras mineralizadas, usando el software minero Studio RM.

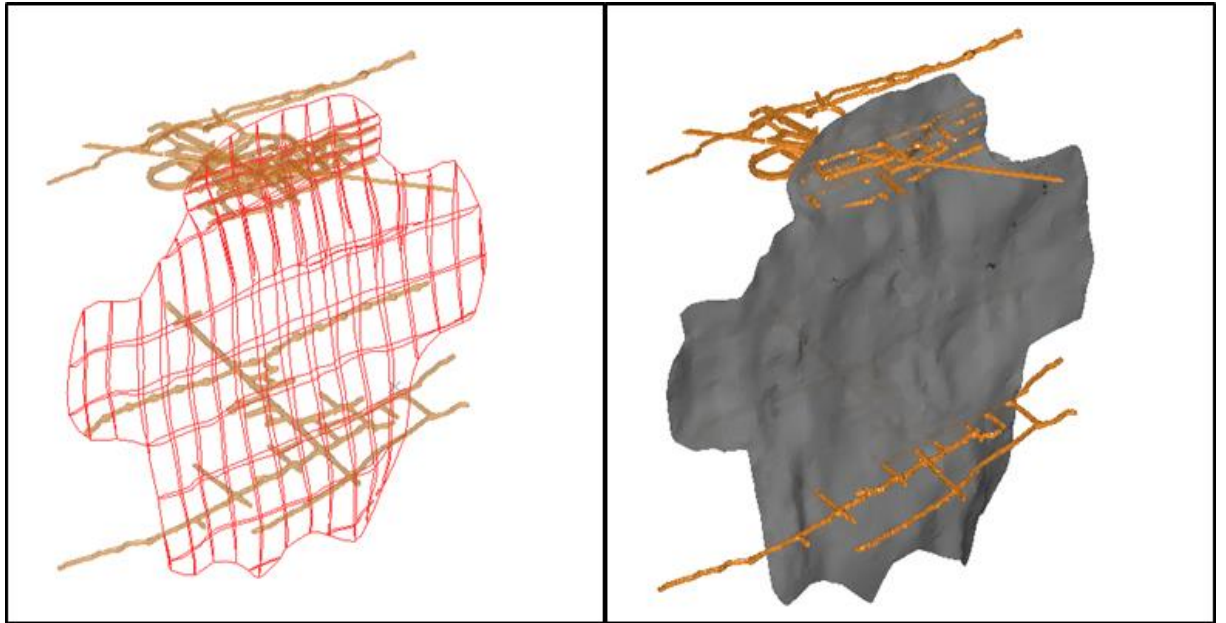


Figura 18.- Vista 3D de la veta Cyndhi Piso, mirando al NW, mostrando contornos en secciones transversales y vistas de planta (izquierda) y modelo 3D interpretado (derecha).

## VI. BLOQUEO Y ESTIMACIONES

### 1. Método Geoestadístico

Para la estimación a mayo 2018 se estimaron 44 estructuras con diferentes interpoladores

- Se usó el interpolador Inverso a la distancia al cuadrado para:
  - a. San Rafael (SR\_10)
  - b. Ramal Techo San Rafael (SR\_RT)
  - c. Diagonal 1 (DI\_1)
  - d. Diagonal A (DI\_A)
  - e. Diagonal B (DI\_B)
- Se usó el método de indicadores para:
  - a. Diagonal San Rafael (DI\_SR2)
- Se usó el interpolador kriging ordinario para:

- a. San Rafael (SR\_05)
- b. San Rafael (SR\_06)
- c. San Rafael (SR\_07)
- d. San Rafael (SR\_09)
- e. San Rafael (SR\_11)
- f. San Rafael (SR\_12)
- g. San Rafael (SR\_34)
- h. San Rafael Techo (VSR\_T)
- i. Ramal Piso San Rafael (SR\_RP)
- j. Veta Split 2 San Rafael (VS2SR)
- k. Pilar San Rafael 4450 y 4370.

## 2. Base de Datos

Las muestras son seleccionadas dentro de los sólidos interpretados.

El sistema de codificación utilizado en las muestras seleccionadas se resume a continuación:

- **AZONE:** Campo alfanumérico que define el bloque correspondiente a cada estructura (eje.: Veta Carmen, AZONE: VCAR).
- **SUBZONE:** Campo alfanumérico que define las zonas principales (P\*\*) de los ramales (R\*\*), así como los estériles (EST).
- **SUBGEOL:** Como en el caso de SUBZONE, pero sin considerar las intersecciones de estériles.
- **STYPE:** Campo numérico que define los tipos de muestras seleccionados, de la siguiente forma:
  - 1, muestra de taladro de perforación diamantina.
  - 2, muestra de canal sin QC, realizado antes del año 2012.

- 3, muestra de canal con QC, realizado desde y después del año 2012.

Los datos seleccionados dentro de las estructuras mineralizadas, se resumen en la Tabla 12.

AZONE	TALADROS	CANALES		TOTAL
		cn < 2012	cn >= 2012	
SR_05	294	719	0	1,013
SR_06	543	1,624	405	2,572
SR_07	1,336	1,558	1,365	4,259
SR_09	264	2,871	2,275	5,410
SR_10	0	200	137	337
SR_11	26	246	0	272
SR_12	1,815	4,673	1,897	8,385
SR_341	2,258	442	707	3,407
SR_342	3,038	1,963	1,459	6,460
VSR_T	44	520	1,132	1,696
SR_RT	88	62	0	150
SR_RP	432	1,904	1,078	3,414
VS2SR	212	177	3,323	3,712
VP4370	51	58	249	358
VP4450	29	32	182	243
ELI1	1,405	106	294	1,805
ELI2	1,222	133	672	2,027
ELI_2	286	8	114	408
VELI	270	4	2,663	2,937
VKAR	74	6	80	160
VVI_P	1,493	1,969	6,379	9,841
VVI_C1	1,002	2,572	1,313	4,887
VVI_C2	267	158	528	953
VVI_RP	959	1,614	909	3,482
VVI_CP1	1,826	246	805	2,877
VVI_CP2	2,726	361	1,659	4,746
VVI_CT	238	64	92	394
VKIM	114	2	3,569	3,685
MA	178	506	3,163	3,847
VICT	22	293	921	1,236
PED	35	182	354	571
CYN1	3,156	0	4,215	7,371
CYN2	1,769	0	4,397	6,166
MAE	15	0	843	858
DI_1	14	162	0	176
DI_3	34	98	706	838
DI_A	25	122	564	711
DI_B	7	174	148	329
DI_V1	19	197	520	736
DI_V2	0	294	410	704
DI_SR1	699	302	1,360	2,361
DI_SR2	264	3	208	475
JOR	804	1,861	10,778	13,443
VCAR	1,267	91	9,851	11,209
VVI_T	427	723	1,246	2,396
VR_EC	9	1,121	525	1,655
VMAL	101	0	292	393
ROS	229	3	1,096	1,328
<b>TOTAL</b>	<b>31,386</b>	<b>30,424</b>	<b>74,883</b>	<b>136,693</b>

Tabla 12.- Sumario de datos seleccionados.

## VII. Análisis Exploratorio de Datos (EDA)

Con la data seleccionada, se realiza un Análisis Exploratorio de Datos, también conocido como EDA (por sus siglas en inglés), que nos permite conocer las características principales de la población de datos seleccionada.



## VIII. Control de Altos Erráticos

Análisis estadísticos permiten identificar la presencia de valores atípicos (outliers) en las leyes de estaño, para las poblaciones de muestras ubicadas en los distintos grupos denominados AZONE. Para determinar los diferentes niveles de corte (Top Cut), se utilizaron las herramientas Decile Analyses (Datamine), CV Analyses y discrepancia de valores. A partir de estos resultados, se establecieron los niveles de corte (Top Cuts) a las leyes de estaño.

La metodología del método de la discrepancia de valores se explica de la siguiente forma:

- Análisis de cuantiles para definir el decil o centil dónde se reemplaza el valor de acotamiento (Tabla 14).
- Análisis de discrepancia de valores ordenados. Selección de pares de valores que presentan mayor al 2% de discrepancia (Tabla 15).
- Selección del umbral (top cut) al cual serán acotados las leyes que lo superen (Tabla\_16).

En la Tabla 17 se muestra la lista de Top Cuts por cada Estructura y Azone trabajados en la presente estimación.

	Quantile							
SUBZ	From	To	NS	Mean	Min	Máx	Metal	Metal%
P1	0	10	510	0	0	0	2.9	0
P1	10	20	539	0	0	0.1	7.6	0.1
P1	20	30	487	0.2	0.1	0.3	32.9	0.4
P1	30	40	406	0.4	0.3	0.6	92	1.2
P1	40	50	387	0.9	0.6	1.3	193.7	2.6
P1	50	60	391	1.7	1.3	2.3	360.6	4.8
P1	60	70	410	3	2.3	3.8	635.3	8.5
P1	70	80	401	4.9	3.9	6.1	1033.3	13.8
P1	80	90	372	7.8	6.1	10	1653	22
P1	90	100	396	16.4	10	40.6	3487	46.5
P1	90	91	29	10.2	10	10.5	212.4	2.8
P1	91	92	45	10.9	10.5	11.3	229.7	3.1
P1	92	93	35	11.9	11.5	12.2	256.5	3.4
P1	93	94	41	12.7	12.2	13.1	262.6	3.5
P1	94	95	42	13.8	13.1	14.6	296.6	4
P1	95	96	40	15.1	14.6	15.7	322.3	4.3
P1	96	97	40	16.6	15.8	17.3	356.3	4.8
P1	97	98	43	18.9	17.3	20.8	398.2	5.3
P1	98	99	36	22.8	20.9	25.7	485.3	6.5
P1	99	100	45	31.2	26.1	40.6	667	8.9
<b>P1</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>4299</b>	<b>3.5</b>	<b>0</b>	<b>40.6</b>	<b>7498.4</b>	<b>100</b>



Tabla 14.- Veta Jorge – P1: Análisis de Cuantiles de Sn.

SUBZONE	FIELD	Sn_i	Sn_j	%_Disc	Smp_Cut	%Smp_Cut
P1	SN	19.49	19.89	2.04	87	2.02
P1	SN	19.89	20.36	2.37	86	2
P1	SN	23.55	24.03	2.05	56	1.3
P1	SN	26.43	27.15	2.71	36	0.84
P1	SN	27.45	28.11	2.41	34	0.79
P1	SN	28.68	29.3	2.16	30	0.7
P1	SN	31.37	32.05	2.18	17	0.4
P1	SN	32.05	33.59	4.8	15	0.35
P1	SN	33.82	34.7	2.6	11	0.26
P1	SN	34.9	36.45	4.43	7	0.16
P1	SN	36.62	37.73	3.03	4	0.09
P1	SN	38.17	39.29	2.93	2	0.05
P1	SN	39.29	40.57	3.27	1	0.02

Tabla 15.- Veta Jorge – P1: Discrepancia de Leyes de Sn.

AZONE	SUBZONE	FIELD	Samp_Tot	TopCut	Smp_Cut	%Smp_Cut
JOR	P1	SN	4299	20.12	86	2
JOR	P2	SN	8089	10.8	143	1.77
JOR	P2	S	396	14.1	13	3.28
JOR	P2	CU	376	5.04	8	2.13
JOR	R22	SN	547	8.33	26	4.75

Tabla 16.- Veta Jorge – Listado de Top Cut.

AZONE	AZONE	SUB ZONE	TOP CUT	AZONE	AZONE	SUB ZONE	TOP CUT
101 - San Rafael	SR_05	P1	20.83	207 - Vicente Centro Techo	VVI_CT	P1, P2	14.39
		R10	25.70	301 - Kimberly	VKIM	P1	22.00
	SR_06	P1	16.27	302 - Mariano	MA	P1, R30	20.99
		P2	13.72			R10	24.09
		R10, R20, R30	7.66	304 - Victoria	VICT	P1	19.67
	SR_07	P1	14.84			P2, R1	9.29
		P2, P3, R1,..., R9	11.71	305 - Pedro	PED	P1, R1	18.22
	SR_09	P1	12.59	306 - Cyndhi	CYN_PISO	P1	15.00
		P2	8.13		CYN_TECHO	P1	15.00
		R10,...,R40	6.74	307 - Maria Elena	MAE	P1	31.47
	SR_11	P1	8.44	401 - Diagonal 1	DI_1	P1	12.04
	SR_12	P1	29.67	402 - Diagonal 3	DI_3	P1	11.87
		P2	12.00	403 - Diagonal A	DI_A	P1	8.35
		P3, P4, R10, R20, R30	11.73	404 - Diagonal B	DI_B	P1, R1	10.90
	SR_34	P1(SR431)	1.00	405 - Diagonal VVI 1	DI_V1	P1, R1	9.78
		P1, R10, R20,...,R80(SR432)	25.82	406 - Diagonal VVI 2	DI_V2	P1	10.65
		R2,R3...R13(SR431)	14.56	407 - Diagonal SR	DI_SR	P1(DI_SR1)	14.77
R1(SR431)		10.53			P1(DI_SR2)	13.98	
SR_10	P1, P2	3.79	501 - Jorge	JOR	P1	19.87	
101 - Ramal Techo	SR_RT	P1	17.04		P2	14.44	
102 - San Rafael Techo	VSR_T	P1, P2, R10	16.49		R10	8.33	
104 - Ramal Piso	SR_RP	P1, R10, R20, R30, R40, R50	21.01		R20	22.57	
105 - Split 2 San Rafael	VS2SR	P1, P2, R10, R20, R30, R40	22.33		R30	12.78	
106 - SR_Pilares	VP4370	P1	12.88		R40	10.41	
	VP4450	P1	19.63		R50	8.53	
107 - Eliana	ELI	P1	14.02	502 - Carmen	VCAR	P1	24.59
		R10,...,R90	10.40			R10	5.55
	ELI_2	P1	16.52			R20	14.68
	VELI	P1, R10, R20	10.89			R30	3.66
108 - VKAR	VKAR	P1	18.40		R50	10.68	
201 - Vicente Piso	VVI_P	P1, R10	15.96		R60	7.99	
203 - Vicente Centro	VVI_C	P1	21.82		R80	10.68	
		P2	20.86	503 - Vicente Techo	VVI_T	P1	8.42
205 - Ramal Piso Vicente	VVI_RP	P1	20.93	504 - Estancococha	VR_EC	P1	14.94
		P2	10.28	505 - Malena	VMAL	P1	11.75
206 - Vicente Centro Piso	VVI_CP	P3	14.93	506 - Rosario	ROS	P1	18.22
		P5	15.06				
		P6	8.79				
		P6	12.54				

Tabla 17.- Lista de Top Cuts por Estructura / Azone y Subzone.

## **IX. Composición de la Data**

El proceso de composición consiste en “estandarizar” las longitudes de muestreo, convirtiéndolas en intervalos regulares. En el caso de los cuerpos, se aplicó una longitud de compósito de 1m, tanto para las muestras de taladros de perforación diamantina como para las muestras de canal, generándose una data denominada COMP. En el caso de las vetas, se crearon compósitos completos a través de las estructuras (vein to vein), generándose una data denominada CIMP.

Las Tablas 18 y 19 muestran los resúmenes de la estadística de compósitos para las zonas de cuerpos (COMP) y para las zonas de vetas





## **X. Definición de Dominios y Análisis de Contactos**

Para la mina San Rafael, la definición de los dominios está dada por una combinación de la parte estructural de cada veta, así como de la ley mínima económica. Estos dominios están regidos por los siguientes campos:

- **AZONE:** Campo alfanumérico que define el bloque correspondiente a cada estructura (eje.: Veta Carmen, AZONE: VCAR).
- **SUBZONE:** Campo alfanumérico que define las zonas principales (P\*\*) de los ramales (R\*\*), así como los estériles (EST).

Al utilizar la ley mínima económica, o ley de corte, se originan sólidos “aislados” dentro de la estructura principal, separados en muchos casos por tramos estériles de longitudes variables. Estos sólidos se le denomina también modelo económico.

No se ha realizado un análisis de contactos, para definir fronteras entre los diferentes AZONE y SUBZONE, se ha definido como frontera dura entre los diferentes SUBZONE, dentro de cada AZONE, para cada estructura.

## **XI. Análisis Variográfico**

A partir de la data compositada, se procede a generar los variogramas en todas las direcciones posibles, tanto para vetas como para cuerpos, tomando como base un plano formado por el strike y dip promedio de la estructura, como se muestra en la Figura 19.

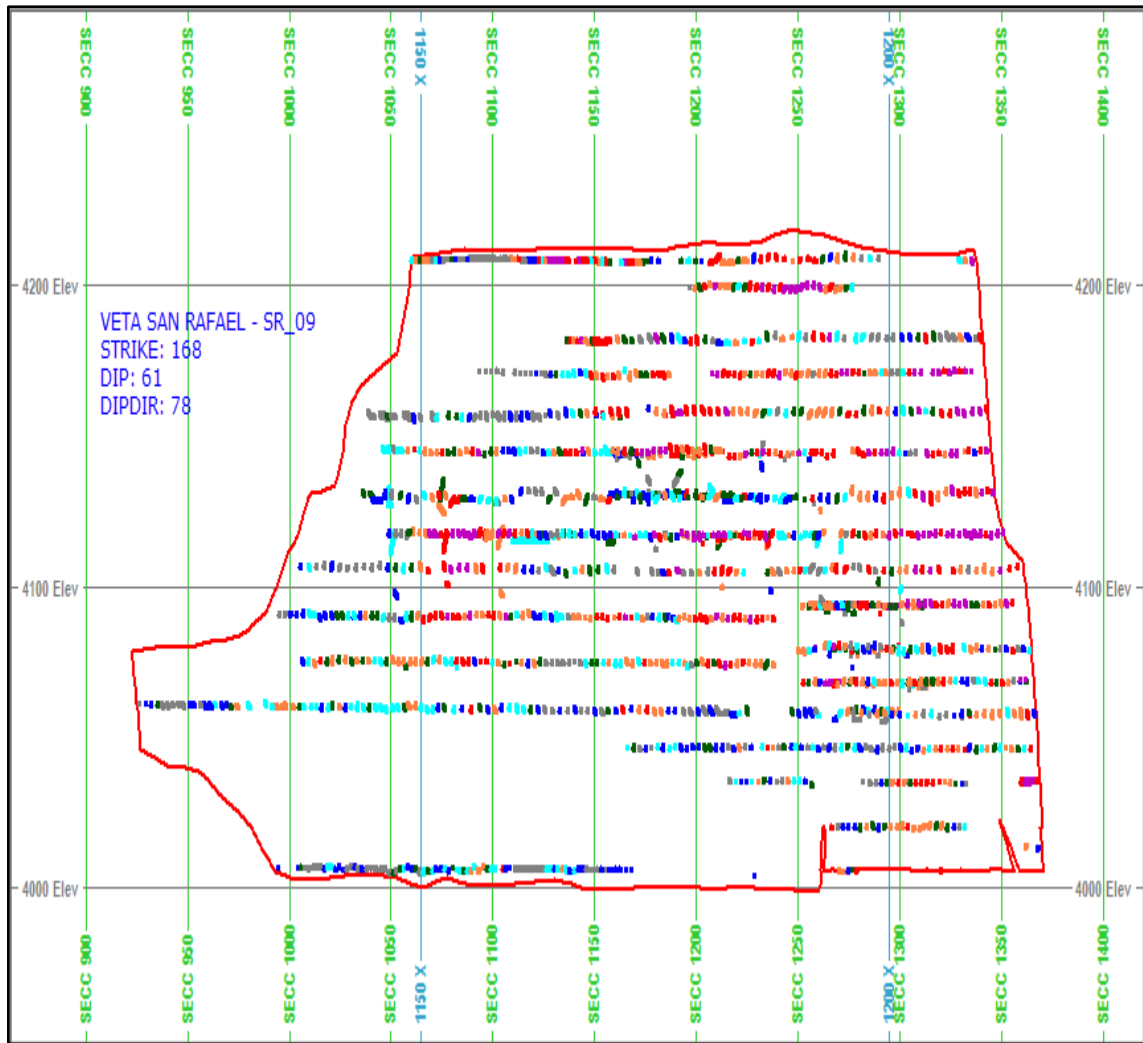


Figura 19.- Plano formado por el strike y dip promedio de la veta San Rafael SR\_09.

Una vez generados los variogramas experimentales, se obtiene el mapa de variogramas, en el cual se define la dirección privilegiada o eje principal (Figura 20).

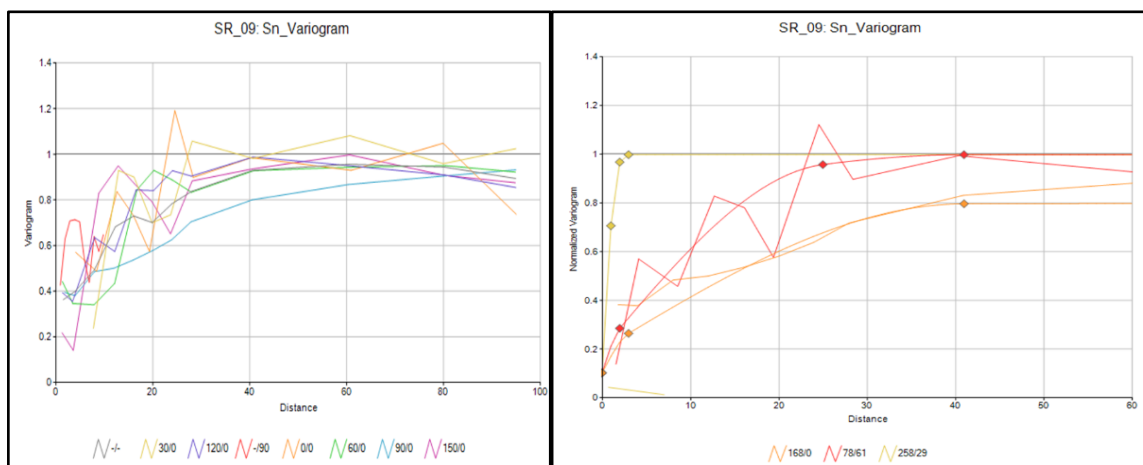


Figura 20.- Variograma experimental y modelado de veta San Rafael SR\_09.

Con las direcciones definidas, se recalcula el variograma experimental en esta dirección principal y sus ortogonales, de los cuales se obtendrá el modelo Variográfico para la veta/cuerpo. Así, se obtuvieron los variogramas experimentales para el Sn, por cada estructura y azone (Tabla 20).

VREFNUM	VDESC	VANGLE1	VANGLE2	VANGLE3	VAXIS1	VAXIS2	VAXIS3	NUGGET	ST1	ST1PAR1	ST1PAR2	ST1PAR3	ST1PAR4	ST2	ST2PAR1	ST2PAR2
11	CYN1	238.00	0.00	78.00	3	2	1	0.100	1	40	30	3	0.350	1	155	130
12	CYN2	238.00	0.00	78.00	3	2	1	0.100	1	30	30	1	0.300	1	100	70
20	DI_3	229.84	35.40	45.28	3	2	1	4.371	1	16.055	9	0	3.206	1	41.055	23
31	DI_SR1	230.04	34.38	43.18	3	2	1	0.100	1	11.7	16.7	3	0.256	1	37.5	36.7
32	DI_SR2	221.13	40.24	57.81	3	2	1	0.100	1	11.1	18	1	0.300	1	12.8	40
40	DI_V1	222.62	28.78	49.13	3	2	1	2.214	1	18.349	9.174	0	0.513	1	40.367	29
51	ELI1	60.00	0.00	65.00	3	2	1	0.100	1	10	10	1	0.200	1	19	20
52	ELI2	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.100	1	30	30	30	0.900	0	0	0
60	ELI_2	235.00	0.00	76.00	3	2	1	0.327	1	26	26	0	3.126	0	0	0
70	JOR	70.00	0.00	62.00	3	2	1	0.100	1	15	20	10	0.500	1	35	70
80	MA	61.00	0.00	67.00	3	2	1	0.100	1	20	20	2	0.400	1	100	65
90	SMA	90.03	50.33	57.60	3	2	1	1.114	1	7.11	10.78	0	2.691	1	23	24.083
100	SR_05	134.20	59.27	11.93	3	2	1	11.791	1	17	12.755	0	23.172	1	24	28.061
110	SR_06	128.57	58.53	16.74	3	2	1	4.075	1	12	8	0	2.580	1	21	16
120	SR_07	116.57	60.25	27.95	3	2	1	0.100	1	95	50	25	0.300	1	100	130
130	SR_09	78.00	0.00	61.00	3	2	1	0.100	1	3	2	1	0.097	1	41	25
140	SR_11	82.73	32.80	40.13	3	2	1	1.415	1	20.153	40.306	0	2.575	1	40.306	99999
150	SR_12	82.73	32.80	40.13	3	2	1	1.415	1	20.153	40.306	0	2.575	1	40.306	99999
160	SR_34	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.100	1	27	27	27	0.589	-	-	-
170	SR_RP	103.58	56.86	39.37	3	2	1	12.141	1	7	8	0	0.759	1	16	20
180	VCAR	59.42	39.05	54.22	3	2	1	0.100	1	10	20	2	0.500	1	110	60
190	VELI	242.31	17.23	58.43	3	2	1	0.100	1	10	30	1	0.300	1	110	70
200	VKIM	54.00	0.00	60.00	3	2	1	0.100	1	30	20	1	0.600	1	170	80
210	VMAL	90.03	50.33	57.60	3	2	1	1.114	1	7.11	10.78	0	2.691	1	23	24.083
220	VP4370	60.50	4.33	59.90	3	2	1	1.640	1	8.945	15	0	1.966	1	24.312	21
230	VP4450	136.13	59.46	10.26	3	2	1	6.400	1	5	12.156	0	9.366	1	14.679	99999
240	VS2SR	115.49	53.95	31.83	3	2	1	3.657	1	2.8	8.257	0	2.211	1	20.642	28
250	VSR_T	259.32	42.15	39.32	3	2	1	1.493	1	19.388	39.286	0	0.953	1	40	99999
260	VVI_C	54.00	0.00	70.00	3	2	1	0.336	1	3	5	0	0.177	1	26	7
271	VVI_CP1	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.100	1	9	9	9	0.483	1	49	49
272	VVI_CP2	78.42	43.04	51.60	3	2	1	0.100	1	30	40	1	0.900	0	0	0
280	VVI_CT	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0.504	1	27	27	27	0.488	0	0	0
290	VVI_P	53.00	0.00	69.00	3	2	1	0.349	1	7.409	17.626	3.224	1.099	1	74.87	27.97
300	VVI_RP	67.30	42.55	66.62	3	2	1	1.455	1	23	36	0	8.586	1	9999	59
310	VVI_T	77.92	36.85	48.54	3	2	1	0.131	1	24	14	0	0.966	0	0	0
320	ROS	0.00	0.00	0.00	0	0	0	3.800	1	60	60	60	4.500	0	0	0

4

VDESC	ST2PAR3	ST2PAR4	ST3	ST3PAR1	ST3PAR2	ST3PAR3	ST3PAR4	ST4	ST4PAR1	ST4PAR2	ST4PAR3	ST4PAR4	ST5	ST5PAR1	ST5PAR2	ST5PAR3	ST5PAR4
CYN1	5	0.55	1	5000	135	5000	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CYN2	5	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DI_3	0	5.879	1	99999	40.596	0	0.915	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DI_SR1	6	0.284	1	69.4	49.4	13	0.345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DI_SR2	2.8	0.2	1	30	50	4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DI_V1	0	10.702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELI1	2.3	0.25	1	33.3	38	5.1	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ELI_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JOR	15	0.4	1	40	5000	5000	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MA	3	0.5	1	5000	80	5000	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SMA	0	11.537	1	40.8	99999	0	2.058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SR_05	0	3.444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SR_06	0	0.981	1	40	44	0	11.297	1	99999	60.459	0	9.744	0	0	0	0	0
SR_07	30	0.6	1	105	5000	5000	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SR_09	2	0.595	1	5000	41	3	0.204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SR_11	0	3.455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SR_12	0	3.455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SR_34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SR_RP	0	3.617	1	28	64	0	9.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VCAR	10	0.29	1	125	5000	17	0.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VELI	5	0.6	1	5000	75	5000	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VKIM	3	0.3	1	5000	85	5000	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VMAL	0	11.537	1	40.8	99999	0	2.058	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP4370	0	6.434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VP4450	0	29.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VS2SR	0	2.555	1	43	99999	0	5.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VSR_T	0	3.524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VVI_C	0	0.295	1	9999	23	0	0.189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VVI_CP1	49	0.456	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VVI_CP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VVI_CT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VVI_P	6.06	2.44	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-
VVI_RP	0	6.174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VVI_T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 20.- Resumen de modelos variográfico obtenidos para cada Estructura / Azone.

## XII. Modelamiento de Sólidos, Verificación, Prototipos

El modelamiento geológico se refiere a la construcción de envolventes (wireframes) que representan la mineralización y litología de todas las zonas muestreadas dentro del yacimiento (vetas y/o cuerpos).



Para el modelamiento se ha considerado una ley mínima económica de Sn de 0.3%. Para el mejor manejo de la información se ha subdividido a las estructuras en dos tipos de sólidos, denominados principales (P\*\*) y ramales (R\*\*), así mismo, se han construido sólido de las zonas estériles (EST) contenidas dentro de los sólidos antes mencionados.

La Figura 21 muestra una sección típica cortando una zona de cuerpo interpretada junto al modelo 3D, esta sección está referida al cuerpo Cyndhi. En la Tabla 21 se indica los blocks de modelamiento.

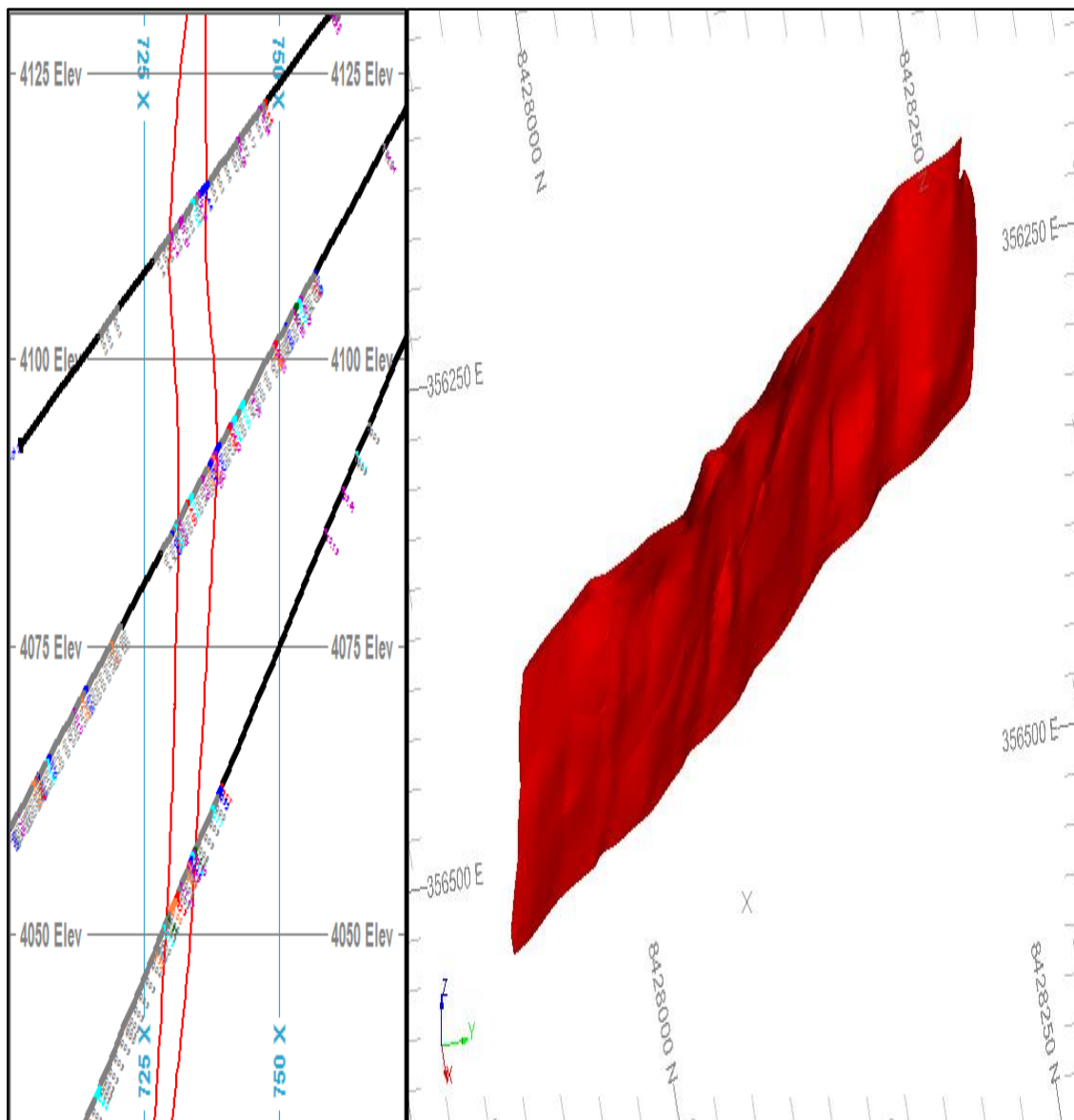


Figura 21.- Interpretación y modelamiento de cuerpo Cyndhi Piso.

AZONE	PRINCIPAL	RAMAL	ESTERIL	TOTAL
101_SR_05	1	1	1	3
101_SR_06	2	3	0	5
101_SR_07	3	11	1	15
101_SR_09	2	3	1	6
101_SR_10	2	0	0	2
101_SR_11	1	0	0	1
101_SR_12	4	3	1	8
101_SR_34	2	21	1	24
101_SR_RT	1	0	0	1
102_VSR_T	2	1	2	5
104_SR_RP	1	5	0	6
105_VS2SR	2	3	0	5
106_VP4370	1	0	0	1
106_VP4450	1	0	0	1
107_ELI	4	9	1	14
107_ELI_2	1	0	1	2
107_VELI	1	2	0	3
108_VKAR	1	0	0	1
201_VVI_P	1	1	1	3
203_VVI_C	2	0	0	2
205_VVI_RP	1	0	0	1
206_VVI_CP	9	2	0	11
207_VVI_CT	2	0	0	2
301_VKIM	1	0	0	1
302_MA	1	2	0	3
304_VICT	2	0	0	2
305_PED	1	0	0	1
306_CYN1	1	0	0	1
307_CYN2	1	0	0	1
308_MAE	1	0	0	1
401_DI_1	1	0	0	1
402_DI_3	1	0	1	2
403_DI_A	1	0	0	1
404_DI_B	1	1	0	2
405_DI_V1	2	0	1	3
406_DI_V2	1	0	0	1
407_DI_SR	2	5	0	7
501_JOR	3	5	0	8
502_VCAR	1	6	1	8
503_VVI_T	1	0	1	2
504_VR_EC	1	0	0	1
505_VMAL	1	0	0	1
506_ROS	1	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>72</b>	<b>84</b>	<b>14</b>	<b>170</b>

Tabla 21.- Resumen de sólidos 3D creados por Estructura / Azone.

La orientación general de los diferentes sólidos y las orientaciones comunes entre los diferentes grupos de estructuras, permitió crear varios prototipos de los modelos de bloques. Con estas orientaciones proporcionaron ángulos y ejes de rotación para estos modelos de bloques, así como dimensiones de las celdas patrón y los números de celda en cada eje, como se muestra a continuación:

- **Eje X:** A lo largo del strike, 4m de longitud de la celda patrón.

- **Eje Y:** Siguiendo el dip de la estructura, 4m de longitud de la celda patrón.
- **Eje Z:** Cross-strike, la longitud de la celda patrón es variable, 1m para cuerpos y para vetas una longitud de manera que cubra toda la potencia de la estructura.

Para todas las zonas asociadas con cualquier prototipo en particular, se tuvieron en cuenta todos los datos disponibles, el tamaño total del prototipo se creó automáticamente, de modo que abarca todas las zonas implicadas. Un ejemplo de esto se muestra para el prototipo del cuerpo Cyndhi piso en la Figura 22.

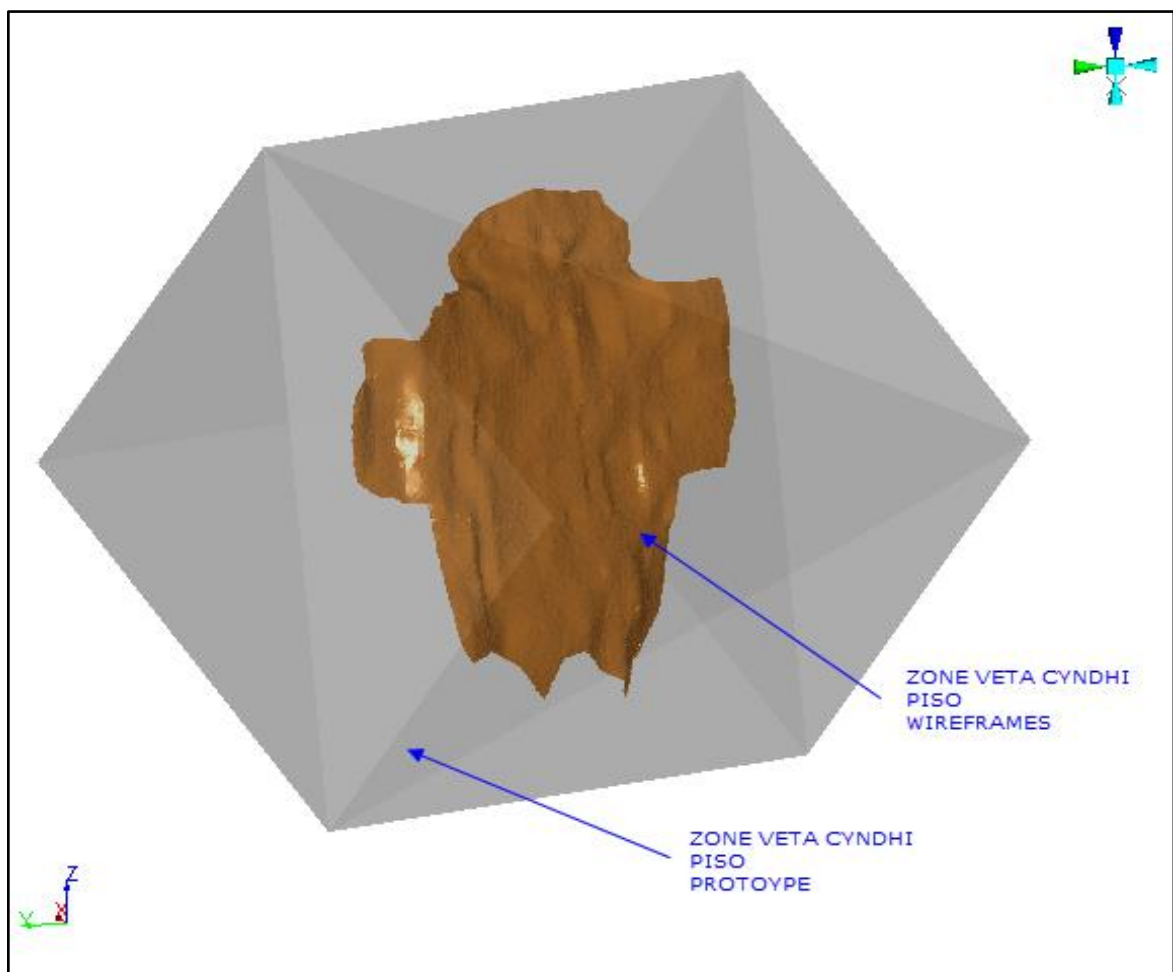


Figura 22.- Vista 3D del prototipo del cuerpo Cyndhi piso.

### XIII. Parámetros de Estimación

Los principales parámetros de interpolación de leyes y de control se resumen en la Tabla 22. Los parámetros de búsqueda con alcances progresivos, también se aplicaron en la clasificación de los recursos.

Los controles por octantes, han sido utilizados como parámetro para el desagrupamiento cuando hay nubes de muestras de canal, así como parte del mecanismo para garantizar una cobertura adecuada para propósitos de

RUN	Category	Search Distance (m)				Octantes				Compositos		Min Holes	Type Samples
		Strike	Dip	Cross - Strike		Uso	MinOct	Comp/Octante		Min	Max		
				Cuerpo	Veta			Min	Max				
1	Medido	5	5	2.5	25	0	0	0	0	2	4	2	CHs_HG
2	Medido	15	15	5	25	1	3	1	3	3	5	3	CHs
3	Medido	15	15	5	25	0	2	1	3	3	5	3	CHs
4	Indicado	30	30	10	25	1	2	1	3	2	5	2	CHs
5	Indicado	30	30	10	25	0	2	1	3	2	5	2	CHs & DHs
6	Inferido	50	50	10	25	0	0	0	0	1	5		CHs & DHs
7	Potencial	100	100	10	25	0	0	0	0	1	5		CHs & DHs

NOTAS:

- Run 1: Destinada a acotar el impacto de las altas leyes a un radio de elipse pequeño. La población de leyes altas se encuentra entre el 97.5 y el 100% de compósitos ordenados por ley de Sn.
- Run\_2, 3, 4: Destinada a categorizar los blocks que se encuentran en las zonas operativas.
- Run\_5,6,7: Destinadas a las zonas exploratorias que cuentan con pocos compósitos

Tabla 22.- Parámetros de estimación y categorización de recursos.

### XIV. Interpolación

Las leyes de Sn fueron estimadas en el modelo de bloques utilizando el Kriging Ordinario (KO). Interpolaciones alternativas también se determinaron por los métodos Inverso de la Distancia (ID) y Vecino más Cercano (NN), así como por la estimación de valores de acumulados, todo ello con fines de validación. Además, se usó el método de indicadores para

las estructuras de mucha potencia, con existencia de abundante ramaleo mineralizado en su interior.

## XV. Estimación de Recursos, Clasificación, Resultados por Cut Off

a) **Determinación de Cut Off.** Para la determinación del Cut Off de Sn utilizado en la Estimación de Recursos, se ha utilizado la tabla de cálculo de Cut Off de reservas a diciembre 2017. En esta tabla no se incluyeron los costos de: Apoyo, Estudio y Optimizaciones, Recuperación Preconcentradora. El costo de mina es un promedio ponderado de los costos de minado por tonelaje de cada método de minado (BAF Pasta, BAF Detrítico, SLS, SLST).

PARÁMETRO	UNIDAD	MINA → PLANTA (1)
<b>Costo de Producción:</b>	<b>\$/t</b>	<b>77.64</b>
Geología	\$/t	2.96
Mina: (Promedio BAF Pasta, Detritico, SLS y SST)	\$/t	45.14
Planta de Beneficio	\$/t	11.94
Mantenimiento	\$/t	7.18
Energía	\$/t	10.42
Apoyo	\$/t	-
Estudio y Optimizaciones	\$/t	-
Precio + Premios	\$/tmf	24,500
Gastos de Ventas	\$/tmf	157
Costos de Transporte de concentrados	\$/tmf	200
Costos de Fundición y Refinerías	\$/tmf	1,548
Recuperación Preconcentradora (Solo Ore Sorting)	%	-
Recuperación Planta Concentradora	%	0.9203
Recuperación Fundición	%	0.9522
<b>Ley de Corte con Recuperaciones Flat</b>	<b>%Sn</b>	<b>0.40%</b>

### Escenario de Procesamiento

1. Costo mina es el promedio de costo de los métodos: BAF Pasta, BAF Detritico, SLS, SLST
2. Los costos no incluyen: Desarrollos, Apoyo y Estudios/optimizaciones
3. El precio de Sn considerado es de 24,000 y se adiciona premio de \$ 500

Tabla 23.- Variables utilizadas en la determinación de Cut Off de Recursos desde diciembre 2014.

## XVI. Validación de la Estimación

- a) **Comparaciones Visuales.** Las leyes interpoladas en el modelo de bloques fueron revisadas en secciones transversales y longitudinales, comparadas con los compósitos que intervinieron en dicha interpolación (ver Figura 23).

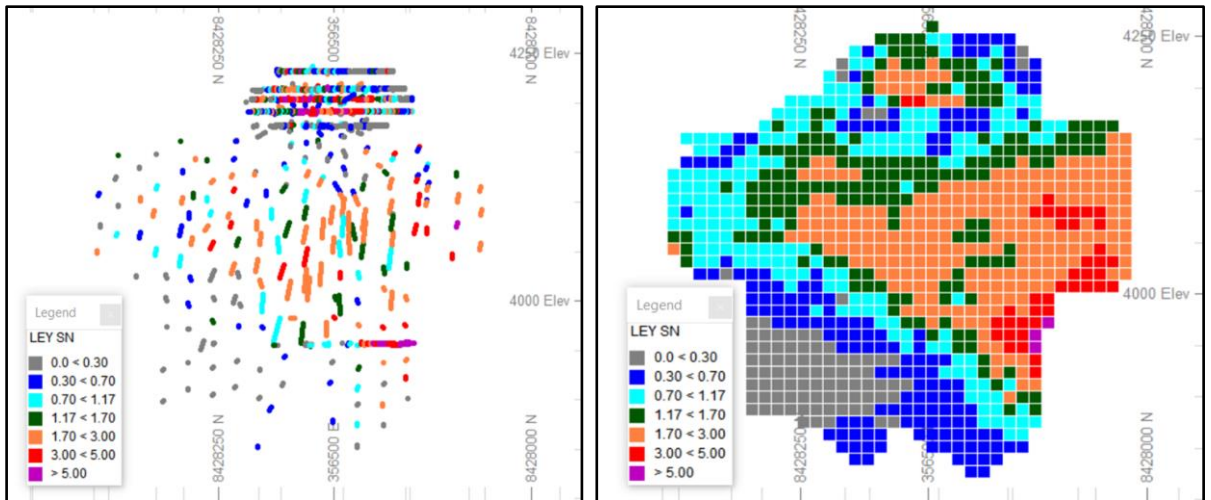


Figura 23.- Sección longitudinal del cuerpo Cynghi piso, mostrando los compósitos (cimp) y modelo estimado, con leyenda de leyes.

- b) **Comparación Global.** Una comparación de las medias globales de Sn, derivadas de las diferentes fuentes: muestras seleccionadas (samples), compósitos (comp y cimp), se resume en la Tabla 24, comparados también con las leyes medias de los recursos M + I. de todos los modelos de recursos in situ. La comparación de las leyes medias de Sn es favorable. La media de Sn de las muestras está por encima de la ley media de los compósitos (COMP y CIMP), esto debido al efecto del Top Cut. Los resultados de leyes estimadas por los diferentes métodos (OK, ID, NN) están muy próximas entre sí. Las desviaciones de las medias del estaño, estimadas por el método

de interpolación kriging ordinario versus las estimadas por el vecino más cercano, está dentro del rango permitido (+5%).

PROMEDIOS GLOBALES			PROMEDIOS GLOBALES (ismod)		
Samples	Composite (comp)	Composite (cimp)	Ordinary Kriging	Near Neighbor	Inverse Distance
3.23	3.05	3.19	2.71	2.68	2.73

Promedios obtenidos por AZONE/SUBZONE

No aplica cut off

Modelos de bloques in situ (ismod)

Sesgo Global: Diferencia entre las medias/promedio de las medias

1.11% entre KI y NN, 1.85% para ID y NN, 0.74%, para KI e ID

Tabla 24.- Comparación global de las leyes medias de Sn.

- c) **Comparaciones Locales.** Para cada azone y subzone, se realizó una comparación de las leyes medias del modelo estimado, por kriging ordinario, con las correspondientes leyes medias de las muestras y compósitos. Las leyes medias estimadas por otros métodos (ID y NN) también fueron consideradas en los comparativos.

Estos resultados se resumen en la Tabla 25. En general, los diferentes tipos de leyes media de Sn tienen una comparación aceptable.

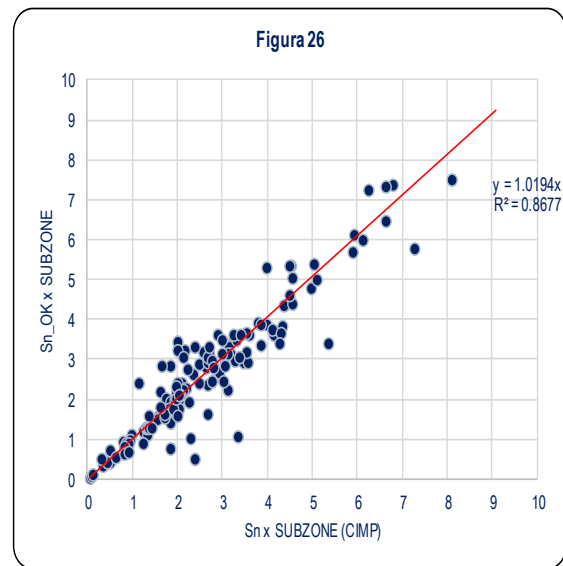
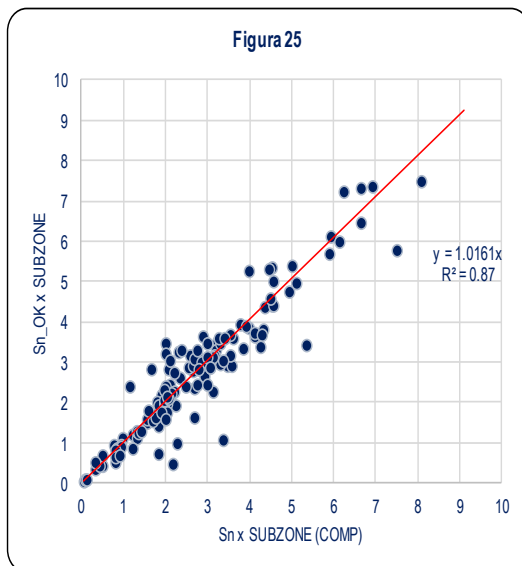
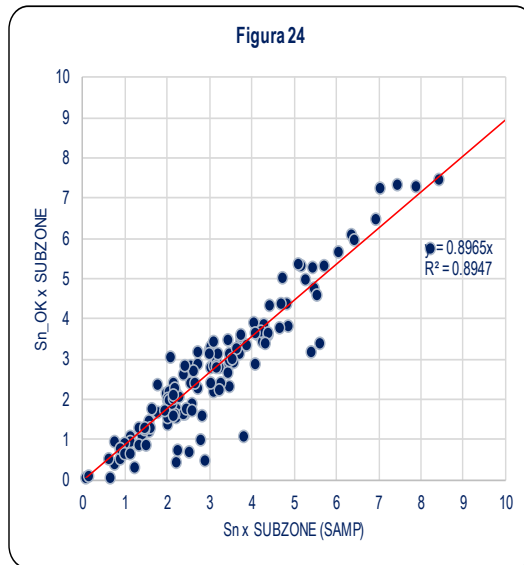
AZONE	SUB ZONE	SAMP MEAN	SAMP NUM	COMP MEAN	COMP NUM	CIMP MEAN	CIMP NUM	TONNES	SN_OK	SN_NN	SN_ID
SR_05	P1	8.21	1,013	7.51	1,235	7.27	308	407,138	5.77	5.67	5.75
SR_06	P1	4.80	1,841	4.51	1,530	4.48	727	269,749	4.42	4.35	4.48
SR_06	P2	4.04	319	3.78	235	3.78	128	30,254	3.93	3.94	3.97
SR_06	R10	1.98	368	1.88	286	1.88	142	35,772	1.98	2.01	1.99
SR_06	R20	3.50	39	3.05	39	3.05	19	19,177	3.03	3.04	3.18
SR_06	R30	2.15	5	1.98	4	1.98	2	1,259	1.87	2.20	1.98
SR_07	P1	3.40	2,525	3.24	1,855	3.24	839	454,883	3.51	3.46	3.53
SR_07	P2	3.74	797	3.18	692	3.14	95	166,484	3.31	3.36	3.33
SR_07	P3	2.40	131	1.80	119	1.69	39	28,997	1.65	1.65	1.69
SR_07	R1	2.56	76	2.24	66	2.24	32	8,862	1.94	1.59	1.86
SR_07	R2	1.55	98	1.22	82	1.22	22	11,722	1.21	1.16	1.21
SR_07	R3	2.97	51	2.32	48	2.15	27	7,382	3.25	3.45	3.32
SR_07	R4	4.05	27	3.48	27	3.48	7	8,551	2.92	2.66	2.86
SR_07	R5	4.83	44	3.97	39	3.97	16	14,703	3.87	3.96	3.91
SR_07	R6	2.53	4	2.10	3	2.10	3	456	2.43	2.06	2.09
SR_07	R7	2.03	120	1.58	93	1.58	31	13,376	1.57	1.54	1.61
SR_07	R8	3.43	98	2.65	67	2.65	43	12,661	2.80	3.04	2.87
SR_07	R9	0.72	3	0.51	6	0.51	2	1,039	0.43	0.30	0.44
SR_07	RA	1.19	234	0.34	202	0.35	32	49,656	0.34	0.33	0.34
SR_07	RB	2.18	51	0.42	62	0.42	12	11,290	0.45	0.45	0.44
SR_09	P1	2.07	4,581	2.04	3,048	2.04	1,347	651,445	1.97	1.93	1.97
SR_09	P2	2.13	387	2.01	269	2.01	112	42,669	2.42	2.28	2.41
SR_09	R10	1.74	433	1.66	213	1.67	125	38,815	1.71	1.65	1.68
SR_09	R20	1.56	7	1.56	6	1.56	1	1,220	1.50	1.44	1.48
SR_09	R30	0.04	2	0.04	2	0.04	2	1,495	0.05	0.07	0.07
SR_10	P1	1.37	115	1.31	116	1.31	88	50,628	1.13	1.05	1.12
SR_10	P2	1.12	222	0.98	130	0.98	120	34,954	1.11	1.13	1.14
SR_11	P1	2.00	272	1.83	223	1.83	152	157,793	1.42	1.36	1.43
SR_12	P1	6.92	6,550	6.63	5,446	6.62	2,435	1,024,521	6.48	6.28	6.48
SR_12	P2	3.70	542	2.76	414	2.69	79	110,873	3.16	3.15	3.19
SR_12	P3	3.22	877	2.79	612	2.78	181	142,281	2.83	2.82	2.89
SR_12	P4	2.18	147	1.54	125	1.37	47	24,714	1.58	1.59	1.59
SR_12	R10	2.53	182	2.53	112	2.49	103	9,456	2.87	2.70	2.82
SR_12	R20	6.34	86	5.93	75	5.93	21	13,307	6.13	6.06	6.14
SR_12	R30	3.56	1	3.56	1	3.56	1	19,535	2.94	3.03	3.10
SR_341	P1	2.51	3,407	0.49	2,916	0.49	368	449,007	0.71	0.71	0.71
SR_342	P1	5.46	5,690	4.95	4,925	4.98	1,544	1,730,783	4.78	4.75	4.79
SR_342	R10	7.41	289	6.90	184	6.80	40	88,836	7.36	7.69	7.63
SR_342	R20	1.33	26	1.31	25	1.31	18	10,189	1.31	1.13	1.29
SR_342	R30	5.57	73	5.35	70	5.35	13	2,344	3.43	3.23	3.32
SR_342	R40	4.12	144	2.88	137	2.88	73	22,568	3.63	3.44	3.56
SR_342	R50	5.40	170	3.96	168	3.96	63	23,703	5.29	4.69	5.41
SR_342	R60	5.39	19	2.58	22	2.58	12	4,629	3.19	2.94	2.95
SR_342	R70	0.74	8	0.77	8	0.77	7	4,437	0.97	0.96	0.95
SR_342	R80	1.96	41	1.96	29	1.96	22	9,474	2.16	2.03	2.05
SR_RT	P1	3.73	150	3.30	137	3.30	91	29,806	3.48	3.65	3.48
VSR_T	P1	2.70	1,604	2.65	883	2.66	542	190,429	2.92	2.85	2.89
VSR_T	P2	3.72	67	3.59	34	3.59	11	33,944	3.61	3.58	3.56
VSR_T	R10	4.42	25	4.36	12	4.36	11	1,287	4.36	4.18	3.96
SR_RP	P1	6.42	3,232	6.12	2,463	6.12	1,336	378,214	5.99	5.93	6.01
SR_RP	R10	5.15	29	4.53	26	4.53	8	4,366	5.34	5.46	5.48
SR_RP	R20	0.61	15	0.32	16	0.32	11	5,709	0.52	0.40	0.54
SR_RP	R30	4.24	15	2.00	18	2.00	14	12,494	3.47	3.33	3.44
SR_RP	R40	7.86	120	6.64	92	6.64	62	16,487	7.34	7.50	7.48
SR_RP	R50	3.46	3	2.67	2	2.67	2	1,190	2.36	2.58	2.46
VS2SR	P1	4.66	3,531	4.57	1,632	4.57	1,219	260,661	4.40	4.34	4.39
VS2SR	P2	5.51	73	4.50	25	4.50	22	4,324	4.60	4.26	4.66
VS2SR	R20	7.01	26	6.25	14	6.25	13	1,359	7.26	8.62	7.35
VS2SR	R30	6.04	74	5.90	42	5.90	32	6,367	5.70	5.09	5.55
VS2SR	R40	12.71	8	9.09	6	9.09	5	280	13.26	13.07	13.00
VP4370	P1	4.31	358	4.12	250	4.12	144	35,378	3.64	3.60	3.63
VP4450	P1	8.42	243	8.09	191	8.09	131	21,103	7.51	7.34	7.65
ELI1	P1	3.42	1,391	2.91	1,350	2.91	220	232,116	2.67	2.26	2.74
ELI1	R10	2.78	107	2.28	89	2.28	20	9,071	1.01	1.05	0.84
ELI1	R30	3.01	14	2.39	20	2.39	5	841	3.32	3.45	3.28
ELI1	R40	2.35	2	2.35	2	2.35	2	127	2.63	2.83	2.74
ELI1	R50	3.26	76	2.74	83	2.78	22	1,619	2.45	2.20	2.35
ELI1	R60	0.85	5	0.82	8	0.82	3	292	0.75	0.69	0.76



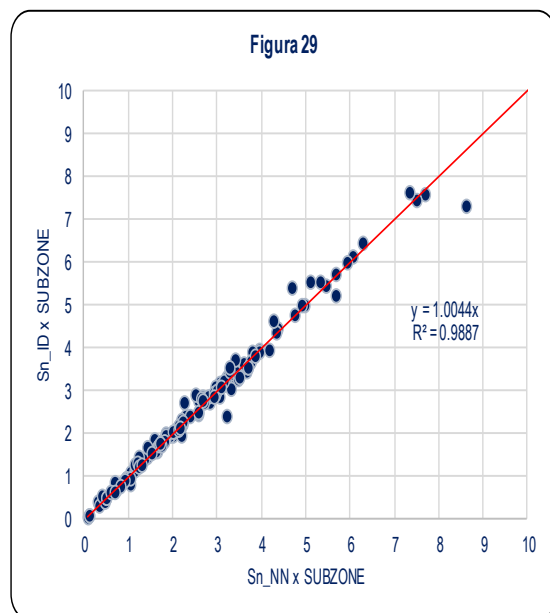
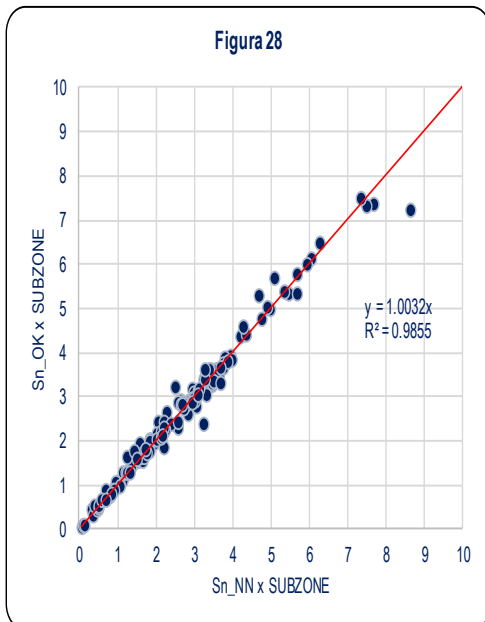
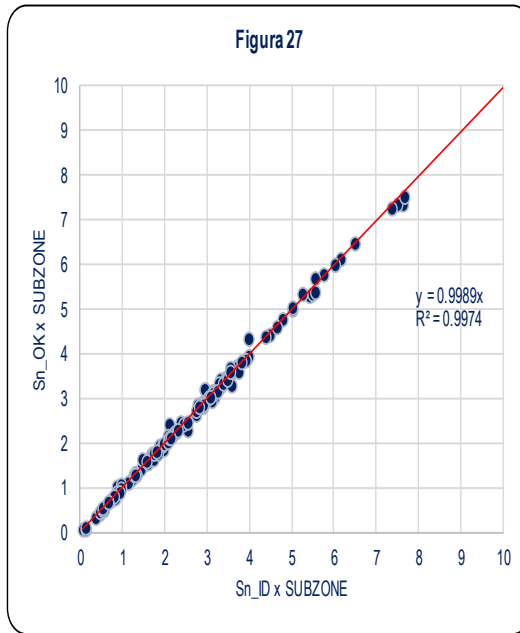
ELI1	R70	2.87	114	2.18	128	2.38	32	13,969	0.49	0.49	0.51
ELI1	R80	3.81	27	3.35	23	3.35	6	979	1.08	0.96	0.95
ELI1	R90	5.69	69	4.47	73	4.47	10	11,500	5.33	5.66	5.27
ELI2	P1	2.21	1,403	1.76	1,333	1.76	138	204,761	1.78	1.74	1.83
ELI2	P2	1.09	243	0.95	205	0.95	26	31,063	0.97	1.04	0.97
ELI2	P3	1.98	381	1.69	351	1.70	59	94,607	1.56	1.65	1.60
ELI_2	P1	3.01	408	2.05	421	1.84	92	74,065	2.83	2.81	2.86
VELI	P1	2.20	2,870	2.10	1,256	2.10	762	189,778	2.16	2.12	2.16
VELI	R10	3.04	52	3.17	21	3.17	11	2,590	3.16	3.14	3.15
VELI	R20	2.36	15	2.68	8	2.68	8	1,468	1.64	1.24	1.47
VKAR	P1	3.10	160	2.68	93	2.68	50	57,903	3.08	2.97	3.10
VVL_P	P1	1.30	9,730	1.22	5,780	1.22	2,868	1,737,769	0.89	0.86	0.89
VVL_P	R10	3.08	111	3.06	61	3.06	31	35,238	2.87	2.59	2.77
VVL_C1	P1	3.45	4,887	3.28	3,230	3.28	1,142	698,171	2.98	2.93	2.96
VVL_C2	P2	2.15	953	1.96	604	1.96	345	159,785	1.65	1.60	1.62
VVL_RP	P1	4.25	3,482	3.90	2,652	3.85	887	558,051	3.89	3.78	3.91
VVL_CP1	P1	2.70	398	1.99	326	1.99	55	115,568	3.22	2.51	2.93
VVL_CP1	P2	2.04	1,246	1.89	875	1.61	290	152,572	2.21	2.20	2.21
VVL_CP1	P3	3.14	531	2.84	474	2.78	91	99,992	2.99	2.98	3.02
VVL_CP1	P5	1.75	251	1.15	287	1.12	48	46,246	2.40	3.22	2.44
VVL_CP1	P6	2.23	451	1.84	412	1.84	38	15,776	0.75	0.78	0.81
VVL_CP2	P1	1.99	444	1.78	372	1.76	63	75,695	2.04	1.85	2.03
VVL_CP2	P2	2.08	1,696	1.83	1,403	1.83	83	258,274	1.93	1.85	1.92
VVL_CP2	P3	2.70	1,898	2.19	1,186	2.19	204	268,089	2.29	2.59	2.52
VVL_CP2	P4	1.59	708	1.30	511	1.34	77	112,370	1.30	1.21	1.33
VVL_CT	P1	0.88	70	0.81	49	0.62	28	10,651	0.54	0.49	0.51
VVL_CT	P2	2.43	324	1.94	299	1.81	63	46,289	1.78	1.43	1.69
VKIM	P1	4.20	3,685	4.10	1,640	4.10	1,403	249,839	3.74	3.76	3.71
MA	P1	3.17	3,622	3.11	1,772	3.11	1,638	300,581	3.15	3.11	3.15
MA	R10	5.10	193	5.01	61	5.01	59	9,063	5.41	5.33	5.56
MA	R30	2.05	32	2.12	22	2.12	22	3,155	3.06	3.30	3.05
VICT	P1	5.26	1,113	5.09	611	5.09	580	72,970	4.99	4.96	5.01
VICT	P2	1.44	123	1.36	99	1.36	98	12,806	1.27	1.23	1.25
PED	P1	2.01	571	1.95	278	1.95	265	57,403	2.00	1.85	1.96
CYN1	P1	2.79	7,371	1.76	3,742	1.72	851	2,328,891	1.63	1.67	1.74
CYN2	P1	2.58	6,166	2.05	2,502	2.02	556	1,774,486	1.76	1.82	1.83
MAE	P1	3.08	858	2.98	242	2.98	212	42,292	3.48	3.39	3.46
DL_1	P1	4.71	176	4.57	139	4.57	108	40,598	5.03	4.90	5.01
DL_3	P1	2.61	838	2.21	342	2.21	282	69,160	2.74	2.71	2.75
DL_A	P1	1.91	711	1.91	306	1.91	207	41,026	1.75	1.76	1.73
DL_B	P1	2.98	264	2.98	167	2.98	157	23,834	3.14	3.10	3.14
DL_B	R1	3.46	65	3.54	26	3.54	25	5,389	3.17	3.14	3.23
DL_V1	P1	2.62	702	2.46	296	2.46	249	105,531	2.41	2.38	2.43
DL_V1	P2	3.85	34	3.85	34	3.85	34	3,372	3.36	3.49	3.36
DL_V2	P1	2.11	704	1.99	315	1.99	289	58,279	1.60	1.51	1.57
DL_SR1	P1	4.06	2,073	3.53	1,224	3.53	544	190,543	3.67	3.77	3.68
DL_SR1	R1	4.36	245	3.25	175	3.25	65	29,597	3.61	3.40	3.75
DL_SR1	R2	1.47	27	0.85	33	0.85	16	5,983	0.88	0.70	0.85
DL_SR1	R3	2.41	16	1.66	9	1.66	5	2,417	2.85	2.64	2.84
DL_SR2	P1	3.61	321	2.74	212	2.69	60	59,262	3.31	3.69	3.57
DL_SR2	R1	3.07	140	2.14	100	2.14	32	21,198	2.23	2.14	2.22
DL_SR2	R2	0.62	14	0.08	16	0.08	7	2,156	0.09	0.11	0.11
JOR	P1	4.64	1,962	4.33	1,050	4.33	852	197,606	3.82	3.85	3.81
JOR	P2	1.46	9,084	1.42	4,737	1.42	2,389	1,111,338	1.31	1.30	1.31
JOR	P3	4.37	132	4.28	93	4.28	87	19,367	3.69	3.68	3.55
JOR	P21	0.11	112	0.11	59	0.11	50	6,939	0.11	0.11	0.12
JOR	R10	2.13	534	1.98	277	1.98	131	41,503	2.04	2.00	2.06
JOR	R20	4.29	590	4.27	382	4.27	297	77,703	3.41	3.28	3.48
JOR	R30	3.13	392	3.04	159	3.04	145	21,677	2.86	2.94	2.89
JOR	R40	2.25	222	2.07	108	2.07	103	13,857	2.10	2.11	2.09
JOR	R50	0.98	415	0.92	125	0.92	119	11,342	0.91	0.92	0.93
VCAR	P1	3.20	9,503	3.14	4,840	3.11	2,192	1,291,806	2.26	2.24	2.26
VCAR	R10	1.62	299	1.61	123	1.61	70	20,882	1.80	1.72	1.80
VCAR	R20	3.71	402	3.41	213	3.41	70	61,962	3.62	3.27	3.54
VCAR	R30	0.88	244	0.80	100	0.80	60	21,401	0.81	0.83	0.80
VCAR	R50	0.97	19	0.80	17	0.80	3	13,697	0.66	0.58	0.65
VCAR	R60	2.17	726	1.97	289	1.98	128	65,457	2.31	2.21	2.29
VCAR	R80	3.00	16	3.00	10	3.00	8	3,413	2.45	2.58	2.53
VVL_T	P1	1.10	2,396	0.91	1,434	0.91	711	583,377	0.67	0.68	0.67
VR_EC	P1	2.12	1,655	2.02	865	2.02	744	276,403	2.13	2.16	2.14
VMAL	P1	3.14	393	2.78	171	2.78	116	53,668	2.82	2.67	2.79
ROS	P1	3.53	1,328	3.36	576	3.36	382	266,706	3.05	3.08	3.08
		<b>3.23</b>	<b>136,693</b>	<b>3.05</b>	<b>85,785</b>	<b>3.19</b>	<b>37,354</b>	<b>22,213,706</b>	<b>2.71</b>	<b>2.68</b>	<b>2.73</b>

Tabla 25.- Comparación de leyes medias de Sn por Azone/Subzone.

Gráficas de regresión lineal de las leyes medias de las muestras (SAMP) y compósitos (COMP y CIMP) respecto de las leyes medias estimadas por kriging ordinario (KO), subzone, se muestran las figuras 24, 25 y 26.



Gráficas de regresión lineal de las leyes medias estimadas por kriging ordinario (KO) con las leyes medias obtenidas por inverso a la distancia (ID) y el vecino más cercano, se muestran en las figuras 27, 28 y 29. Los datos de estas gráficas se han obtenido de los recursos M+I+Inf., sin aplicar ley de corte sobre estos.



#### **4.3. Prueba de hipótesis**

### **RECURSOS ESTRUCTURA MINERALIZADA – SISTEMA SAN RAFAEL**

#### **1. VETA SAN RAFAEL (101)**

La Veta San Rafael tiene un afloramiento de 3Km de longitud, con anchos de 0.1m a 0.3m y 180m del afloramiento, se encuentra encajonado en roca de tipo monzogranito y el tramo restante en hornfels y filitas. La parte central no se encuentra mineralizada, en la zona de contacto norte la fractura es más definida y persistente, con anchos de 1.20m a 2.00m Inflexiones de esta veta forman estructuras tipo rosario, donde se hospedan los cuerpos de mineral; mientras que en la zona de contacto sur la veta es débil y ramificada.

Con las perforaciones diamantinas realizadas en los últimos años entre los niveles 4450 y 4600, se confirma el zonamiento de la mineralización, los cuales se puede dividir en 4 zonas: La primera con valores de 5% de cobre en calcopirita, casiterita acicular con 0.3% a 0.5%, y valores marginales de Ag, Pb, Zn, se encuentra hasta el nivel 4730 (información histórica). La segunda mineralización de Cu-Sn, con presencia de estaño madera hasta el nivel 4600 (confirmada con taladros de perforación diamantina). La tercera zona de mineralización con estaño madera y botroidal debajo del nivel 4533, en desnivel de casi 500m hasta el nivel 4000 y la cuarta zona debajo de este nivel hasta el 3750, presenta una franja mineralizada tabular formando veta bien definida.

La Veta San Rafael tiene un rumbo promedio de N 30° W y su buzamiento varía entre 45° a 75° NE, los cuales forman cuerpos de mineral económico como son: cuerpo contacto norte, cuerpo ore shoot, cuerpo

brecha, cuerpo 150, cuerpo 310 sur, cuerpo 250 y cuerpo Contacto sur. Los cuales han sido explotados casi en su totalidad.

Por debajo de nivel 3950 la Veta San Rafael cambia de buzamiento hacia el SW por entrar en contacto con la falla Estancococha y tiende alinearse a su buzamiento donde se nota notablemente su potencia. En el nivel 3750 la estructura se presenta como veta angosta, con ancho promedio de 0.45m y un ensamble mineralógico de: clorita, cuarzo, turmalina y casiterita en forma de venillas cristalizadas. Muestra leve presencia de sulfuros (pirita-calcopirita) y textura brechada con matriz de cuarzo blanco, englobando clastos de roca intrusiva monzogranítico (subangulosos y levemente cloritizados) con venillas de casiterita en forma de aureola.

Estudios petrominerográficos, describen a la Veta San Rafael desde el Nv. 4050 hasta el Nv. 3650 como estructura de relleno formada por fenocristales irregulares, fracturados y con extinción ondulante de cuarzo de relleno (Tipo I), con casiterita, cristales de casiterita en sus intersticios y es reemplazada por agregados micro granulares de cuarzo (Tipo II). Cloritas radiales y escamosas rellena cavidades por toda la muestra asociada a turmalina y rutilo; cortada por una vetilla rellena por cuarzo (Tipo III), esfalerita (Tipo II) y calcopirita (Tipo II). La pirita es escasa y ocurre dispersa en algunos cristales de cuarzo (Tipo I).

En el Nv. 4424 el mismo estudio lo detalla como estructura de relleno, compuesta por relictos de cuarzo I, cloritas I y casiterita I, englobadas por agregados aciculares radiales de cloritas II. Bandas coloformes de casiterita II con cortadas por vetillas rellenas de cuarzo III – cloritas III, así como por numerosas vetillas de carbonatos. Los carbonatos II rellenan espacios entre

bandas de casiterita II y cloritas. Casiterita I, pirrotita y calcopirita ocurren como inclusiones en cuarzo II, pirita como inclusión en clorita II. (andesita II).

Veta San Rafael (101)

SR 05

AZONE	AZONE 4	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_05	101_SR_05_4270_1725_P1	-			-	6,844	2.54	4.14	174	-			-	6,844	2.54	4.14	174
SR_05	101_SR_05_4295_1650_P1	1,931	0.83	0.93	16	-			-	-			-	1,931	0.83	0.93	16
SR_05	101_SR_05_4295_1850_P1	6,264	7.20	11.78	451	-			-	-			-	6,264	7.20	11.78	451
SR_05	101_SR_05_4295_1875_P1	9,193	2.93	17.43	269	-			-	-			-	9,193	2.93	17.43	269
<b>Total Ore - SR_05</b>		<b>17,388</b>	<b>4.24</b>	<b>13.56</b>	<b>736</b>	<b>6,844</b>	<b>2.54</b>	<b>4.14</b>	<b>174</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>24,231</b>	<b>3.76</b>	<b>10.90</b>	<b>910</b>

Veta San Rafael (101)

SR 06

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_06	101_SR_06_3900_1600_P1	1,591	0.92	157	15	-			-	-			-	1,591	0.92	157	15
SR_06	101_SR_06_3910_1600_P1	-			-	3,455	1.23	2.06	43	-			-	3,455	1.23	2.06	43
SR_06	101_SR_06_3925_1600_P1	3,313	1.47	198	49	-			-	-			-	3,313	1.47	198	49
SR_06	101_SR_06_3950_1575_P1	2,644	0.69	193	18	-			-	-			-	2,644	0.69	193	18
SR_06	101_SR_06_3975_1575_P1	1,445	1.26	2.15	18	-			-	-			-	1,445	1.26	2.15	18
SR_06	101_SR_06_3975_1600_P1	1,069	0.77	163	8	-			-	-			-	1,069	0.77	163	8
SR_06	101_SR_06_3975_1650_P1	3,361	1.86	2.35	62	-			-	-			-	3,361	1.86	2.35	62
SR_06	101_SR_06_3988_1575_P1	1,068	1.87	1.47	20	-			-	-			-	1,068	1.87	1.47	20
SR_06	101_SR_06_3988_1625_P1	986	0.25	0.93	2	-			-	-			-	986	0.25	0.93	2
SR_06	101_SR_06_3988_1650_P1	1,118	3.86	2.00	43	-			-	-			-	1,118	3.86	2.00	43
SR_06	101_SR_06_4050_1675_P1	645	1.99	1.27	13	-			-	-			-	645	1.99	1.27	13
SR_06	101_SR_06_4050_1675_R10	1,289	2.06	3.19	27	-			-	-			-	1,289	2.06	3.19	27
SR_06	101_SR_06_4050_1675_R30	666	1.94	2.13	13	-			-	-			-	666	1.94	2.13	13
SR_06	101_SR_06_4050_1725_P1	453	1.39	1.57	6	-			-	-			-	453	1.39	1.57	6
SR_06	101_SR_06_4050_1725_R10	2,761	1.94	4.15	54	-			-	-			-	2,761	1.94	4.15	54
SR_06	101_SR_06_4050_1725_R20	292	1.83	1.06	5	-			-	-			-	292	1.83	1.06	5
SR_06	101_SR_06_4062_1550_P2	-			-	550	3.55	1.47	20	-			-	550	3.55	1.47	20
SR_06	101_SR_06_4062_1575_P1	-			-	232	2.15	1.42	5	-			-	232	2.15	1.42	5
SR_06	101_SR_06_4062_1575_P2	-			-	904	2.48	1.62	22	-			-	904	2.48	1.62	22
SR_06	101_SR_06_4062_1675_P1	716	2.49	1.35	18	-			-	-			-	716	2.49	1.35	18
SR_06	101_SR_06_4062_1675_R10	1,354	2.13	2.63	29	-			-	-			-	1,354	2.13	2.63	29
SR_06	101_SR_06_4062_1675_R30	8	1.41	1.00	-	-			-	-			-	8	1.41	1.00	-
SR_06	101_SR_06_4062_1700_P1	1,039	2.66	1.72	28	-			-	-			-	1,039	2.66	1.72	28
SR_06	101_SR_06_4062_1700_R10	2,193	1.59	2.73	35	-			-	-			-	2,193	1.59	2.73	35
SR_06	101_SR_06_4062_1700_R30	11	1.34	0.56	-	-			-	-			-	11	1.34	0.56	-
SR_06	101_SR_06_4075_1550_P2	1,378	4.92	2.28	68	-			-	-			-	1,378	4.92	2.28	68
SR_06	101_SR_06_4075_1575_P1	1,297	3.34	1.65	43	-			-	-			-	1,297	3.34	1.65	43
SR_06	101_SR_06_4075_1575_P2	2,966	2.62	2.11	78	-			-	-			-	2,966	2.62	2.11	78
SR_06	101_SR_06_4075_1675_P1	1,333	3.27	1.52	44	-			-	-			-	1,333	3.27	1.52	44
SR_06	101_SR_06_4075_1675_R10	1,961	2.72	2.19	53	-			-	-			-	1,961	2.72	2.19	53
SR_06	101_SR_06_4075_1700_P1	1,296	3.52	1.56	46	-			-	-			-	1,296	3.52	1.56	46
SR_06	101_SR_06_4075_1700_R10	1,638	1.66	1.78	27	-			-	-			-	1,638	1.66	1.78	27
SR_06	101_SR_06_4090_1550_P1	43	3.81	1.00	2	-			-	-			-	43	3.81	1.00	2
SR_06	101_SR_06_4090_1550_P2	2,283	5.67	2.77	129	-			-	-			-	2,283	5.67	2.77	129
SR_06	101_SR_06_4090_1575_P1	3,521	4.47	2.52	157	-			-	-			-	3,521	4.47	2.52	157
SR_06	101_SR_06_4090_1575_P2	3,309	1.85	2.24	61	-			-	-			-	3,309	1.85	2.24	61
SR_06	101_SR_06_4090_1650_P1	3,431	8.42	3.37	289	-			-	-			-	3,431	8.42	3.37	289
SR_06	101_SR_06_4090_1650_P2	32	3.38	1.01	1	-			-	-			-	32	3.38	1.01	1
SR_06	101_SR_06_4090_1650_R10	773	0.71	1.16	5	-			-	-			-	773	0.71	1.16	5
SR_06	101_SR_06_4090_1675_P1	2,757	5.06	2.80	140	-			-	-			-	2,757	5.06	2.80	140
SR_06	101_SR_06_4090_1675_R10	1,538	2.60	1.64	40	-			-	-			-	1,538	2.60	1.64	40
SR_06	101_SR_06_4090_1700_P1	2,273	6.86	2.82	156	-			-	-			-	2,273	6.86	2.82	156
SR_06	101_SR_06_4090_1700_R10	803	2.78	0.91	22	-			-	-			-	803	2.78	0.91	22
<b>Total Ore - SR_06</b>		<b>60,656</b>	<b>3.01</b>	<b>2.28</b>	<b>1,824</b>	<b>5,141</b>	<b>1.74</b>	<b>1.89</b>	<b>89</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>65,797</b>	<b>2.91</b>	<b>2.25</b>	<b>1,913</b>

Veta San Rafael (101)

SR 09

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_09	101_SR_09_4000_1025_P1	1,915	0.33	122	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1,915	0.33	122	6
SR_09	101_SR_09_4000_1075_P1	2,210	0.96	118	21	-	-	-	-	-	-	-	-	2,210	0.96	118	21
SR_09	101_SR_09_4000_1125_P1	2,215	0.69	123	15	-	-	-	-	-	-	-	-	2,215	0.69	123	15
SR_09	101_SR_09_4000_1175_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,010	0.39	0.99	12	3,010	0.39	0.99	12
SR_09	101_SR_09_4000_1250_P1	1,446	0.74	0.88	11	-	-	-	-	-	-	-	-	1,446	0.74	0.88	11
SR_09	101_SR_09_4000_1275_R10	422	1.32	119	6	-	-	-	-	-	-	-	-	422	1.32	119	6
SR_09	101_SR_09_4013_1025_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,511	0.48	4.65	17	3,511	0.48	4.65	17
SR_09	101_SR_09_4013_1050_P1	-	-	-	-	4,471	0.95	9.23	42	-	-	-	-	4,471	0.95	9.23	42
SR_09	101_SR_09_4018_1025_P1	-	-	-	-	2,513	0.32	1.10	8	-	-	-	-	2,513	0.32	1.10	8
SR_09	101_SR_09_4018_1075_P1	-	-	-	-	2,399	0.94	0.91	22	-	-	-	-	2,399	0.94	0.91	22
SR_09	101_SR_09_4018_1125_P1	-	-	-	-	1,780	0.60	0.75	11	-	-	-	-	1,780	0.60	0.75	11
SR_09	101_SR_09_4018_1175_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,013	0.56	0.86	17	3,013	0.56	0.86	17
SR_09	101_SR_09_4018_1250_P1	1,605	0.94	0.87	15	-	-	-	-	-	-	-	-	1,605	0.94	0.87	15
SR_09	101_SR_09_4018_1275_P1	41	0.88	0.26	0	-	-	-	-	-	-	-	-	41	0.88	0.26	0
SR_09	101_SR_09_4018_1275_R10	567	1.06	1.03	6	-	-	-	-	-	-	-	-	567	1.06	1.03	6
SR_09	101_SR_09_4025_1025_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	5,929	1.19	7.89	71	5,929	1.19	7.89	71
SR_09	101_SR_09_4025_1050_P1	-	-	-	-	6,922	0.96	9.51	66	-	-	-	-	6,922	0.96	9.51	66
SR_09	101_SR_09_4030_1000_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	965	1.60	0.75	15	965	1.60	0.75	15
SR_09	101_SR_09_4030_1025_P1	-	-	-	-	2,040	1.02	1.24	21	-	-	-	-	2,040	1.02	1.24	21
SR_09	101_SR_09_4030_1075_P1	-	-	-	-	1,976	1.37	1.07	27	-	-	-	-	1,976	1.37	1.07	27
SR_09	101_SR_09_4030_1125_P1	-	-	-	-	1,291	0.60	0.75	8	-	-	-	-	1,291	0.60	0.75	8
SR_09	101_SR_09_4030_1175_P1	-	-	-	-	1,735	0.71	0.99	12	-	-	-	-	1,735	0.71	0.99	12
SR_09	101_SR_09_4030_1250_P1	1,970	0.81	1.17	16	-	-	-	-	-	-	-	-	1,970	0.81	1.17	16
SR_09	101_SR_09_4030_1250_R10	429	0.49	0.56	2	-	-	-	-	-	-	-	-	429	0.49	0.56	2
SR_09	101_SR_09_4043_1000_P1	-	-	-	-	1,917	1.61	1.47	31	-	-	-	-	1,917	1.61	1.47	31
SR_09	101_SR_09_4043_1025_P1	3,033	1.06	1.68	32	-	-	-	-	-	-	-	-	3,033	1.06	1.68	32
SR_09	101_SR_09_4043_1075_P1	2,930	1.35	1.38	40	-	-	-	-	-	-	-	-	2,930	1.35	1.38	40
SR_09	101_SR_09_4043_1125_P1	2,313	0.57	1.25	13	-	-	-	-	-	-	-	-	2,313	0.57	1.25	13
SR_09	101_SR_09_4043_1175_P1	4,004	0.88	2.64	35	-	-	-	-	-	-	-	-	4,004	0.88	2.64	35
SR_09	101_SR_09_4043_1250_P1	5,930	0.78	2.65	46	-	-	-	-	-	-	-	-	5,930	0.78	2.65	46
SR_09	101_SR_09_4043_1250_R10	1,087	0.62	1.40	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1,087	0.62	1.40	7
SR_09	101_SR_09_4043_950_P1	-	-	-	-	2,130	0.53	1.17	11	-	-	-	-	2,130	0.53	1.17	11
SR_09	101_SR_09_4050_1000_P1	-	-	-	-	1,538	1.59	1.55	24	-	-	-	-	1,538	1.59	1.55	24
SR_09	101_SR_09_4050_1025_P1	3,954	1.33	2.15	53	-	-	-	-	-	-	-	-	3,954	1.33	2.15	53
SR_09	101_SR_09_4050_1075_P1	4,671	1.59	2.13	74	-	-	-	-	-	-	-	-	4,671	1.59	2.13	74
SR_09	101_SR_09_4050_1125_P1	2,202	0.81	1.55	18	-	-	-	-	-	-	-	-	2,202	0.81	1.55	18
SR_09	101_SR_09_4050_1175_P1	5,709	1.21	3.16	69	-	-	-	-	-	-	-	-	5,709	1.21	3.16	69
SR_09	101_SR_09_4050_1225_P1	7,706	1.38	4.33	106	-	-	-	-	-	-	-	-	7,706	1.38	4.33	106
SR_09	101_SR_09_4050_1225_R10	212	0.59	1.66	1	-	-	-	-	-	-	-	-	212	0.59	1.66	1
SR_09	101_SR_09_4050_950_P1	-	-	-	-	2,088	0.51	1.27	11	-	-	-	-	2,088	0.51	1.27	11
SR_09	101_SR_09_4070_1000_P1	-	-	-	-	1,281	0.57	1.26	7	-	-	-	-	1,281	0.57	1.26	7
SR_09	101_SR_09_4070_1025_P1	4,788	1.38	2.92	66	-	-	-	-	-	-	-	-	4,788	1.38	2.92	66
SR_09	101_SR_09_4070_1075_P1	4,373	2.74	2.34	120	-	-	-	-	-	-	-	-	4,373	2.74	2.34	120
SR_09	101_SR_09_4070_1125_P1	2,672	1.00	2.39	27	-	-	-	-	-	-	-	-	2,672	1.00	2.39	27
SR_09	101_SR_09_4070_1175_P1	4,280	1.91	2.42	82	-	-	-	-	-	-	-	-	4,280	1.91	2.42	82
SR_09	101_SR_09_4070_1225_P1	3,619	2.97	2.20	108	-	-	-	-	-	-	-	-	3,619	2.97	2.20	108
SR_09	101_SR_09_4085_1025_P1	7,339	0.59	3.45	43	-	-	-	-	-	-	-	-	7,339	0.59	3.45	43
SR_09	101_SR_09_4085_1075_P1	9,534	2.92	4.75	278	-	-	-	-	-	-	-	-	9,534	2.92	4.75	278
SR_09	101_SR_09_4085_1125_P1	5,139	1.23	4.20	63	-	-	-	-	-	-	-	-	5,139	1.23	4.20	63
SR_09	101_SR_09_4085_1175_P1	4,259	1.77	2.87	75	-	-	-	-	-	-	-	-	4,259	1.77	2.87	75
SR_09	101_SR_09_4085_1175_P2	41	0.18	0.70	0	-	-	-	-	-	-	-	-	41	0.18	0.70	0
SR_09	101_SR_09_4085_1225_P1	4,856	2.90	2.63	141	-	-	-	-	-	-	-	-	4,856	2.90	2.63	141
SR_09	101_SR_09_4085_1275_P1	2,887	2.84	2.76	82	-	-	-	-	-	-	-	-	2,887	2.84	2.76	82
SR_09	101_SR_09_4085_1275_R10	2,824	1.91	2.75	54	-	-	-	-	-	-	-	-	2,824	1.91	2.75	54
SR_09	101_SR_09_4100_1025_P1	-	-	-	-	1,388	0.11	1.51	2	-	-	-	-	1,388	0.11	1.51	2
SR_09	101_SR_09_4100_1050_P1	-	-	-	-	192	0.54	7.64	1	-	-	-	-	192	0.54	7.64	1
SR_09	101_SR_09_4141_1025_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,064	0.60	2.98	12	2,064	0.60	2.98	12
SR_09	101_SR_09_4141_1075_P1	5,426	1.06	5.83	58	-	-	-	-	-	-	-	-	5,426	1.06	5.83	58
SR_09	101_SR_09_4141_1100_P1	3,462	0.99	5.41	34	-	-	-	-	-	-	-	-	3,462	0.99	5.41	34
SR_09	101_SR_09_4150_1075_P1	-	-	-	-	3,108	0.46	2.05	14	-	-	-	-	3,108	0.46	2.05	14
SR_09	101_SR_09_4150_1100_P1	3,765	0.22	2.49	8	-	-	-	-	-	-	-	-	3,765	0.22	2.49	8
SR_09	101_SR_09_4150_1125_P1	1,458	0.88	3.08	13	-	-	-	-	-	-	-	-	1,458	0.88	3.08	13
SR_09	101_SR_09_4167_1075_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,529	0.48	1.12	7	1,529	0.48	1.12	7
SR_09	101_SR_09_4167_1100_P1	904	0.09	0.96	1	-	-	-	-	-	-	-	-	904	0.09	0.96	1
SR_09	101_SR_09_4167_1125_P1	874	1.35	1.72	12	-	-	-	-	-	-	-	-	874	1.35	1.72	12
SR_09	101_SR_09_4175_1075_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,494	0.75	0.92	11	1,494	0.75	0.92	11
SR_09	101_SR_09_4175_1100_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,913	0.45	1.09	13	2,913	0.45	1.09	13
SR_09	101_SR_09_4175_1125_P1	1,882	2.85	1.33	54	-	-	-	-	-	-	-	-	1,882	2.85	1.33	54
SR_09	101_SR_09_4195_1075_P1	-	-	-	-	778	0.89	0.91	7	-	-	-	-	778	0.89	0.91	7
SR_09	101_SR_09_4195_1100_P1	-	-	-	-	805	0.35	0.97	3	-	-	-	-	805	0.35	0.97	3
SR_09	101_SR_09_4195_1125_P1	1,836	3.38	1.29	62	-	-	-	-	-	-	-	-	1,836	3.38	1.29	62
SR_09	101_SR_09_4195_1175_P1	2,092	1.79	3.88	38	-	-	-	-	-	-	-	-	2,092	1.79	3.88	38
SR_09	101_SR_09_4195_1225_P1	5,572	3.97	4.88	221	-	-	-	-	-	-	-	-	5,572	3.97	4.88	221
Total Ore - SR_09		140,452	1.59	2.96	2,233	40,353	0.81	3.57	329	24,428	0.72	3.35	175	205,232	1.33	3.13	2,738

Veta San Rafael (101)

SR 10

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_10	101_SR_10_4032_737_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	561	197	0.53	11	561	197	0.53	11
SR_10	101_SR_10_4032_775_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,233	139	0.64	17	1,233	139	0.64	17
SR_10	101_SR_10_4032_800_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	632	0.72	0.83	5	632	0.72	0.83	5
SR_10	101_SR_10_4032_825_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	610	0.93	0.62	6	610	0.93	0.62	6
SR_10	101_SR_10_4032_837_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	890	2.17	128	19	890	2.17	128	19
SR_10	101_SR_10_4032_862_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,614	139	159	23	1,614	139	159	23
SR_10	101_SR_10_4032_887_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,867	0.85	2.10	16	1,867	0.85	2.10	16
SR_10	101_SR_10_4032_912_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,680	0.73	197	12	1,680	0.73	197	12
SR_10	101_SR_10_4047_737_P2	-	-	-	-	346	193	0.47	7	-	-	-	-	346	193	0.47	7
SR_10	101_SR_10_4047_775_P2	-	-	-	-	917	139	0.68	13	-	-	-	-	917	139	0.68	13
SR_10	101_SR_10_4047_800_P2	-	-	-	-	494	0.61	0.89	3	-	-	-	-	494	0.61	0.89	3
SR_10	101_SR_10_4047_825_P2	-	-	-	-	427	0.90	0.63	4	-	-	-	-	427	0.90	0.63	4
SR_10	101_SR_10_4047_837_P2	-	-	-	-	597	2.10	122	13	-	-	-	-	597	2.10	122	13
SR_10	101_SR_10_4047_862_P2	-	-	-	-	1,147	143	158	16	-	-	-	-	1,147	143	158	16
SR_10	101_SR_10_4047_887_P2	-	-	-	-	1,657	0.86	2.12	14	-	-	-	-	1,657	0.86	2.12	14
SR_10	101_SR_10_4047_912_P2	-	-	-	-	1,268	0.94	189	12	-	-	-	-	1,268	0.94	189	12
SR_10	101_SR_10_4050_737_P2	-	-	-	-	351	2.07	0.48	7	-	-	-	-	351	2.07	0.48	7
SR_10	101_SR_10_4050_775_P2	-	-	-	-	896	140	0.65	13	-	-	-	-	896	140	0.65	13
SR_10	101_SR_10_4050_800_P2	-	-	-	-	455	0.26	0.87	1	-	-	-	-	455	0.26	0.87	1
SR_10	101_SR_10_4050_825_P2	-	-	-	-	437	0.75	0.63	3	-	-	-	-	437	0.75	0.63	3
SR_10	101_SR_10_4050_837_P2	-	-	-	-	547	2.24	107	12	-	-	-	-	547	2.24	107	12
SR_10	101_SR_10_4050_862_P2	-	-	-	-	973	139	135	14	-	-	-	-	973	139	135	14
SR_10	101_SR_10_4050_887_P2	-	-	-	-	1,460	0.83	184	12	-	-	-	-	1,460	0.83	184	12
SR_10	101_SR_10_4050_912_P2	-	-	-	-	1,219	0.99	178	12	-	-	-	-	1,219	0.99	178	12
SR_10	101_SR_10_4071_737_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	500	198	0.51	10	500	198	0.51	10
SR_10	101_SR_10_4071_775_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,234	137	0.66	17	1,234	137	0.66	17
SR_10	101_SR_10_4071_800_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	566	0.27	0.72	2	566	0.27	0.72	2
SR_10	101_SR_10_4071_825_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	693	0.68	0.69	5	693	0.68	0.69	5
SR_10	101_SR_10_4071_837_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	862	194	109	17	862	194	109	17
SR_10	101_SR_10_4071_862_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,236	129	112	16	1,236	129	112	16
SR_10	101_SR_10_4071_887_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	2,078	0.75	176	16	2,078	0.75	176	16
SR_10	101_SR_10_4071_912_P2	-	-	-	-	-	-	-	-	1,812	0.99	177	18	1,812	0.99	177	18
SR_10	101_SR_10_4130_737_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,829	134	145	25	1,829	134	145	25
SR_10	101_SR_10_4130_775_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	4,390	151	2.80	66	4,390	151	2.80	66
SR_10	101_SR_10_4130_800_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,692	131	127	22	1,692	131	127	22
SR_10	101_SR_10_4145_737_P1	-	-	-	-	1,721	144	186	25	-	-	-	-	1,721	144	186	25
SR_10	101_SR_10_4145_775_P1	-	-	-	-	2,929	144	2.74	42	-	-	-	-	2,929	144	2.74	42
SR_10	101_SR_10_4145_800_P1	-	-	-	-	1,114	136	122	15	-	-	-	-	1,114	136	122	15
SR_10	101_SR_10_4150_737_P1	-	-	-	-	1,950	156	2.23	30	-	-	-	-	1,950	156	2.23	30
SR_10	101_SR_10_4150_775_P1	-	-	-	-	2,742	153	2.70	42	-	-	-	-	2,742	153	2.70	42
SR_10	101_SR_10_4150_800_P1	-	-	-	-	994	146	110	15	-	-	-	-	994	146	110	15
SR_10	101_SR_10_4165_737_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,566	153	193	39	2,566	153	193	39
SR_10	101_SR_10_4165_775_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,506	158	2.25	55	3,506	158	2.25	55
SR_10	101_SR_10_4165_800_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,311	125	0.98	16	1,311	125	0.98	16
<b>Total Ore - SR_10</b>		-	-	-	-	<b>24,641</b>	<b>1.32</b>	<b>1.77</b>	<b>324</b>	<b>33,362</b>	<b>1.29</b>	<b>1.66</b>	<b>431</b>	<b>58,003</b>	<b>1.30</b>	<b>1.70</b>	<b>756</b>



Veta San Rafael (101)

SR 11

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_11	101_SR_11_4150_450_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,314	2.56	131	59	2,314	2.56	131	59
SR_11	101_SR_11_4175_450_P1	-	-	-	-	7,160	1.91	2.29	137	-	-	-	-	7,160	1.91	2.29	137
SR_11	101_SR_11_4190_450_P1	8,123	2.31	3.42	188	-	-	-	-	-	-	-	-	8,123	2.31	3.42	188
SR_11	101_SR_11_4205_450_P1	8,746	2.58	3.59	226	-	-	-	-	-	-	-	-	8,746	2.58	3.59	226
SR_11	101_SR_11_4215_425_P1	-	-	-	-	3,786	1.86	3.37	71	-	-	-	-	3,786	1.86	3.37	71
SR_11	101_SR_11_4215_450_P1	4,490	2.73	3.02	123	-	-	-	-	-	-	-	-	4,490	2.73	3.02	123
SR_11	101_SR_11_4230_425_P1	-	-	-	-	3,606	0.95	2.65	34	-	-	-	-	3,606	0.95	2.65	34
SR_11	101_SR_11_4230_450_P1	3,341	2.23	2.10	74	-	-	-	-	-	-	-	-	3,341	2.23	2.10	74
SR_11	101_SR_11_4245_425_P1	-	-	-	-	4,556	0.86	2.34	39	-	-	-	-	4,556	0.86	2.34	39
SR_11	101_SR_11_4245_450_P1	3,103	1.17	2.02	36	-	-	-	-	-	-	-	-	3,103	1.17	2.02	36
SR_11	101_SR_11_4255_425_P1	-	-	-	-	3,838	1.34	2.51	51	-	-	-	-	3,838	1.34	2.51	51
SR_11	101_SR_11_4255_450_P1	3,069	0.55	2.00	17	-	-	-	-	-	-	-	-	3,069	0.55	2.00	17
SR_11	101_SR_11_4270_425_P1	-	-	-	-	5,317	1.90	2.70	101	-	-	-	-	5,317	1.90	2.70	101
SR_11	101_SR_11_4270_450_P1	2,882	1.93	1.96	56	-	-	-	-	-	-	-	-	2,882	1.93	1.96	56
SR_11	101_SR_11_4280_425_P1	-	-	-	-	4,755	1.78	2.83	85	-	-	-	-	4,755	1.78	2.83	85
SR_11	101_SR_11_4280_450_P1	3,040	2.63	1.86	80	-	-	-	-	-	-	-	-	3,040	2.63	1.86	80
SR_11	101_SR_11_4295_325_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,786	1.39	1.30	25	1,786	1.39	1.30	25
SR_11	101_SR_11_4295_375_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,229	0.99	1.55	32	3,229	0.99	1.55	32
SR_11	101_SR_11_4295_400_P1	-	-	-	-	6,478	0.77	2.98	50	-	-	-	-	6,478	0.77	2.98	50
SR_11	101_SR_11_4295_450_P1	4,641	3.64	1.73	169	-	-	-	-	-	-	-	-	4,641	3.64	1.73	169
SR_11	101_SR_11_4305_325_P1	-	-	-	-	3,926	1.26	2.20	50	-	-	-	-	3,926	1.26	2.20	50
SR_11	101_SR_11_4305_375_P1	-	-	-	-	2,987	1.09	2.16	33	-	-	-	-	2,987	1.09	2.16	33
SR_11	101_SR_11_4305_400_P1	3,367	0.56	2.08	19	-	-	-	-	-	-	-	-	3,367	0.56	2.08	19
SR_11	101_SR_11_4305_450_P1	4,684	2.53	2.17	118	-	-	-	-	-	-	-	-	4,684	2.53	2.17	118
SR_11	101_SR_11_4310_325_P1	-	-	-	-	4,303	1.02	2.41	44	-	-	-	-	4,303	1.02	2.41	44
SR_11	101_SR_11_4310_375_P1	-	-	-	-	2,481	1.37	1.81	34	-	-	-	-	2,481	1.37	1.81	34
SR_11	101_SR_11_4310_400_P1	-	-	-	-	3,460	0.65	2.01	23	-	-	-	-	3,460	0.65	2.01	23
SR_11	101_SR_11_4310_450_P1	-	-	-	-	5,078	2.42	2.56	123	-	-	-	-	5,078	2.42	2.56	123
SR_11	101_SR_11_4330_325_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,377	0.99	2.24	33	3,377	0.99	2.24	33
SR_11	101_SR_11_4330_375_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,071	1.31	1.80	27	2,071	1.31	1.80	27
SR_11	101_SR_11_4330_400_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,367	0.67	2.18	22	3,367	0.67	2.18	22
SR_11	101_SR_11_4330_450_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,401	2.35	2.28	80	3,401	2.35	2.28	80
<b>Total Ore - SR_11</b>		<b>49,485</b>	<b>2.23</b>	<b>2.60</b>	<b>1,106</b>	<b>61,732</b>	<b>1.41</b>	<b>2.53</b>	<b>873</b>	<b>19,544</b>	<b>1.43</b>	<b>1.88</b>	<b>279</b>	<b>130,761</b>	<b>1.73</b>	<b>2.46</b>	<b>2,258</b>



SR_12	101_SR_12_4064_2150_R30	21	3.56	0.96	1	-	-	-	-	21	3.56	0.96	1				
SR_12	101_SR_12_4064_2200_P1	-	-	-	-	-	-	612	2.61	0.71	16	612	2.61	0.71	16		
SR_12	101_SR_12_4064_2200_R30	-	-	-	-	-	-	575	3.56	0.79	20	575	3.56	0.79	20		
SR_12	101_SR_12_4075_2075_P1	8,410	6.17	5.01	519	-	-	-	-	-	-	8,410	6.17	5.01	519		
SR_12	101_SR_12_4075_2075_P2	4,159	199	9.37	83	-	-	-	-	-	-	4,159	199	9.37	83		
SR_12	101_SR_12_4075_2075_P3	1,011	0.82	2.40	8	-	-	-	-	-	-	1,011	0.82	2.40	8		
SR_12	101_SR_12_4075_2075_P4	3,684	143	2.27	53	-	-	-	-	-	-	3,684	143	2.27	53		
SR_12	101_SR_12_4075_2125_P1	4,100	4.54	2.90	186	-	-	-	-	-	-	4,100	4.54	2.90	186		
SR_12	101_SR_12_4075_2125_P4	44	1.56	0.81	1	-	-	-	-	-	-	44	1.56	0.81	1		
SR_12	101_SR_12_4075_2150_P1	2,528	5.53	1.83	140	-	-	-	-	-	-	2,528	5.53	1.83	140		
SR_12	101_SR_12_4075_2150_R30	344	3.56	1.47	12	-	-	-	-	-	-	344	3.56	1.47	12		
SR_12	101_SR_12_4075_2200_P1	-	-	-	-	660	3.27	0.65	22	-	-	660	3.27	0.65	22		
SR_12	101_SR_12_4075_2200_R30	-	-	-	-	1,185	3.56	1.10	42	-	-	1,185	3.56	1.10	42		
SR_12	101_SR_12_4085_1925_P1	3,746	7.69	9.27	288	-	-	-	-	-	-	3,746	7.69	9.27	288		
SR_12	101_SR_12_4085_1925_P3	803	2.32	4.58	19	-	-	-	-	-	-	803	2.32	4.58	19		
SR_12	101_SR_12_4085_2000_P1	7,474	6.67	7.13	499	-	-	-	-	-	-	7,474	6.67	7.13	499		
SR_12	101_SR_12_4085_2000_P2	10,790	3.83	11.07	413	-	-	-	-	-	-	10,790	3.83	11.07	413		
SR_12	101_SR_12_4085_2000_P3	7,443	3.28	6.03	244	-	-	-	-	-	-	7,443	3.28	6.03	244		
SR_12	101_SR_12_4085_2000_P4	2,901	183	5.95	53	-	-	-	-	-	-	2,901	183	5.95	53		
SR_12	101_SR_12_4085_2075_P1	5,484	5.86	4.89	321	-	-	-	-	-	-	5,484	5.86	4.89	321		
SR_12	101_SR_12_4085_2075_P2	1,202	4.75	3.10	57	-	-	-	-	-	-	1,202	4.75	3.10	57		
SR_12	101_SR_12_4085_2075_P3	1,463	1.68	2.58	25	-	-	-	-	-	-	1,463	1.68	2.58	25		
SR_12	101_SR_12_4085_2075_P4	4,943	1.54	4.55	76	-	-	-	-	-	-	4,943	1.54	4.55	76		
SR_12	101_SR_12_4085_2125_P1	2,751	2.49	2.25	68	-	-	-	-	-	-	2,751	2.49	2.25	68		
SR_12	101_SR_12_4085_2125_P4	377	1.26	0.90	5	-	-	-	-	-	-	377	1.26	0.90	5		
SR_12	101_SR_12_4085_2150_P1	2,820	4.82	2.02	136	-	-	-	-	-	-	2,820	4.82	2.02	136		
SR_12	101_SR_12_4085_2150_R30	192	3.56	0.93	7	-	-	-	-	-	-	192	3.56	0.93	7		
SR_12	101_SR_12_4085_2200_P1	706	3.78	0.76	27	-	-	-	-	-	-	706	3.78	0.76	27		
SR_12	101_SR_12_4085_2200_R30	710	3.56	1.06	25	-	-	-	-	-	-	710	3.56	1.06	25		
<b>Total Ore - SR_12</b>		<b>248,084</b>	<b>4.95</b>	<b>3.83</b>	<b>12,290</b>	<b>12,352</b>	<b>4.57</b>	<b>1.01</b>	<b>564</b>	<b>2,614</b>	<b>2.63</b>	<b>0.76</b>	<b>69</b>	<b>263,050</b>	<b>4.91</b>	<b>3.67</b>	<b>12,923</b>







La veta San Rafael Techo se encuentra ubicada al NE de la veta San Rafael (caja techo). Está reconocida entre los niveles 3800 al 3925 en cota y entre las secciones 2012.50 a 2450 en horizontal, con rumbo normal NW – SE, su buzamiento varía entre 75° a 89° SW.

La Veta San Rafael Techo presenta un ensamble mineralógico de clorita, cuarzo, turmalina y casiterita (venillas y aureolas sobre los clastos), leve presencia de sulfuros (pirita, calcopirita) y brecha con matriz de cuarzo blanco y clastos subangulosos a subredondeados de intrusivo monzogranito levemente cloritizado.

Durante los meses de agosto y setiembre se han ejecutado actividades de exploración sobre esta veta (labor minera y ddh), lo que ha permitido incrementar recursos de 55,933TM @ 1.92%Sn, del mismo modo el desarrollo de la exploración sobre veta, permitió el aporte de 2,159TM @ 1.65%Sn a la producción.

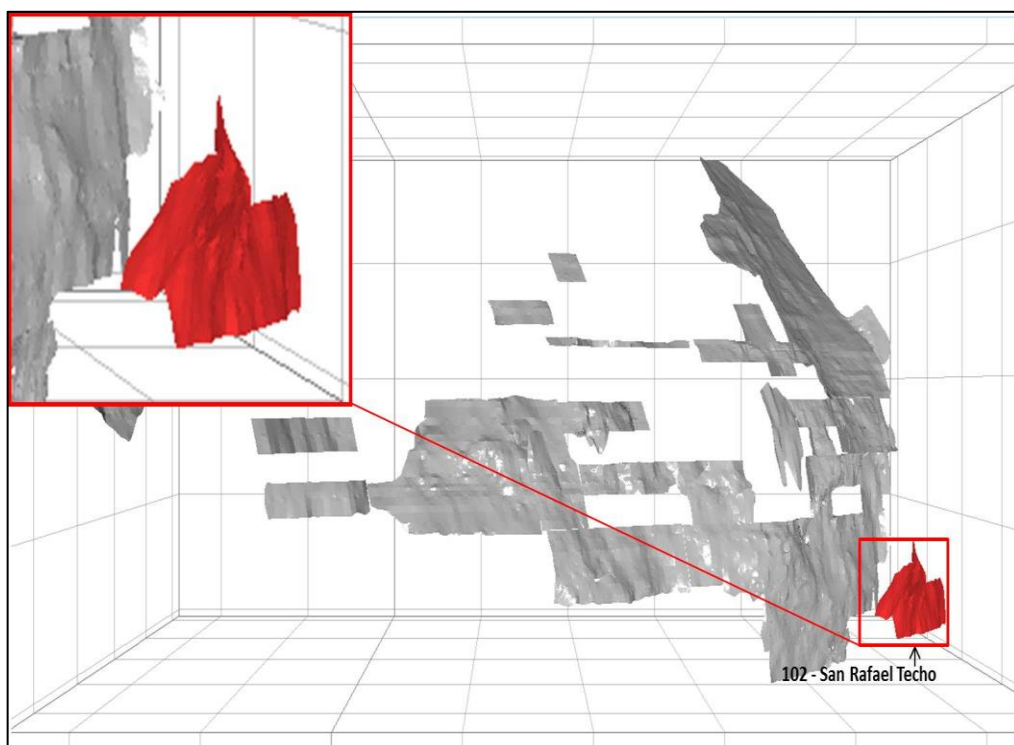


Figura 36.- Vista 3D, mirando al W, mostrando la veta San Rafael Techo (rojo).

## 2. RAMAL TECHO SAN RAFAEL (101)

Veta San Rafael Techo (102)

VSR T

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
VSR_T	102_VSR_T_3790_2175_P1	-	-	-	-	628	0.52	0.68	3	-	-	-	-	628	0.52	0.68	3
VSR_T	102_VSR_T_3790_2200_P1	-	-	-	-	1,206	1.21	0.98	15	-	-	-	-	1,206	1.21	0.98	15
VSR_T	102_VSR_T_3790_2250_P1	-	-	-	-	571	0.65	0.80	4	-	-	-	-	571	0.65	0.80	4
VSR_T	102_VSR_T_3790_2275_P1	-	-	-	-	1,541	2.02	1.24	31	-	-	-	-	1,541	2.02	1.24	31
VSR_T	102_VSR_T_3790_2300_P1	-	-	-	-	958	0.92	0.87	9	-	-	-	-	958	0.92	0.87	9
VSR_T	102_VSR_T_3790_2350_P1	-	-	-	-	1,114	2.07	0.94	23	-	-	-	-	1,114	2.07	0.94	23
VSR_T	102_VSR_T_3800_2175_P1	2,516	100	126	25	-	-	-	-	-	-	-	-	2,516	100	126	25
VSR_T	102_VSR_T_3800_2250_P1	768	0.62	1.15	5	-	-	-	-	-	-	-	-	768	0.62	1.15	5
VSR_T	102_VSR_T_3800_2275_P1	1,797	1.92	1.63	34	-	-	-	-	-	-	-	-	1,797	1.92	1.63	34
VSR_T	102_VSR_T_3800_2300_P1	1,373	0.99	1.50	14	-	-	-	-	-	-	-	-	1,373	0.99	1.50	14
VSR_T	102_VSR_T_3800_2350_P1	1,189	2.35	1.27	28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,189	2.35	1.27	28
VSR_T	102_VSR_T_3815_2125_P1	-	-	-	-	1,173	0.55	1.55	6	-	-	-	-	1,173	0.55	1.55	6
VSR_T	102_VSR_T_3815_2150_P1	-	-	-	-	1,075	0.94	1.57	10	-	-	-	-	1,075	0.94	1.57	10
VSR_T	102_VSR_T_3815_2175_P1	-	-	-	-	4,633	2.43	2.44	113	-	-	-	-	4,633	2.43	2.44	113
VSR_T	102_VSR_T_3815_2250_P1	-	-	-	-	948	1.45	1.26	14	-	-	-	-	948	1.45	1.26	14
VSR_T	102_VSR_T_3815_2275_P1	-	-	-	-	1,884	1.72	1.55	32	-	-	-	-	1,884	1.72	1.55	32
VSR_T	102_VSR_T_3815_2300_P1	-	-	-	-	1,795	1.33	1.80	24	-	-	-	-	1,795	1.33	1.80	24
VSR_T	102_VSR_T_3815_2350_P1	-	-	-	-	1,379	2.67	1.13	37	-	-	-	-	1,379	2.67	1.13	37
VSR_T	102_VSR_T_3825_2125_P1	1,200	1.36	1.33	16	-	-	-	-	-	-	-	-	1,200	1.36	1.33	16
VSR_T	102_VSR_T_3825_2150_P1	1,732	2.51	2.22	43	-	-	-	-	-	-	-	-	1,732	2.51	2.22	43
VSR_T	102_VSR_T_3825_2175_P1	9,618	3.01	4.42	289	-	-	-	-	-	-	-	-	9,618	3.01	4.42	289
VSR_T	102_VSR_T_3825_2175_P2	144	5.71	1.37	8	-	-	-	-	-	-	-	-	144	5.71	1.37	8
VSR_T	102_VSR_T_3825_2250_P1	2,000	3.66	2.70	73	-	-	-	-	-	-	-	-	2,000	3.66	2.70	73
VSR_T	102_VSR_T_3825_2275_P1	-	-	-	-	1,951	1.63	1.36	32	-	-	-	-	1,951	1.63	1.36	32
VSR_T	102_VSR_T_3825_2300_P1	-	-	-	-	1,949	2.85	1.61	56	-	-	-	-	1,949	2.85	1.61	56
VSR_T	102_VSR_T_3825_2350_P1	-	-	-	-	1,630	2.49	1.10	41	-	-	-	-	1,630	2.49	1.10	41
VSR_T	102_VSR_T_3840_2062_P1	-	-	-	-	877	2.24	1.62	20	-	-	-	-	877	2.24	1.62	20
VSR_T	102_VSR_T_3840_2075_P1	-	-	-	-	2,202	2.58	1.24	57	-	-	-	-	2,202	2.58	1.24	57
VSR_T	102_VSR_T_3840_2275_P1	971	2.71	1.14	26	-	-	-	-	-	-	-	-	971	2.71	1.14	26
VSR_T	102_VSR_T_3840_2300A_P1	1,213	1.17	1.26	14	-	-	-	-	-	-	-	-	1,213	1.17	1.26	14
VSR_T	102_VSR_T_3840_2300B_P1	1,362	2.25	1.90	31	-	-	-	-	-	-	-	-	1,362	2.25	1.90	31
VSR_T	102_VSR_T_3840_2325_P1	2,420	1.67	1.32	40	-	-	-	-	-	-	-	-	2,420	1.67	1.32	40
VSR_T	102_VSR_T_3850_2062_P1	-	-	-	-	1,156	2.30	1.89	27	-	-	-	-	1,156	2.30	1.89	27
VSR_T	102_VSR_T_3850_2075_P1	2,941	3.25	1.79	96	-	-	-	-	-	-	-	-	2,941	3.25	1.79	96
VSR_T	102_VSR_T_3850_2275_P1	559	3.80	1.46	21	-	-	-	-	-	-	-	-	559	3.80	1.46	21
VSR_T	102_VSR_T_3850_2300A_P1	-	-	-	-	928	1.20	1.10	11	-	-	-	-	928	1.20	1.10	11
VSR_T	102_VSR_T_3850_2300B_P1	-	-	-	-	809	0.98	1.49	8	-	-	-	-	809	0.98	1.49	8
VSR_T	102_VSR_T_3867_2062_P1	-	-	-	-	674	2.20	1.48	15	-	-	-	-	674	2.20	1.48	15
VSR_T	102_VSR_T_3867_2075_P1	2,589	3.47	1.79	90	-	-	-	-	-	-	-	-	2,589	3.47	1.79	90
VSR_T	102_VSR_T_3867_2275_P1	1,624	3.26	2.23	53	-	-	-	-	-	-	-	-	1,624	3.26	2.23	53
VSR_T	102_VSR_T_3867_2300A_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	205	1.74	0.72	4	205	1.74	0.72	4
VSR_T	102_VSR_T_3867_2300B_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	87	1.25	0.60	1	87	1.25	0.60	1
VSR_T	102_VSR_T_3885_2075_P1	-	-	-	-	2,288	3.75	1.51	86	-	-	-	-	2,288	3.75	1.51	86
VSR_T	102_VSR_T_3885_2275_P1	-	-	-	-	1,024	3.36	1.44	34	-	-	-	-	1,024	3.36	1.44	34
VSR_T	102_VSR_T_3895_2075_P1	1,539	2.11	1.56	33	-	-	-	-	-	-	-	-	1,539	2.11	1.56	33
VSR_T	102_VSR_T_3895_2125_P1	668	2.37	1.75	16	-	-	-	-	-	-	-	-	668	2.37	1.75	16
VSR_T	102_VSR_T_3895_2150_P1	600	3.31	1.22	20	-	-	-	-	-	-	-	-	600	3.31	1.22	20
VSR_T	102_VSR_T_3895_2150_R10	176	2.24	0.51	4	-	-	-	-	-	-	-	-	176	2.24	0.51	4
VSR_T	102_VSR_T_3900_2087_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	242	1.24	0.93	3	242	1.24	0.93	3
VSR_T	102_VSR_T_3900_2100_P1	-	-	-	-	735	2.27	1.46	17	-	-	-	-	735	2.27	1.46	17
VSR_T	102_VSR_T_3900_2125_P1	-	-	-	-	254	1.17	0.88	3	-	-	-	-	254	1.17	0.88	3
VSR_T	102_VSR_T_3900_2150_P1	-	-	-	-	268	2.44	0.91	7	-	-	-	-	268	2.44	0.91	7
VSR_T	102_VSR_T_3900_2150_R10	-	-	-	-	117	2.07	0.42	2	-	-	-	-	117	2.07	0.42	2
VSR_T	102_VSR_T_3900_2200_P1	-	-	-	-	1,828	3.33	1.23	61	-	-	-	-	1,828	3.33	1.23	61
VSR_T	102_VSR_T_3900_2250_P1	-	-	-	-	874	3.70	0.93	32	-	-	-	-	874	3.70	0.93	32
VSR_T	102_VSR_T_3915_2100_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	354	2.18	0.70	8	354	2.18	0.70	8
VSR_T	102_VSR_T_3915_2125_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	210	1.21	0.58	3	210	1.21	0.58	3
VSR_T	102_VSR_T_3915_2150_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	112	2.32	0.45	3	112	2.32	0.45	3
VSR_T	102_VSR_T_3915_2150_R10	-	-	-	-	-	-	-	-	27	2.58	0.28	1	27	2.58	0.28	1
VSR_T	102_VSR_T_3920_2225_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,271	2.92	0.83	37	1,271	2.92	0.83	37
<b>Total Ore - VSR_T</b>		<b>39,001</b>	<b>2.51</b>	<b>2.34</b>	<b>980</b>	<b>38,471</b>	<b>2.15</b>	<b>1.46</b>	<b>827</b>	<b>2,509</b>	<b>2.33</b>	<b>0.76</b>	<b>58</b>	<b>79,981</b>	<b>2.33</b>	<b>1.87</b>	<b>1,865</b>

La Veta Ramal Techo San Rafael, es una estructura secundaria, se encuentra ubicada al NE de la veta San Rafael, reconocida entre los niveles



4125 - 4175 y entre las secciones geológicas 1825 a 1912.5 (en la horizontal), con rumbo normal NW – SE y buzamiento que varía entre 63° a 67° NE.

La estructura mineralizada, presenta un ensamble mineralógico de clorita, cuarzo, turmalina y casiterita (venillas y aureolas sobre los clastos), leve presencia de sulfuros (pirita, calcopirita) y textura brechado de cuarzo con clastos subangulosos a subredondeados de intrusivo monzogranito levemente cloritizado.

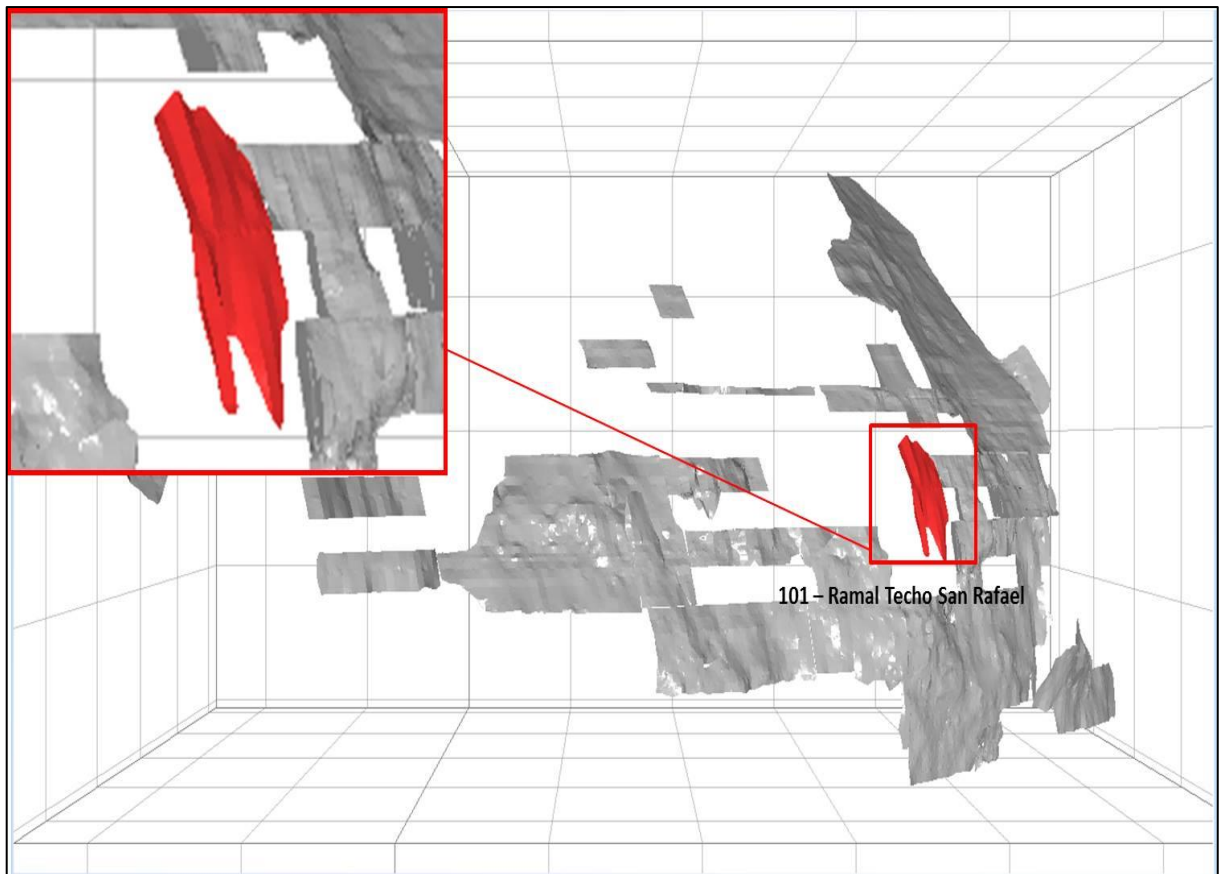


Figura 37.- Vista 3D, mirando al W, mostrando la Veta Ramal Techo San Rafael (rojo).

Ramal Techo San Rafael (101)

SR RT

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_RT	103_SR_RT_4100_1825_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,849	130	3.28	50	3,849	130	3.28	50
SR_RT	103_SR_RT_4100_1850_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,187	2.42	0.63	29	1,187	2.42	0.63	29
SR_RT	103_SR_RT_4100_1875_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,417	3.09	1.68	106	3,417	3.09	1.68	106
SR_RT	103_SR_RT_4125_1900_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	838	1.29	0.59	11	838	1.29	0.59	11
SR_RT	103_SR_RT_4140_1825_P1	-	-	-	-	1,020	0.86	1.91	9	-	-	-	-	1,020	0.86	1.91	9
SR_RT	103_SR_RT_4140_1850_P1	-	-	-	-	647	2.99	0.65	19	-	-	-	-	647	2.99	0.65	19
SR_RT	103_SR_RT_4140_1875_P1	-	-	-	-	680	3.35	0.63	23	-	-	-	-	680	3.35	0.63	23
SR_RT	103_SR_RT_4140_1900_P1	-	-	-	-	790	2.20	0.81	17	-	-	-	-	790	2.20	0.81	17
SR_RT	103_SR_RT_4150_1825_P1	377	0.97	0.88	4	-	-	-	-	-	-	-	-	377	0.97	0.88	4
SR_RT	103_SR_RT_4150_1850_P1	370	3.17	0.58	12	-	-	-	-	-	-	-	-	370	3.17	0.58	12
SR_RT	103_SR_RT_4150_1875_P1	645	3.37	0.96	22	-	-	-	-	-	-	-	-	645	3.37	0.96	22
SR_RT	103_SR_RT_4150_1900_P1	598	2.42	1.01	14	-	-	-	-	-	-	-	-	598	2.42	1.01	14
SR_RT	103_SR_RT_4170_1825_P1	418	1.14	0.82	5	-	-	-	-	-	-	-	-	418	1.14	0.82	5
SR_RT	103_SR_RT_4170_1850_P1	670	3.02	0.95	20	-	-	-	-	-	-	-	-	670	3.02	0.95	20
SR_RT	103_SR_RT_4170_1875_P1	964	3.54	1.27	34	-	-	-	-	-	-	-	-	964	3.54	1.27	34
SR_RT	103_SR_RT_4170_1900_P1	777	2.38	1.07	19	-	-	-	-	-	-	-	-	777	2.38	1.07	19
SR_RT	103_SR_RT_4180_1825_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	891	1.38	0.76	12	891	1.38	0.76	12
SR_RT	103_SR_RT_4180_1850_P1	-	-	-	-	453	3.08	0.65	14	-	-	-	-	453	3.08	0.65	14
SR_RT	103_SR_RT_4180_1875_P1	-	-	-	-	740	3.37	1.04	25	-	-	-	-	740	3.37	1.04	25
SR_RT	103_SR_RT_4180_1900_P1	-	-	-	-	898	3.96	1.35	36	-	-	-	-	898	3.96	1.35	36
SR_RT	103_SR_RT_4185_1850_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	659	3.08	0.60	20	659	3.08	0.60	20
SR_RT	103_SR_RT_4185_1875_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	968	5.21	0.96	50	968	5.21	0.96	50
SR_RT	103_SR_RT_4185_1900_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,602	7.44	1.54	119	1,602	7.44	1.54	119
<b>Total Ore - SR_RT</b>		<b>4,818</b>	<b>2.68</b>	<b>1.00</b>	<b>129</b>	<b>5,230</b>	<b>2.73</b>	<b>1.09</b>	<b>143</b>	<b>13,410</b>	<b>2.96</b>	<b>1.80</b>	<b>397</b>	<b>23,458</b>	<b>2.85</b>	<b>1.47</b>	<b>669</b>

### 3.RAMAL PISO SAN RAFAEL (104)

La Veta Ramal Piso San Rafael se encuentra ubicada al SW de Veta San Rafael. Se encuentra reconocida entre los niveles 4050 y 4310 y entre las secciones 1800 a 2150 (en la horizontal), presenta un rumbo normal NW – SE, y buzamiento que varía entre 71° a 79° NE.

La Veta Ramal Piso presenta un ensamble mineralógico de clorita, cuarzo, turmalina y casiterita (en venillas y aureolas sobre los clastos), leve presencia de sulfuros (pirita, calcopirita), textura brechado de cuarzo blanco con clastos subangulosos a subredondeados de intrusivo monzogranito levemente cloritizado, Las zonas cloritizadas gradan hacia una débil a moderada alteración sericitica, que afecta a las plagioclasas de los granitos, quedando un halo de color verdoso en las cajas de estas vetas.

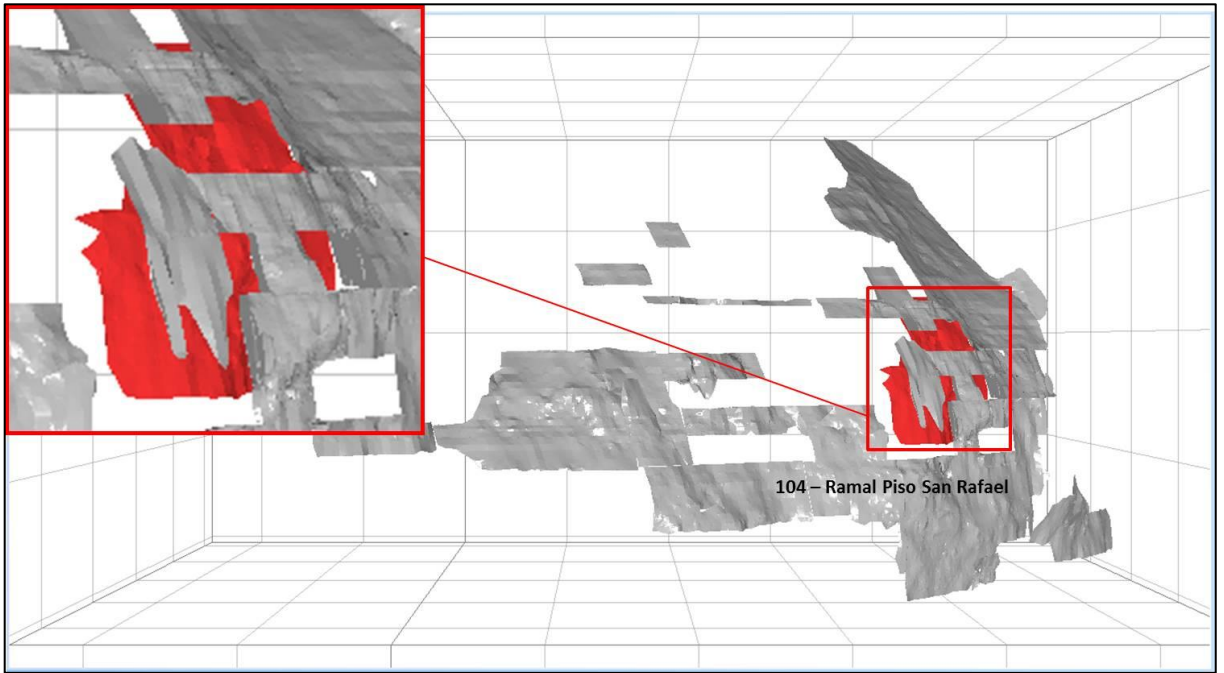


Figura 38.- Vista 3D, mirando al W, mostrando la veta Ramal Piso San Rafael (rojo).

Ramal Piso San Rafael (104)					SR RP												
AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
SR_RP	104_SR_RP_4025_1850_P1	-	-	-	-	1,970	6.69	1.17	132	-	-	-	-	1,970	6.69	1.17	132
SR_RP	104_SR_RP_4025_1875_P1	-	-	-	-	2,077	3.58	1.66	74	-	-	-	-	2,077	3.58	1.66	74
SR_RP	104_SR_RP_4025_1925_P1	-	-	-	-	2,365	1.33	1.08	32	-	-	-	-	2,365	1.33	1.08	32
SR_RP	104_SR_RP_4025_2000_P1	-	-	-	-	1,532	3.64	0.77	56	-	-	-	-	1,532	3.64	0.77	56
SR_RP	104_SR_RP_4040_1850_P1	1,556	6.75	1.05	105	-	-	-	-	-	-	-	-	1,556	6.75	1.05	105
SR_RP	104_SR_RP_4040_1875_P1	1,938	3.39	1.77	66	-	-	-	-	-	-	-	-	1,938	3.39	1.77	66
SR_RP	104_SR_RP_4040_1925_P1	3,196	1.40	1.57	45	-	-	-	-	-	-	-	-	3,196	1.40	1.57	45
SR_RP	104_SR_RP_4040_2000_P1	2,016	3.60	0.93	72	-	-	-	-	-	-	-	-	2,016	3.60	0.93	72
SR_RP	104_SR_RP_4050_1850_P1	4,707	5.79	1.42	272	-	-	-	-	-	-	-	-	4,707	5.79	1.42	272
SR_RP	104_SR_RP_4050_1925_P1	5,966	2.32	2.14	138	-	-	-	-	-	-	-	-	5,966	2.32	2.14	138
SR_RP	104_SR_RP_4050_2000_P1	3,724	4.01	1.30	149	-	-	-	-	-	-	-	-	3,724	4.01	1.30	149
SR_RP	104_SR_RP_4071_1850_P1	-	-	-	-	2,536	6.50	0.93	165	-	-	-	-	2,536	6.50	0.93	165
SR_RP	104_SR_RP_4087_1850_P1	3,672	5.09	1.18	187	-	-	-	-	-	-	-	-	3,672	5.09	1.18	187
SR_RP	104_SR_RP_4087_2075_P1	3,129	1.57	1.85	49	-	-	-	-	-	-	-	-	3,129	1.57	1.85	49
SR_RP	104_SR_RP_4100_1800_P1	800	2.05	1.15	16	-	-	-	-	-	-	-	-	800	2.05	1.15	16
SR_RP	104_SR_RP_4100_2100_P1	1,478	1.69	1.92	25	-	-	-	-	-	-	-	-	1,478	1.69	1.92	25
SR_RP	104_SR_RP_4100_2100_R30	17	2.18	0.52	0	-	-	-	-	-	-	-	-	17	2.18	0.52	0
SR_RP	104_SR_RP_4127_1800_P1	693	3.53	1.60	24	-	-	-	-	-	-	-	-	693	3.53	1.60	24
SR_RP	104_SR_RP_4127_2100_P1	789	2.67	1.97	21	-	-	-	-	-	-	-	-	789	2.67	1.97	21
SR_RP	104_SR_RP_4127_2100_R30	172	3.11	0.80	5	-	-	-	-	-	-	-	-	172	3.11	0.80	5
SR_RP	104_SR_RP_4141_2100_P1	398	2.64	1.00	10	-	-	-	-	-	-	-	-	398	2.64	1.00	10
SR_RP	104_SR_RP_4141_2100_R30	174	4.82	0.67	8	-	-	-	-	-	-	-	-	174	4.82	0.67	8
SR_RP	104_SR_RP_4150_2075_P1	2,293	2.13	1.13	49	-	-	-	-	-	-	-	-	2,293	2.13	1.13	49
SR_RP	104_SR_RP_4150_2075_R20	1,799	0.65	1.21	12	-	-	-	-	-	-	-	-	1,799	0.65	1.21	12
SR_RP	104_SR_RP_4150_2075_R30	1,396	3.65	0.81	51	-	-	-	-	-	-	-	-	1,396	3.65	0.81	51
SR_RP	104_SR_RP_4150_2075_R40	1,801	2.86	2.11	52	-	-	-	-	-	-	-	-	1,801	2.86	2.11	52
SR_RP	104_SR_RP_4175_2075_P1	1,619	0.52	1.28	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,619	0.52	1.28	8
SR_RP	104_SR_RP_4175_2075_R20	1,382	0.57	1.28	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,382	0.57	1.28	8
SR_RP	104_SR_RP_4175_2075_R30	701	2.02	0.83	14	-	-	-	-	-	-	-	-	701	2.02	0.83	14
SR_RP	104_SR_RP_4175_2075_R40	827	5.66	1.16	47	-	-	-	-	-	-	-	-	827	5.66	1.16	47
SR_RP	104_SR_RP_4195_1925_P1	1,907	6.62	1.22	126	-	-	-	-	-	-	-	-	1,907	6.62	1.22	126
SR_RP	104_SR_RP_4195_2075_P1	1,795	0.57	1.17	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1,795	0.57	1.17	10
SR_RP	104_SR_RP_4195_2075_R20	720	0.25	0.78	2	-	-	-	-	-	-	-	-	720	0.25	0.78	2
SR_RP	104_SR_RP_4195_2075_R30	882	3.06	0.85	27	-	-	-	-	-	-	-	-	882	3.06	0.85	27
SR_RP	104_SR_RP_4195_2075_R40	137	5.73	1.49	8	-	-	-	-	-	-	-	-	137	5.73	1.49	8
SR_RP	104_SR_RP_4200_1925_P1	4,408	7.09	3.16	313	-	-	-	-	-	-	-	-	4,408	7.09	3.16	313
SR_RP	104_SR_RP_4200_2075_P1	1,925	6.16	1.97	118	-	-	-	-	-	-	-	-	1,925	6.16	1.97	118
SR_RP	104_SR_RP_4200_2075_R30	176	2.61	0.78	5	-	-	-	-	-	-	-	-	176	2.61	0.78	5
SR_RP	104_SR_RP_4200_2075_R40	11	6.42	0.71	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11	6.42	0.71	1
SR_RP	104_SR_RP_4225_2075_P1	1,929	6.18	2.96	119	-	-	-	-	-	-	-	-	1,929	6.18	2.96	119
SR_RP	104_SR_RP_4250_2050_P1	7,053	5.97	2.53	421	-	-	-	-	-	-	-	-	7,053	5.97	2.53	421
SR_RP	104_SR_RP_4270_2050_P1	10,499	4.43	2.15	465	-	-	-	-	-	-	-	-	10,499	4.43	2.15	465
SR_RP	104_SR_RP_4270_2050_R10	943	3.46	2.06	33	-	-	-	-	-	-	-	-	943	3.46	2.06	33
SR_RP	104_SR_RP_4295_2075_P1	2,268	3.58	2.02	81	-	-	-	-	-	-	-	-	2,268	3.58	2.02	81
SR_RP	104_SR_RP_4295_2075_R10	3	2.42	0.56	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.42	0.56	0
<b>Total Ore - SR RP</b>		<b>80,899</b>	<b>3.91</b>	<b>1.79</b>	<b>3,164</b>	<b>10,480</b>	<b>4.37</b>	<b>1.13</b>	<b>458</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>91,379</b>	<b>3.96</b>	<b>1.72</b>	<b>3,622</b>

#### 4.VETA SPLIT 2 SAN RAFAEL (105)

Estructura ubicada al piso de la veta San Rafael, se encuentra reconocida con laboreo minero entre los niveles 4200 - 4450 y entre las secciones geológicas 1750 hasta 2050 en horizontal (nivel 4310).

Estructuralmente presenta un rumbo NW – SE, entre la sección 2000 gira con rumbo N – S interceptando la veta San Rafael, su buzamiento varía entre 50° a 70° NE, su potencia entre 0.7m a 2.4m.

Mineralógicamente registra ensamble de clorita, cuarzo, turmalina y casiterita en forma de venillas y aureolas en clastos subangulosos a

subredondeados de brecha de cuarzo y esporádica presencia de sulfuros primarios (pirita, pirrotita, calcopirita).

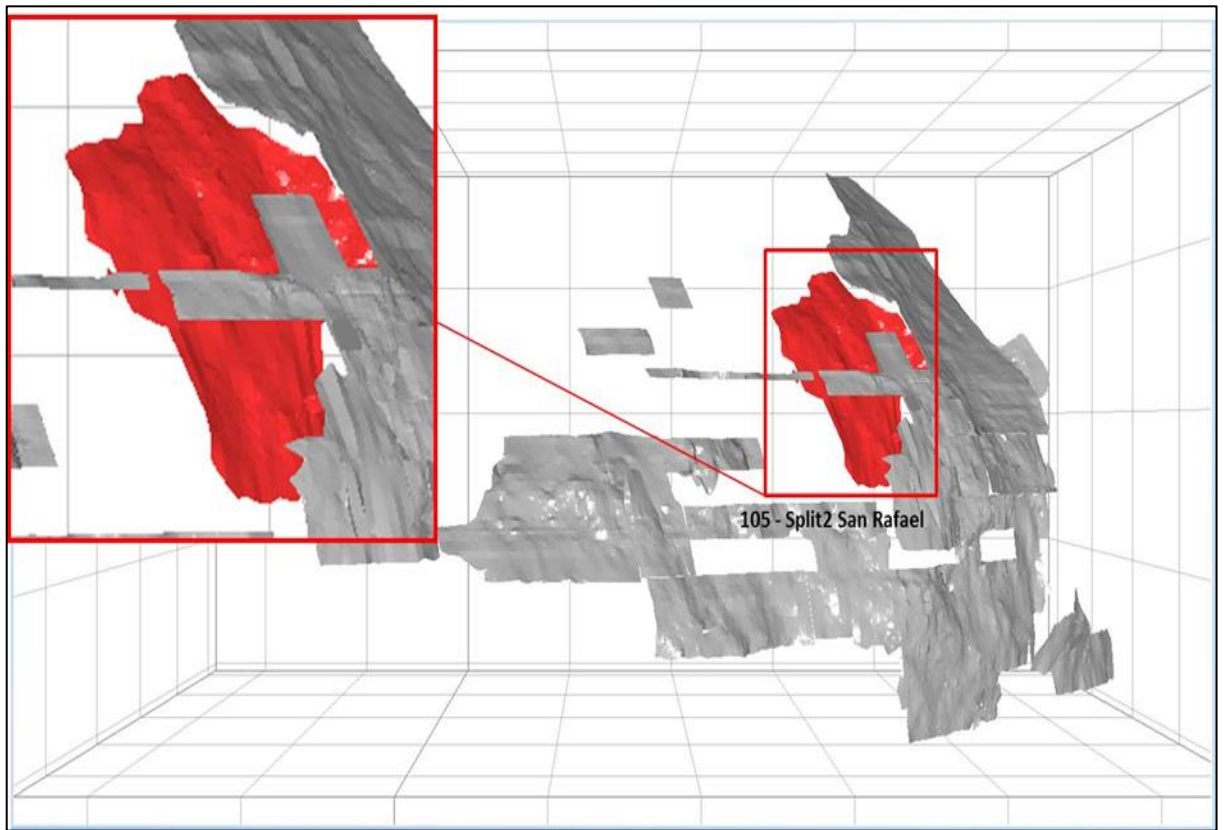


Figura 39.- Vista 3D, mirando al W, mostrando la veta Split 2 San Rafael (rojo).

Veta Split 2 San Rafael (105)

VS2SR

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
VS2SR	105_VS2SR_4140_1800_P1	-	-	-	-	2,782	6.86	0.97	191	-	-	-	-	2,782	6.86	0.97	191
VS2SR	105_VS2SR_4140_1825_P1	-	-	-	-	1,046	3.44	1.14	36	-	-	-	-	1,046	3.44	1.14	36
VS2SR	105_VS2SR_4140_1900_P1	-	-	-	-	2,414	6.02	0.89	145	-	-	-	-	2,414	6.02	0.89	145
VS2SR	105_VS2SR_4140_1925_P1	-	-	-	-	209	6.52	0.56	14	-	-	-	-	209	6.52	0.56	14
VS2SR	105_VS2SR_4160_1800_P1	1,564	7.04	0.95	110	-	-	-	-	-	-	-	-	1,564	7.04	0.95	110
VS2SR	105_VS2SR_4160_1825_P1	819	2.40	1.23	20	-	-	-	-	-	-	-	-	819	2.40	1.23	20
VS2SR	105_VS2SR_4160_1900_P1	2,224	5.61	1.20	125	-	-	-	-	-	-	-	-	2,224	5.61	1.20	125
VS2SR	105_VS2SR_4160_1925_P1	823	5.68	1.30	47	-	-	-	-	-	-	-	-	823	5.68	1.30	47
VS2SR	105_VS2SR_4175_1800_P1	2,057	5.17	1.12	106	-	-	-	-	-	-	-	-	2,057	5.17	1.12	106
VS2SR	105_VS2SR_4175_1825_P1	489	2.92	0.88	14	-	-	-	-	-	-	-	-	489	2.92	0.88	14
VS2SR	105_VS2SR_4175_1850_P1	1,018	4.48	0.94	46	-	-	-	-	-	-	-	-	1,018	4.48	0.94	46
VS2SR	105_VS2SR_4175_1875_P1	1,282	6.24	1.43	80	-	-	-	-	-	-	-	-	1,282	6.24	1.43	80
VS2SR	105_VS2SR_4175_1900_P1	1,487	4.03	1.28	60	-	-	-	-	-	-	-	-	1,487	4.03	1.28	60
VS2SR	105_VS2SR_4190_1800_P1	1,531	5.32	0.88	81	-	-	-	-	-	-	-	-	1,531	5.32	0.88	81
VS2SR	105_VS2SR_4190_1825_P1	536	4.73	0.99	25	-	-	-	-	-	-	-	-	536	4.73	0.99	25
VS2SR	105_VS2SR_4190_1850_P1	1,981	6.88	1.14	136	-	-	-	-	-	-	-	-	1,981	6.88	1.14	136
VS2SR	105_VS2SR_4190_1900_P1	1,353	3.14	1.37	43	-	-	-	-	-	-	-	-	1,353	3.14	1.37	43
VS2SR	105_VS2SR_4190_1900_P2	640	5.21	2.44	33	-	-	-	-	-	-	-	-	640	5.21	2.44	33
VS2SR	105_VS2SR_4190_1950_P1	-	-	-	-	1,357	2.53	1.29	34	-	-	-	-	1,357	2.53	1.29	34
VS2SR	105_VS2SR_4190_1950_P2	-	-	-	-	1,017	4.13	3.57	42	-	-	-	-	1,017	4.13	3.57	42
VS2SR	105_VS2SR_4200_1925_P1	1,486	4.21	1.25	62	-	-	-	-	-	-	-	-	1,486	4.21	1.25	62
VS2SR	105_VS2SR_4200_1925_P2	11	4.22	2.60	0	-	-	-	-	-	-	-	-	11	4.22	2.60	0
VS2SR	105_VS2SR_4200_1950_P1	1,719	1.08	1.50	19	-	-	-	-	-	-	-	-	1,719	1.08	1.50	19
VS2SR	105_VS2SR_4200_1950_P2	1,173	5.28	2.99	62	-	-	-	-	-	-	-	-	1,173	5.28	2.99	62
VS2SR	105_VS2SR_4220_1900_P1	-	-	-	-	734	2.83	1.04	21	-	-	-	-	734	2.83	1.04	21
VS2SR	105_VS2SR_4220_1925_P1	-	-	-	-	1,201	1.86	1.35	22	-	-	-	-	1,201	1.86	1.35	22
VS2SR	105_VS2SR_4235_1850_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,851	4.39	0.93	81	1,851	4.39	0.93	81
VS2SR	105_VS2SR_4235_1900_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,397	2.89	0.94	69	2,397	2.89	0.94	69
VS2SR	105_VS2SR_4235_1925_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,010	2.16	1.43	43	2,010	2.16	1.43	43
VS2SR	105_VS2SR_4250_1800_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	635	1.00	0.52	6	635	1.00	0.52	6
VS2SR	105_VS2SR_4250_1850_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,473	1.64	0.79	24	1,473	1.64	0.79	24
VS2SR	105_VS2SR_4250_1900_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,815	2.93	0.88	82	2,815	2.93	0.88	82
VS2SR	105_VS2SR_4250_1925_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,860	3.50	1.31	65	1,860	3.50	1.31	65
VS2SR	105_VS2SR_4265_1750_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	666	0.47	0.52	3	666	0.47	0.52	3
VS2SR	105_VS2SR_4265_1800_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	3,303	0.74	0.77	24	3,303	0.74	0.77	24
VS2SR	105_VS2SR_4265_1900_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,907	2.92	0.87	85	2,907	2.92	0.87	85
VS2SR	105_VS2SR_4265_1950_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,287	3.22	1.52	74	2,287	3.22	1.52	74
VS2SR	105_VS2SR_4280_1750_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,173	0.53	0.76	6	1,173	0.53	0.76	6
VS2SR	105_VS2SR_4280_1800_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,678	0.81	0.89	14	1,678	0.81	0.89	14
VS2SR	105_VS2SR_4280_1825_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,220	1.00	1.15	12	1,220	1.00	1.15	12
VS2SR	105_VS2SR_4280_1900_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,674	2.41	0.92	64	2,674	2.41	0.92	64
VS2SR	105_VS2SR_4280_1950_P1	-	-	-	-	-	-	-	-	2,549	2.95	1.08	75	2,549	2.95	1.08	75
VS2SR	105_VS2SR_4302_1750_P1	-	-	-	-	1,850	1.30	0.95	24	-	-	-	-	1,850	1.30	0.95	24
VS2SR	105_VS2SR_4302_1800_P1	-	-	-	-	2,936	1.02	1.29	30	-	-	-	-	2,936	1.02	1.29	30
VS2SR	105_VS2SR_4302_1850_P1	-	-	-	-	2,817	1.34	1.25	38	-	-	-	-	2,817	1.34	1.25	38
VS2SR	105_VS2SR_4302_1900_P1	-	-	-	-	3,837	3.04	1.35	117	-	-	-	-	3,837	3.04	1.35	117
VS2SR	105_VS2SR_4302_1900_R30	-	-	-	-	2	3.61	0.29	0	-	-	-	-	2	3.61	0.29	0
VS2SR	105_VS2SR_4302_1950_P1	-	-	-	-	3,836	6.81	1.00	261	-	-	-	-	3,836	6.81	1.00	261
VS2SR	105_VS2SR_4302_1950_R30	-	-	-	-	1,213	6.11	1.54	74	-	-	-	-	1,213	6.11	1.54	74
VS2SR	105_VS2SR_4310_1725_P1	845	0.68	1.00	6	-	-	-	-	-	-	-	-	845	0.68	1.00	6
VS2SR	105_VS2SR_4310_1750_P1	2,297	2.08	0.96	48	-	-	-	-	-	-	-	-	2,297	2.08	0.96	48
VS2SR	105_VS2SR_4310_1800_P1	2,700	2.07	1.44	56	-	-	-	-	-	-	-	-	2,700	2.07	1.44	56
VS2SR	105_VS2SR_4310_1850_P1	2,324	2.54	1.34	59	-	-	-	-	-	-	-	-	2,324	2.54	1.34	59
VS2SR	105_VS2SR_4327_1725_P1	1,027	0.67	0.80	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1,027	0.67	0.80	7
VS2SR	105_VS2SR_4407_1950B_P1	1,412	3.80	1.30	54	-	-	-	-	-	-	-	-	1,412	3.80	1.30	54
VS2SR	105_VS2SR_4407_1975_P1	1,076	5.47	1.59	59	-	-	-	-	-	-	-	-	1,076	5.47	1.59	59
VS2SR	105_VS2SR_4424_1950_P1	1,022	1.86	0.96	19	-	-	-	-	-	-	-	-	1,022	1.86	0.96	19
VS2SR	105_VS2SR_4430_1950_P1	1,019	0.46	0.43	5	-	-	-	-	-	-	-	-	1,019	0.46	0.43	5
VS2SR	105_VS2SR_4440_1875_P1	150	1.30	0.34	2	-	-	-	-	-	-	-	-	150	1.30	0.34	2
Total Ore - VS2SR		36,065	3.83	1.25	1,383	27,252	3.85	1.24	1,049	31,498	2.32	0.99	730	94,815	3.33	1.16	3,161

5.PILARES SAN RAFAEL (106)

Son recursos que actualmente se encuentran inmovilizados en la veta San Rafael, por ser considerados como pilares y a falta de relleno del Gran Vacío, (cavidad generada por la explotación del cuerpo Contacto Norte). Actualmente y por motivo de accesibilidad, solo se consideran los recursos ubicados dentro los pilares: VP4370 y VP4450.

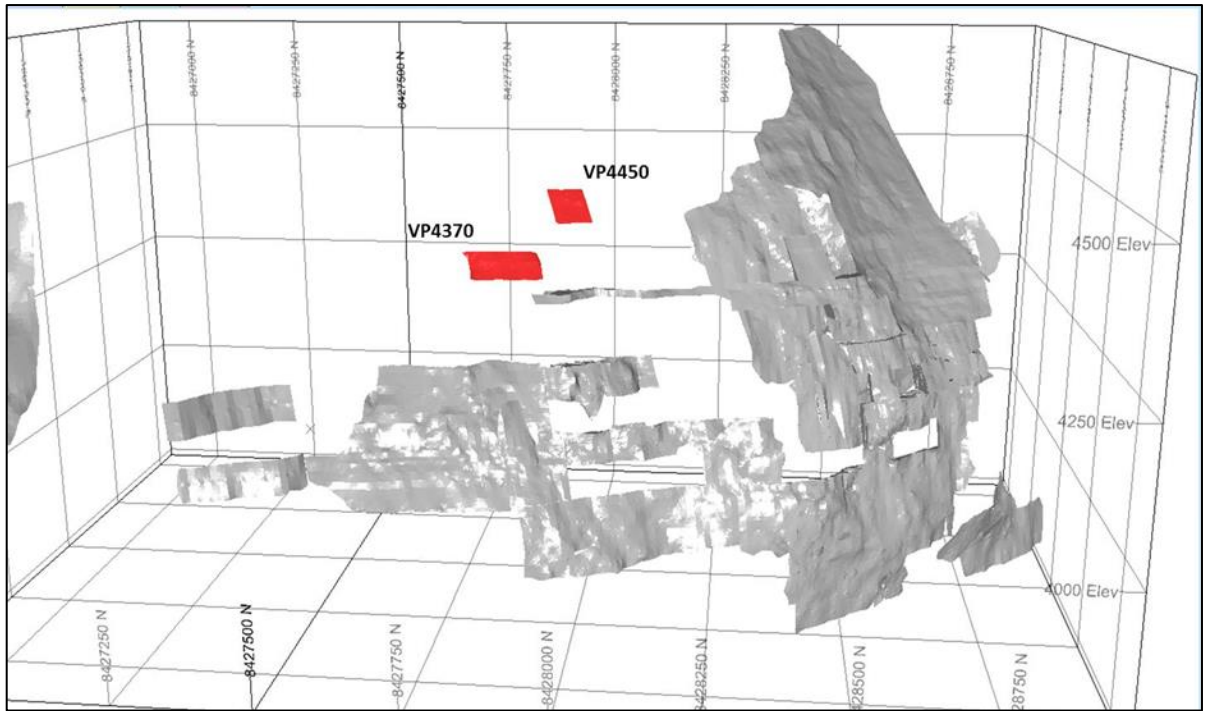


Figura 40.- Vista 3D, mirando al W, mostrando los pilares de la veta San Rafael (rojo).

**Pilares de San Rafael (106)**

**VP4370**

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
VP4370	106_VP4370_4335_1325_P1	1,112	2.52	2.12	28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,112	2.52	2.12	28
VP4370	106_VP4370_4350_1250_P1	-	-	-	-	219	5.30	0.91	12	-	-	-	-	219	5.30	0.91	12
VP4370	106_VP4370_4350_1325_P1	517	1.61	1.07	8	-	-	-	-	-	-	-	-	517	1.61	1.07	8
VP4370	106_VP4370_4360_1275_P1	3,630	4.01	1.80	146	-	-	-	-	-	-	-	-	3,630	4.01	1.80	146
VP4370	106_VP4370_4360_1350_P1	4,246	3.99	2.14	169	-	-	-	-	-	-	-	-	4,246	3.99	2.14	169
<b>Total Ore - VP4370</b>		<b>9,505</b>	<b>3.70</b>	<b>1.95</b>	<b>351</b>	<b>219</b>	<b>5.30</b>	<b>0.91</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9,725</b>	<b>3.73</b>	<b>1.92</b>	<b>363</b>

**Pilares de San Rafael (106)**

**VP4370**

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
VP4370	106_VP4370_4335_1325_P1	1,112	2.52	2.12	28	-	-	-	-	-	-	-	-	1,112	2.52	2.12	28
VP4370	106_VP4370_4350_1250_P1	-	-	-	-	219	5.30	0.91	12	-	-	-	-	219	5.30	0.91	12
VP4370	106_VP4370_4350_1325_P1	517	1.61	1.07	8	-	-	-	-	-	-	-	-	517	1.61	1.07	8
VP4370	106_VP4370_4360_1275_P1	3,630	4.01	1.80	146	-	-	-	-	-	-	-	-	3,630	4.01	1.80	146
VP4370	106_VP4370_4360_1350_P1	4,246	3.99	2.14	169	-	-	-	-	-	-	-	-	4,246	3.99	2.14	169
<b>Total Ore - VP4370</b>		<b>9,505</b>	<b>3.70</b>	<b>1.95</b>	<b>351</b>	<b>219</b>	<b>5.30</b>	<b>0.91</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9,725</b>	<b>3.73</b>	<b>1.92</b>	<b>363</b>

**Pilares de San Rafael (106)**

**VP4450**

AZONE	BLOQUE	Medido				Indicado				Inferidos				Total Recursos			
		Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn	Ton	%Sn	Pot	TnSn
VP4450	106_VP4450_4420_1440_P1	529	2.66	1.83	14	-	-	-	-	-	-	-	-	529	2.66	1.83	14
VP4450	106_VP4450_4420_1450_P1	2,258	8.52	2.20	192	-	-	-	-	-	-	-	-	2,258	8.52	2.20	192
VP4450	106_VP4450_4430_1440_P1	493	4.48	1.09	22	-	-	-	-	-	-	-	-	493	4.48	1.09	22
VP4450	106_VP4450_4430_1450_P1	2,169	7.88	1.74	171	-	-	-	-	-	-	-	-	2,169	7.88	1.74	171
VP4450	106_VP4450_4440_1440_P1	364	4.80	1.12	17	-	-	-	-	-	-	-	-	364	4.80	1.12	17
VP4450	106_VP4450_4440_1450_P1	1,576	6.17	2.23	97	-	-	-	-	-	-	-	-	1,576	6.17	2.23	97
VP4450	106_VP4450_4450_1440_P1	802	4.12	1.65	33	-	-	-	-	-	-	-	-	802	4.12	1.65	33
VP4450	106_VP4450_4450_1450_P1	2,394	7.79	2.11	186	-	-	-	-	-	-	-	-	2,394	7.79	2.11	186
<b>Total Ore - VP4450</b>		<b>10,585</b>	<b>6.93</b>	<b>1.94</b>	<b>734</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>10,585</b>	<b>6.93</b>	<b>1.94</b>	<b>734</b>



## CONCLUSIONES

1. La Mina Minsur S.A. del Grupo Breca, es una compañía minera líder en el Perú; reconocida por ser la tercera productora mundial de Estaño y tiene la mina más antigua y más rica de estaño en el mundo (San Rafael). La mina San Rafael tiene las mejores leyes de Estaño a nivel mundial, con más de 40 años de operación ininterrumpida, actualmente se produce 2,900 TM/día con una ley promedio de 1.41% Sn.
2. La geología regional ha sido estudiada por Laubacher (1978) y Kontak (1984). En la región abunda una gruesa secuencia marina del Paleozoico Inferior, como las lutitas de la formación San José, de edad Ordoviciano Medio; las lutitas, areniscas y cuarcitas de la formación Sandia, de edad Ordoviciano Superior, y las lutitas intercaladas con cuarcitas del grupo Ananea, del Devónico-Silúrico, que han sufrido los efectos de la tectónica comprensiva herciniana temprana. Rocas del Paleozoico Superior han sufrido los efectos de la tectónica herciniana final, representada por areniscas y lutitas del grupo Ambo, de edad Missisipiana; lutitas y calizas del grupo Tarma, de edad Pensilvaniana, y calizas del grupo Copacabana, de edad Pérmico Inferior. El tectonismo anterior fue seguido por un levantamiento continental que dio origen a los sedimentos continentales y volcanismo del grupo Mitu, de edad Pérmico Medio a Superior, sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Cretáceo.
3. La erosión ha dejado al descubierto dos stocks en el nevado Quenamari: uno en el nevado San Bartolomé de la mina San Rafael y el otro en el nevado San Francisco de la mina Quenamari, de los cuales salen varios diques.  
  
El eje mayor del intrusivo de San Rafael tiene un rumbo NE-SW, una longitud de 1,000m y anchos de 300m a 800m. En profundidad, el ancho es

de 2,000m, donde los contactos tienden a juntarse. El intrusivo de la mina Quenamari tiene una forma circular de 1,000m de diámetro, las labores subterráneas muestran un alargamiento al SE. El afloramiento de este intrusivo es discontinuo, porque está cubierto parcialmente por las cuarcitas de la formación Sandia.

4. Los recursos minerales son concentraciones de minerales que existen de manera natural en la corteza terrestre en forma, cantidad y calidad tales que la extracción económica de un producto, a partir de la concentración, sea actual o potencialmente factible. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un **Recurso Mineral se conocen o estiman o interpretan** a partir de información, evidencias y conocimiento geológicos específicos, con alguna contribución de otras disciplinas.
5. En la mina San Rafael, los bloques de cubicación tienen el objetivo de delimitar las zonas, dentro del modelo estimado, que serán reportadas como recursos con tonelaje y ley.  
  
Estos bloques son definidos para cada veta estimada, ubicados en un plano vertical paralelo al azimut promedio de la veta. Los bloques de cubicación son elaborados por los geólogos de mina, ellos dan las dimensiones y la categoría de recurso del block, ayudándose por la categoría definida por la estimación geoestadística.
6. Durante la fase de explotación subterránea se realizan labores de extracción, desarrollo o exploración, las cuales se muestrean sistemáticamente mediante técnicas adecuadas para este tipo de yacimiento. En la mina San Rafael se realiza el muestreo por canales.

7. Para la determinación del Cut Off de Sn utilizado en la Estimación de Recursos, se ha utilizado la tabla de cálculo de Cut Off de reservas a diciembre 2017. En esta tabla no se incluyeron los costos de: Apoyo, Estudio y Optimizaciones, Recuperación Preconcentradora. El costo de mina es un promedio ponderado de los costos de minado por tonelaje de cada método de minado (BAF Pasta, BAF Detrítico, SLS, SLST).
8. Gráficas de regresión lineal de las leyes medias de las muestras (SAMP) y compósitos (COMP y CIMP) respecto de las leyes medias estimadas por kriging ordinario (KO), subzone, se muestran las figuras 24, 25 y 26. Gráficas de regresión lineal de las leyes medias estimadas por kriging ordinario (KO) con las leyes medias obtenidas por inverso a la distancia (ID) y el vecino más cercano, se muestran en las figuras 27, 28 y 29. Los datos de estas gráficas se han obtenido de los recursos M+I+Inf., sin aplicar ley de corte sobre estos.
9. Estudios petrominerográficos, describen a la Veta San Rafael desde el Nv. 4050 hasta el Nv. 3650 como estructura de relleno formada por fenocristales irregulares, fracturados y con extinción ondulante de cuarzo de relleno (Tipo I), con casiterita, cristales de casiterita en sus intersticios y es reemplazada por agregados micro granulares de cuarzo (Tipo II). Cloritas radiales y escamosas rellena cavidades por toda la muestra asociada a turmalina y rutilo; cortada por una vetilla rellena por cuarzo (Tipo III), esfalerita (Tipo II) y calcopirita (Tipo II). La pirita es escasa y ocurre dispersa en algunos cristales de cuarzo (Tipo I).
10. La veta San Rafael Techo se encuentra ubicada al NE de la veta San Rafael (caja techo). Está reconocida entre los niveles 3800 al 3925 en cota y entre las secciones 2012.50 a 2450 en horizontal, con rumbo normal NW – SE, su buzamiento varía entre 75° a 89° SW.

La Veta San Rafael Techo presenta un ensamble mineralógico de clorita, cuarzo, turmalina y casiterita (venillas y aureolas sobre los clastos), leve presencia de sulfuros (pirita, calcopirita) y brecha con matriz de cuarzo blanco y clastos subangulosos a subredondeados de intrusivo monzogranito levemente cloritizado.

## RECOMENDACIONES

1. No tener errores frecuentes en la toma de muestras de canal, muestreo predominante del material más blando o frágil, o de fragmentos grandes de material duro.  
  
En muestras de testigo, orientación incorrecta de la línea de corte  
  
En muestras de testigo muy fragmentado, muestreo preferencial de fragmentos gruesos, dejando el material fino en la caja  
  
En muestras de testigo y de canal, ignorar los contactos litológicos importantes  
  
En muestras de aire reverso y de voladuras, pérdidas importantes de material particulado.
2. Se recomienda tener en cuenta los principales códigos mineros en la actualidad:
3. Se debe asegurarse de que el laboratorio:
  - Usa procedimientos adecuados de preparación
  - Usa instrumental y equipos en buen estado
  - Usa productos químicos y estándares confiables
  - Dispone de un sistema adecuado de control de calidad
  - Mantiene sus áreas de trabajo limpias y ordenadas
4. Se considera que las muestras deben estar bajo custodia para que cumple al menos una de las siguientes condiciones:
  - La muestra está a la vista o en posesión de alguien
  - El envase de la muestra está firmemente cerrado para prevenir su alteración
  - La muestra está almacenada en un área segura, a la que sólo puede acceder personal autorizado.
5. Que la validación de la estimación debe tener en cuenta:

- a) **Comparaciones Visuales.** Las leyes interpoladas en el modelo de bloques fueron revisadas en secciones transversales y longitudinales, comparadas con los compósitos que intervinieron en dicha interpolación (ver Figura 23).
- b) **Comparación Global.** Una comparación de las medias globales de  $S_n$ , derivadas de las diferentes fuentes: muestras seleccionadas (samples), compósitos (comp y cimp), se resume en la Tabla 24, comparados también con las leyes medias de los recursos  $M + I$ . de todos los modelos de recursos in situ.
- c) **Comparaciones Locales.** Para cada azone y subzone, se realizó una comparación de las leyes medias del modelo estimado, por kriging ordinario, con las correspondientes leyes medias de las muestras y compósitos. Las leyes medias estimadas por otros métodos (ID y NN) también fueron consideradas en los comparativos.
6. Que para las futuras exploraciones se consideren tener en cuenta la parte adyacente a todas las estructuras del Sistema San Rafael, además de las que se encuentran consideradas líneas abajo.
- San Rafael (SR\_10)
  - Ramal Techo San Rafael (SR\_RT)
  - Diagonal 1 (DI\_1)
  - Diagonal A (DI\_A)
  - Diagonal B (DI\_B)
- ❖ Se usó el método de indicadores para:
- Diagonal San Rafael (DI\_SR2)
- ❖ Se usó el interpolador kriging ordinario para:

- San Rafael (SR\_05)
- San Rafael (SR\_06)
- San Rafael (SR\_07)
- San Rafael (SR\_09)
- San Rafael (SR\_11)
- San Rafael (SR\_12)
- San Rafael (SR\_34)
- San Rafael Techo (VSR\_T)
- Ramal Piso San Rafael (SR\_RP)
- Veta Split 2 San Rafael (VS2SR)
- Pilar San Rafael 4450 y 4370.

7. En cada estructura mineralizada del Sistema San Rafael se encuentran los tonelajes calculados por el sistema Kriging, el cual ha sido parte de la evaluación de la presente tesis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, .S. y Journel, A.G., 1994, Joint Simulation of Multiple Variables with a Markov- TYPE. Coregionalization Model, Mathematical Geology, Vol. 26, No.- 5, pp.565 – 588.
2. Armstrong, M. y Roth, C; 1997, Notas del curso de Geoestadística Lineal en el CFSG “Ciclo de Formación Especializada en Geoestadística”, Curso: 1997-98, Centre de Geoestadística de la Escuela Nacional Superior de Minas de Paris, Fontainebleau, Francia.
3. Carrasco – Castelli, P. y Jara – Salame, E; 1998, Information Impactin Mining Decisions Cae Study Radomiro Tomic, Journees of Geostatistique, Centre de Geostatistique, Ecole des Mines of Paris, Fontainebleau, France, 25 et 26 Mai 1998, 14 p.
4. Carr, J.R. y Myers, D.E; 1990. Efficiency de Different Equation Solvers in CoKriging, Computers & Geosciences, Vol. 16, No.- 5, pp. 705 -716.
5. SURPAC VISION UNIVERSIDAD DE ATACAMA, Tesis Estimación de Reservas Aplicando el Software.
6. Pedro Hugo TUMIALAN DE LA CRUZ, Compendio de Yacimientos Minerales del Perú, 2003, Lima – Perú.
7. Arenas, M. 1980, Distrito Minero San Rafael – Puno, Estaño en el Perú. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 66, p. 1-11.
- 8.- Arenas, M. 1996, Posibilidades estañíferas y programa de exploración en la Veta



San Rafael. MINSUR, Lima, (Informe Privado), 30 p.

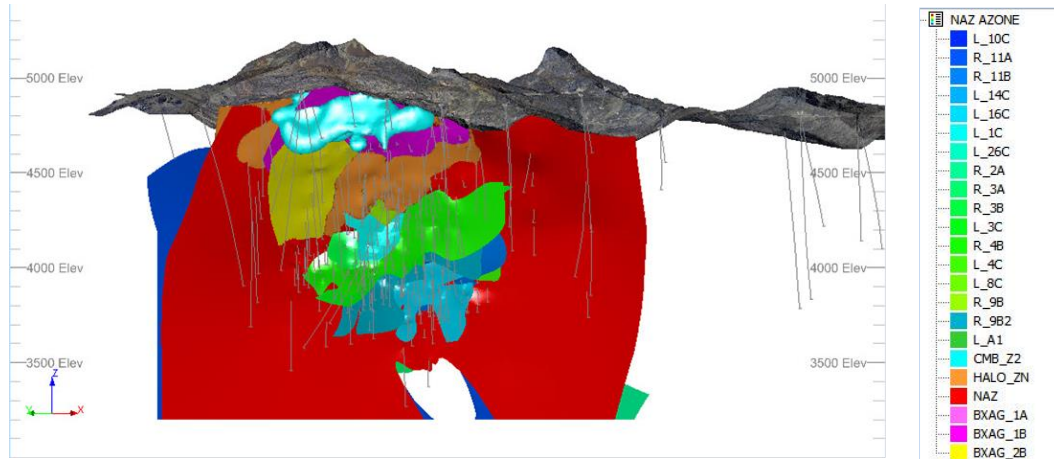
- 9.- Marquina, M. 1985. Prospección geoquímica por oro y estaño, Mina Carabaya, MINSUR, Lima (Informe Privado), 300 p.
- 10.- Tumialan, P.H. 2000 Isovalores del Cociente cobre/estaño y de Isovalores de estaño de la veta San Rafael (Puno) – Congreso Peruano de Geología.

# **ANEXOS**

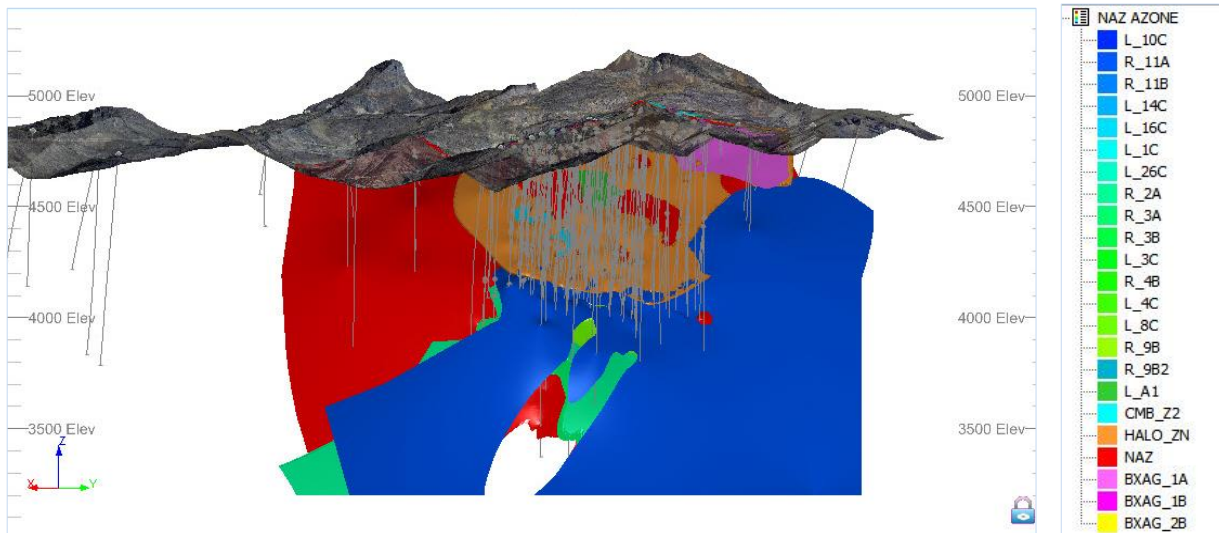
# INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## Modelamiento y Estimación Sistema Nazareth

### Modelamiento geológico

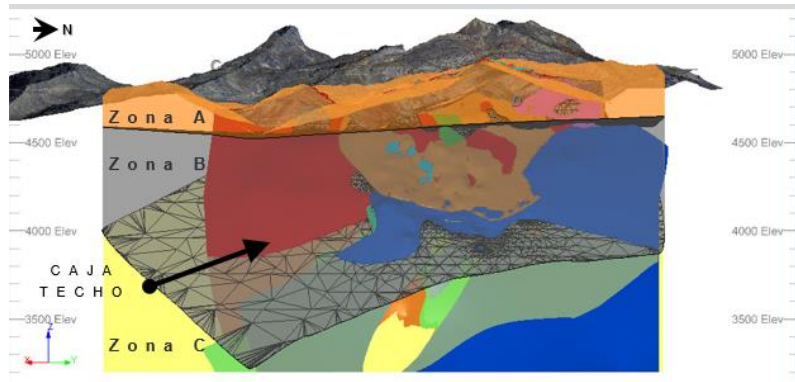


*Vista 3D de las 23 estructuras mineralizadas, mirando al NE. Desde la superficie, hasta la parte más profunda de las vetas.*

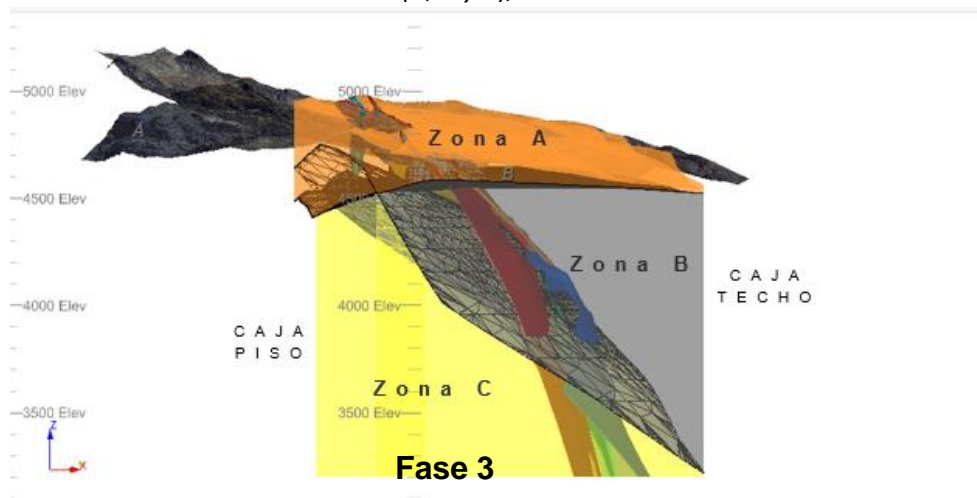


*Vista 3D de las 23 estructuras mineralizadas, mirando al SW. Desde la superficie, hasta la parte más profunda de las vetas.*

### Modelamiento de zonas



Vista de las zonas (A, B y C), mirando al SW.



## Selección de muestras

### CAMPAÑAS Y TIPO DE PERFORACIÓN

Campaña	Sondajes		Perforación (m)			
	Cantidad	Tipo*	m Perforados	Min.	Max.	Promedio
2014	37	P	22,291	114	1,100	602
		H				
	37		22,291	114	1,100	602
2015	52	P	41,052	260	1,458	789
	5	H	3,107	559	698	621
	57		44,159	260	1,458	775
2016	18	P	14,675	384	1,092	815
	1	H	627	627	627	627
	19		15,302	384	1,092	805
2017	44	P	34,731	438	1,166	789
	23	H	12,730	308	900	553
	67		47,461	308	1,166	708
2018	74	P	36,145	60	1,430	488
	26	H	14,103	348	782	542
	100		50,247	60	1,430	502
2019	22	P	20,385	633	1,100	927
	33	H	15,165	49	858	460
	55		35,550	49	1,100	646
All	247	P	169,278	60	1,458	685
	88	H	45,732	49	900	520
<b>Total General</b>	<b>335</b>		<b>215,010</b>	<b>49</b>	<b>1,458</b>	<b>642</b>

Nota:

(\*) Tipo de sondajes con bifurcaciones P=Padre, H=Hijo

Campaña	Nro Sondajes	m Muestreados	Nro Muestras	Min	Max
2014	35	10,613	5,866	0.3	4.3
2015	55	8,471	7,049	0.3	3.15
2016	19	3,366	2,778	0.35	3
2017	67	11,824	8,978	0.35	3.15
2018	100	12,784	11,582	0.3	3.1
2019	54	7,898	7,177	0.3	3.1
	<b>330</b>	<b>54,956</b>	<b>43,430</b>	<b>0.3</b>	<b>4.3</b>

*Selección muestras diferenciado por campañas.*

Muestras compositadas

**COMP.**

Compositadas a un metro (1.00 m.).

**CIMP.**

Impacto de los procesos de Acotamiento y Composición							
AZONE	DATA	HOLES	LENGTH	SN	SAMP	L_INTERV	SN_MET
NAZ	CIMP	295	1352	0.81	301	4.49	1101.13
NAZ	COMP	295	1347	0.82	1361	0.99	1099.44
NAZ	RAWS	295	1347	0.85	1548	0.87	1138.74
R_2A	CIMP	111	178	1.14	111	1.61	202.49
R_2A	COMP	111	178	1.14	195	0.91	202.49
R_2A	RAWS	111	178	1.18	232	0.77	210.34

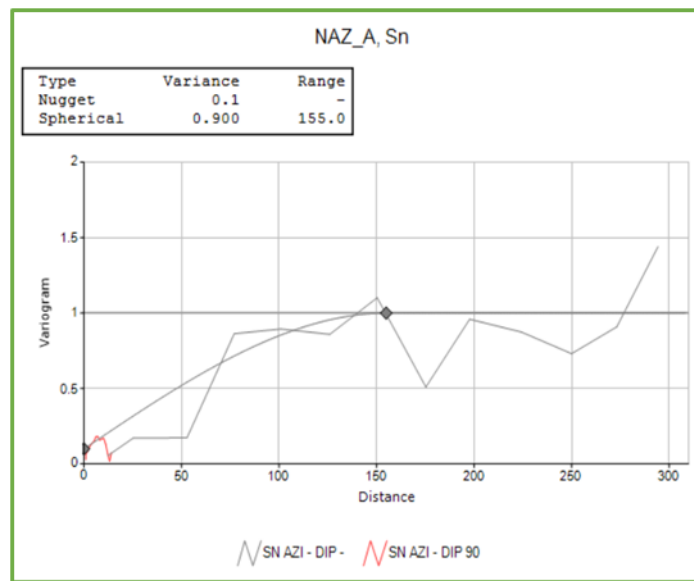
*Impacto de muestras seleccionadas versus muestras compositadas cimp y comp.*

**EDA**

AZONE	ZONEMIN	Estadística Descriptiva de Data Bruta										
		Nr_Holes	LENGTH (m)	Nr_Samp	SN (%)	ZN (%)	PB (%)	CU (%)	AG (g/t)	S (%)	FE (%)	AS (%)
BXAG_1A	A	12	25	32	0.05	0.47	0.51	0.06	170	0.42	4.31	0.13
BXAG_1A	B	1	3	4	0.06	0.09	0.27	0.10	95	1.54	4.60	0.16
BXAG_1B	A	34	164	159	0.04	0.91	0.81	0.16	61	1.39	4.94	0.22
BXAG_1B	B	6	32	38	0.06	0.60	0.33	0.09	39	1.56	4.55	0.18
BXAG_2B	A	1	4	5	0.08	0.17	0.27	0.04	26	0.43	6.79	0.04
BXAG_2B	B	10	43	43	0.13	1.58	0.72	0.18	59	2.58	7.85	0.25
CMB_ZN_P1	A	7	560	355	0.02	0.46	0.18	0.06	13	0.80	4.78	0.12
CMB_ZN_P2	A	5	219	145	0.03	0.40	0.15	0.13	14	1.70	6.19	0.12
HALO_ZN	A	33	236	256	0.04	0.24	0.36	0.05	23	0.63	3.82	0.12
HALO_ZN	B	143	1942	1702	0.09	1.40	0.45	0.11	19	3.14	7.30	0.13
HALO_ZN	C	2	17	9	0.02	1.89	0.01	0.02	3	1.85	3.56	0.14
L_A1	A	1	14	11	0.14	0.72	0.83	0.12	40	2.06	4.97	0.25
L_A1	B	4	8	11	0.60	3.40	3.12	0.61	114	4.05	14.62	0.27
L_1C	B	10	34	43	1.10	0.72	0.07	0.50	20	7.64	22.34	0.18
L_1C	C	10	24	31	0.78	0.16	0.03	0.38	13	7.55	24.68	0.28
L_10C	B	3	5	8	1.46	0.14	0.01	0.74	20	6.21	19.76	0.12
L_10C	C	31	45	60	1.65	0.10	0.03	0.47	13	5.33	14.80	0.07
L_14C	B	4	13	17	0.95	0.19	0.04	0.48	16	5.64	16.25	0.38
L_14C	C	6	23	26	0.73	0.07	0.01	0.14	5	2.56	8.40	0.18
L_16C	B	14	27	33	0.39	3.70	0.78	0.47	52	8.37	20.25	0.43
L_26C	C	43	50	73	1.26	0.06	0.01	0.11	4	5.14	15.98	0.05
L_3C	B	1	3	5	0.86	0.93	0.08	0.20	14	7.87	12.95	0.03
L_3C	C	16	25	32	1.11	0.07	0.05	0.21	12	5.22	13.87	0.07
L_4C	B	6	7	11	2.03	0.12	0.01	1.37	32	7.58	23.50	0.15
L_4C	C	27	39	53	1.38	0.05	0.01	0.45	11	4.98	14.75	0.08
L_8C	B	3	10	11	0.72	0.09	0.10	0.37	12	9.01	26.87	0.10
L_8C	C	14	30	41	1.58	0.04	0.01	0.50	13	4.39	12.76	0.12
NAZ	A	51	359	409	0.12	0.32	0.60	0.11	109	0.61	5.20	0.16
NAZ	B	137	589	647	0.72	1.83	0.56	0.58	57	7.51	21.82	0.24
NAZ	C	108	399	492	1.69	0.13	0.02	0.57	14	5.57	17.66	0.11
R_11A	B	132	328	392	0.52	0.87	0.16	0.44	19	7.63	22.49	0.24
R_11A	C	18	26	38	0.88	0.23	0.06	0.31	10	7.12	17.74	0.27
R_11B	B	2	2	3	1.98	0.89	0.06	0.35	16	7.03	16.60	0.03
R_11B	C	65	115	149	1.34	0.05	0.01	0.26	6	4.81	14.20	0.05
R_2A	B	58	81	102	0.74	0.16	0.04	0.45	15	6.97	22.46	0.14
R_2A	C	51	97	130	1.54	0.11	0.02	0.48	12	5.47	16.93	0.12
R_3A	B	23	47	66	0.72	0.35	0.10	0.40	13	5.89	20.92	0.16
R_3A	C	54	72	100	1.26	0.05	0.01	0.49	11	5.23	15.95	0.15
R_3B	B	5	11	15	1.27	0.55	0.04	0.78	27	6.96	18.86	0.20
R_3B	C	13	28	32	0.79	0.12	0.03	0.32	12	7.84	31.40	0.11
R_4B	B	11	29	31	0.99	0.34	0.05	0.59	22	7.21	23.78	0.21
R_4B	C	37	132	147	1.08	0.21	0.04	0.48	17	7.73	26.25	0.11
R_9B	B	21	54	50	0.57	3.48	1.38	0.42	66	8.25	20.58	0.36
R_9B2	B		1	1	1.87	0.01	0.00	0.05	2	0.65	2.20	0.02
R_9B2	C	36	34	52	1.09	0.07	0.01	0.23	8	5.82	15.58	0.08

Source: 01\_RawStat\_xZamin.csv

# Análisis geoestadístico



## Modelo volumétrico

### PROC Y PROT

PROC							PROT						
AZONE	ANG1	ANG2	ANG3	X_STRIKE	Y_DIP	Z_CXSTRK	AZONE	ANG1	ANG2	ANG3	X_STRIKE	Y_DIP	Z_CXSTRK
NAZ	45	55	0	10	10	586	NAZ	45	55	0	10	10	1
R_2A	41	61	0	10	10	403	R_2A	41	61	0	10	10	1
R_3A	41	68	0	10	10	251	R_3A	41	68	0	10	10	1
R_3B	53	83	0	10	10	133	R_3B	53	83	0	10	10	1
R_4B	59	79	0	10	10	180	R_4B	59	79	0	10	10	1
R_9B	33	54	0	10	10	137	R_9B	33	54	0	10	10	1
R_9B2	63	73	0	10	10	201	R_9B2	63	73	0	10	10	1
R_11A	35	46	0	10	10	653	R_11A	35	46	0	10	10	1
R_11B	54	59	0	10	10	227	R_11B	54	59	0	10	10	1
L_1C	37	76	0	10	10	136	L_1C	37	76	0	10	10	1
L_3C	64	87	0	10	10	132	L_3C	64	87	0	10	10	1
L_4C	45	75	0	10	10	136	L_4C	45	75	0	10	10	1
L_8C	54	66	0	10	10	158	L_8C	54	66	0	10	10	1
L_10C	48	68	0	10	10	154	L_10C	48	68	0	10	10	1
L_14C	35	83	0	10	10	141	L_14C	35	83	0	10	10	1
L_16C	74	36	0	10	10	275	L_16C	74	36	0	10	10	1
L_26C	49	66	0	10	10	162	L_26C	49	66	0	10	10	1
L_A1	29	51	0	10	10	124	L_A1	29	51	0	10	10	1
CMB_ZN_P1	41	85	0	10	10	249	CMB_ZN_P1	41	85	0	10	10	1
CMB_ZN_P2	41	85	0	10	10	230	CMB_ZN_P2	41	85	0	10	10	1
HALO_ZN	35	48	0	10	10	256	HALO_ZN	35	48	0	10	10	1
BXAG_1A	62	49	0	10	10	147	BXAG_1A	62	49	0	10	10	1
BXAG_1B	13	39	0	10	10	317	BXAG_1B	13	39	0	10	10	1
BXAG_2B	27	41	0	10	10	186	BXAG_2B	27	41	0	10	10	1

Características del modelo volumétrico de PROC y PROT.

# Estimación

Vetas: Zonas delgadas de la estructura (<= 3m)													1
Data: Compósitos totales de caja a caja													
CATEGORY	SREFNUM	SMETHOD	SDIST1	SDIST2	SDIST3	OCTMETH	MINOCT	MINPEROC	MAXPEROC	MINNUM1	MAXNUM1	MAXKEY	DATA
Measured	5	2	30	30	15	0	0	1	2	3	10	0	A
Indicated	6	2	60	60	20	0	0	1	2	3	10	0	A
Inferred	7	2	80	80	20	1	3	1	2	3	10	0	A
Inferred	8	2	125	125	20	0	0	1	2	1	6	0	A
Inferred	9	2	50	50	20	0	2	1	2	1	5	0	B
Source: veta_spa_nz41c.csv; Data=A(agrupada); =B(agrupada + aislada)													
Cuerpo: Zonas gruesas de la estructura (>3m)													1
Data: Compósitos de 1m de longitud.													
CATEGORY	SREFNUM	SMETHOD	SDIST1	SDIST2	SDIST3	OCTMETH	MINOCT	MINPEROC	MAXPEROC	MINNUM1	MAXNUM1	MAXKEY	DATA
Measured	5	2	30	30	5	0	3	2	3	6	10	2	A
Indicated	6	2	60	60	10	0	2	2	3	6	10	2	A
Indicated	7	2	80	80	15	1	3	1	3	6	10	2	A
Inferred	8	2	125	125	15	0	2	1	3	1	6	1	A
Inferred	9	2	50	50	15	0	2	1	3	2	10	-	B
Source: cupo_spa_nz41c.csv; Data=A(agrupada); =B(agrupada + aislada)													

Plan de estimación 1 y 2 del Sistema Nazareth.

Veta	Dominio (zona)	Interpolador	Plan de estimación
NAZ	SI (A, B, C)	KO	1
R_2A	SI (B, C)	KO	1
R_3A	NO	ID2	2
R_3B	NO	ID2	2
R_4B	NO	KO	1
R_9B	NO	ID2	2
R_9B2	NO	ID2	2
R_11A	NO	ID2	2
R_11B	NO	ID2	2
L_A1	NO	ID2	2
L_1C	NO	ID2	2
L_3C	NO	ID2	2
L_4C	NO	ID2	2
L_8C	NO	ID2	2
L_10C	NO	ID2	2
L_14C	NO	ID2	2
L_16C	NO	ID2	2
L_26C	NO	ID2	1
BXAG_1A	NO	ID2	2
BXAG_1B	NO	KO	2
BXAG_2B	NO	ID2	2
CMB_ZN	NO	ID2	1
HALO_ZN	NO	KO	1

Distribución de vetas por dominios, interpolador y plan de estimación



LITOLOGIA	
Castita	[Color swatch]
Cuarzo	[Color swatch]
Intrusivo	[Color swatch]
Pizarra	[Color swatch]
Turmalina	[Color swatch]

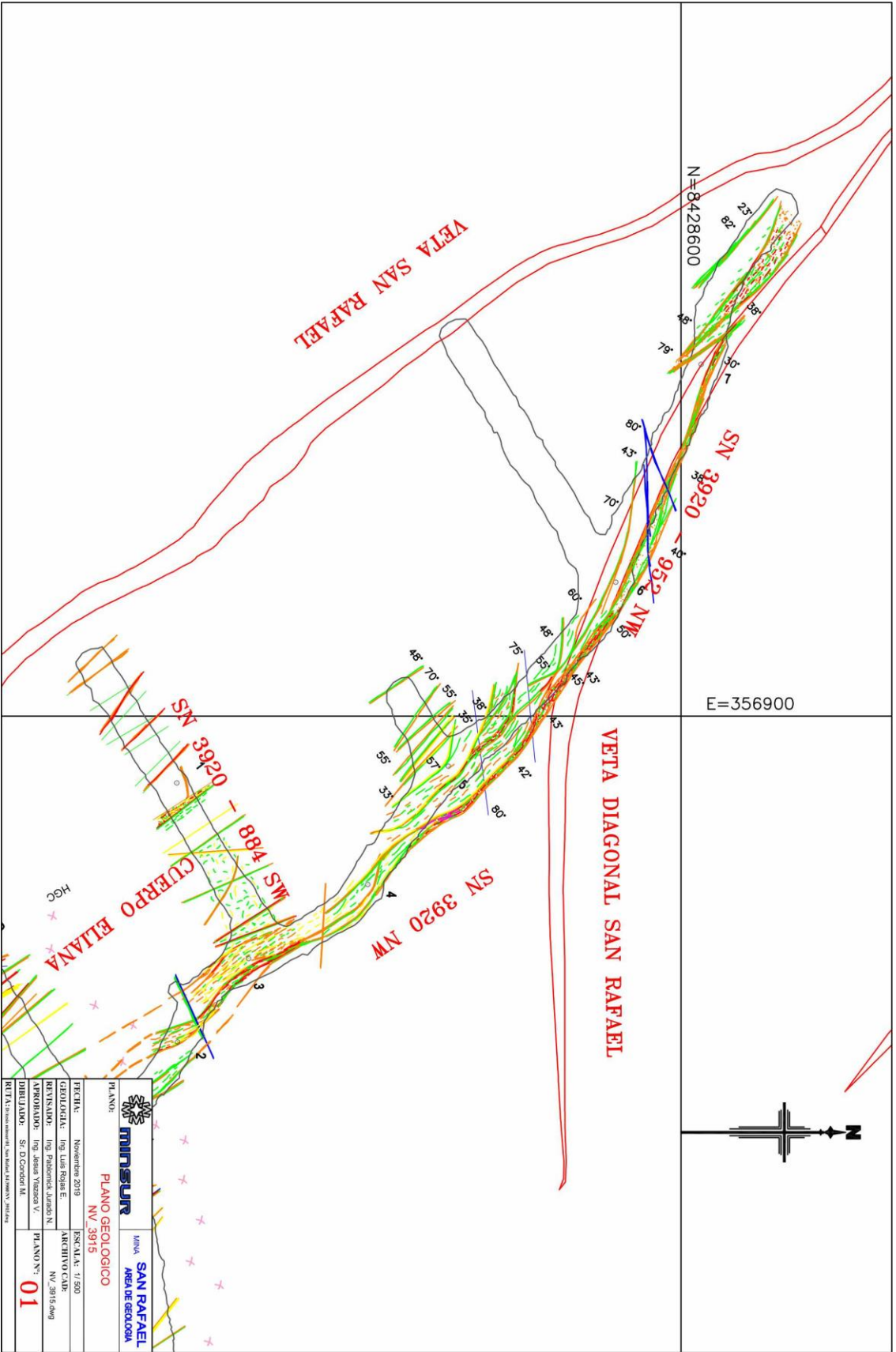
ALTERACION	
Cloritzacion	[Color swatch]
Silicificacion	[Color swatch]
Sulfuros	[Color swatch]

LEY SN	
Veta	0.00 < 0.30
Traza Veta	0.30 < 0.70
Fallas	0.70 < 1.17
Fractura	1.17 < 1.70
Diademas	1.70 < 3.00
Brecha	3.00 < 5.00
	>5.00

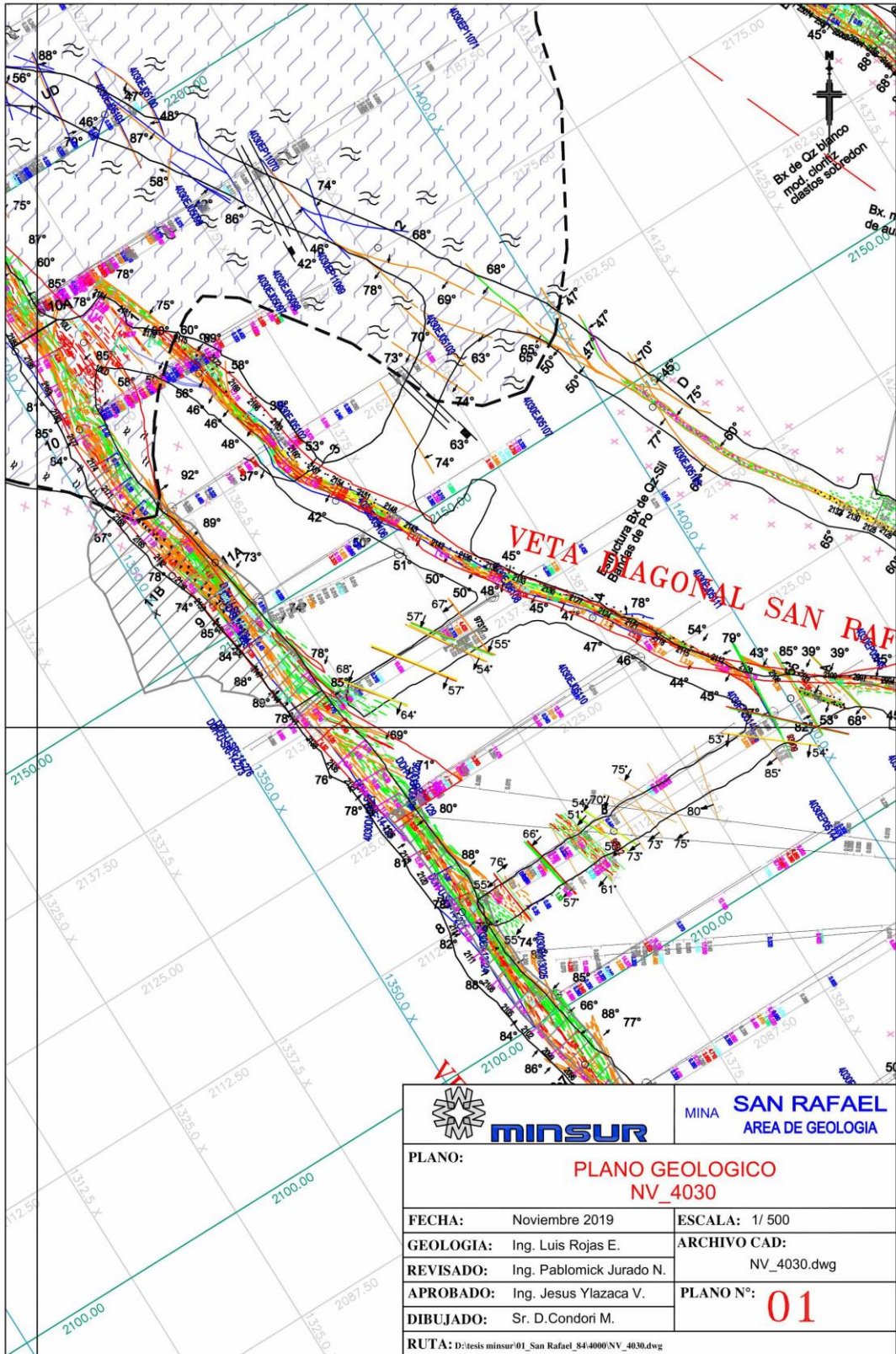
DDH	
DDH Ejecutado	[Color swatch]
DDH Proyecto	[Color swatch]

<b>PLANO:</b> PLANO GEOLOGICO NV_3915		ESCALA: 1/ 500
<b>FECHA:</b> Noviembre 2019	<b>GEOLOGIA:</b> Ing. Luis Rojas E.	<b>ARCHIVO CAD:</b> NV_3915.dwg
<b>REVISADO:</b> Ing. Pablomick Jurado N.	<b>APROBADO:</b> Ing. Jesus Ylazaca V.	<b>PLANO N°:</b> 01
<b>DIBUJADO:</b> Sr. D. Condori M.	<b>RUTA:</b> D:\tech\misor\01_San Rafael_84.3988\NV_3915.dwg	

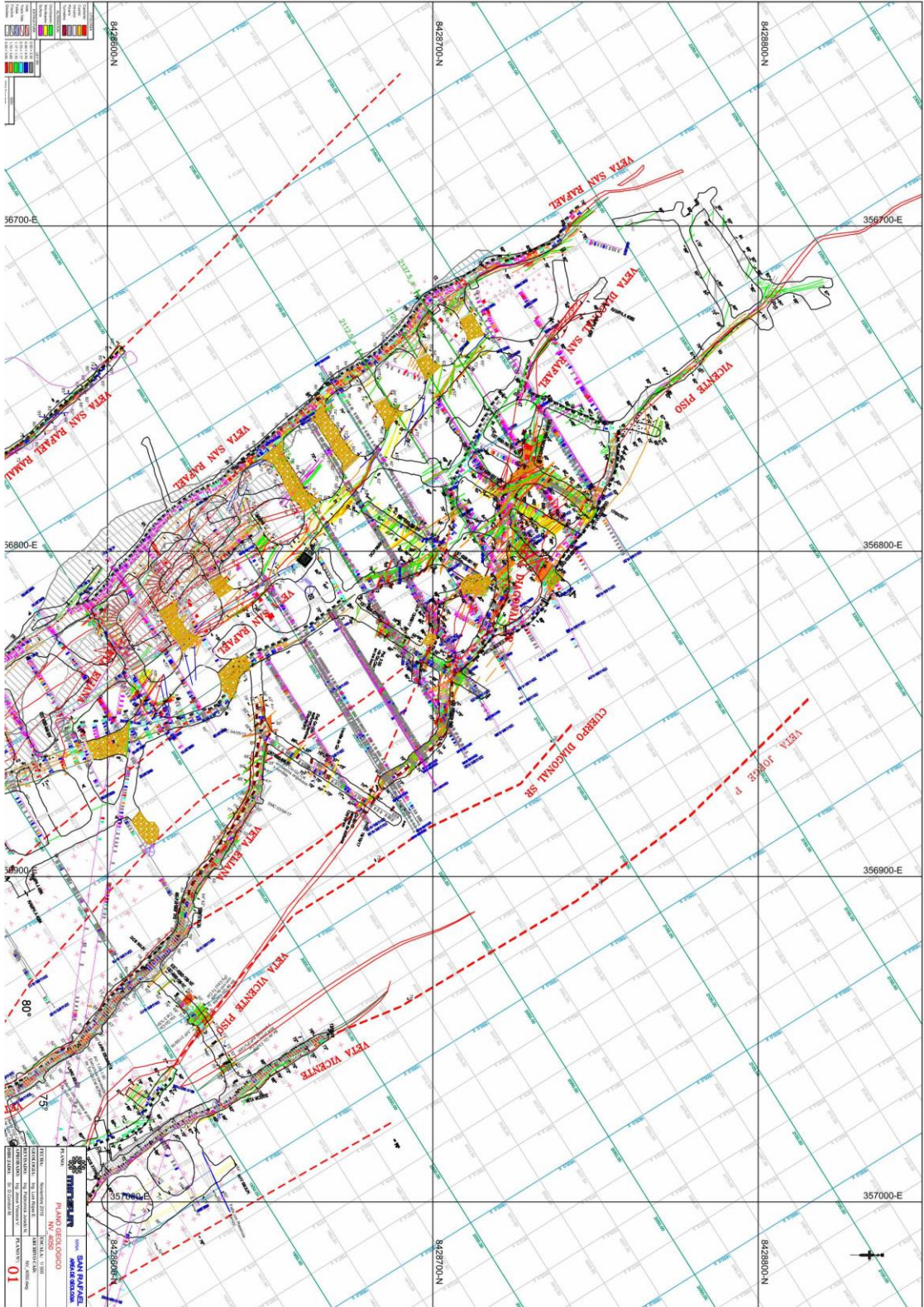




 <b>MINSUR</b> MINA <b>SAN RAFAEL</b> AREA DE GEOLÓGIA	
PLANO:	PLANO GEOLOGICO
FECHA:	Noviembre 2019
GEOLÓGICO:	Ing. Luis Rojas E.
REVISADO:	Ing. Patricio Alvarado N.
APROBADO:	Ing. Jesús Yáñez V.
DISEÑADO:	Sr. D. Condon M.
ESCALA:	1:1500
ARCHIVO CAD:	NV_3915.dwg
PLANO N°:	<b>01</b>
<small>REVISADO: Sr. D. Condon M.</small>	

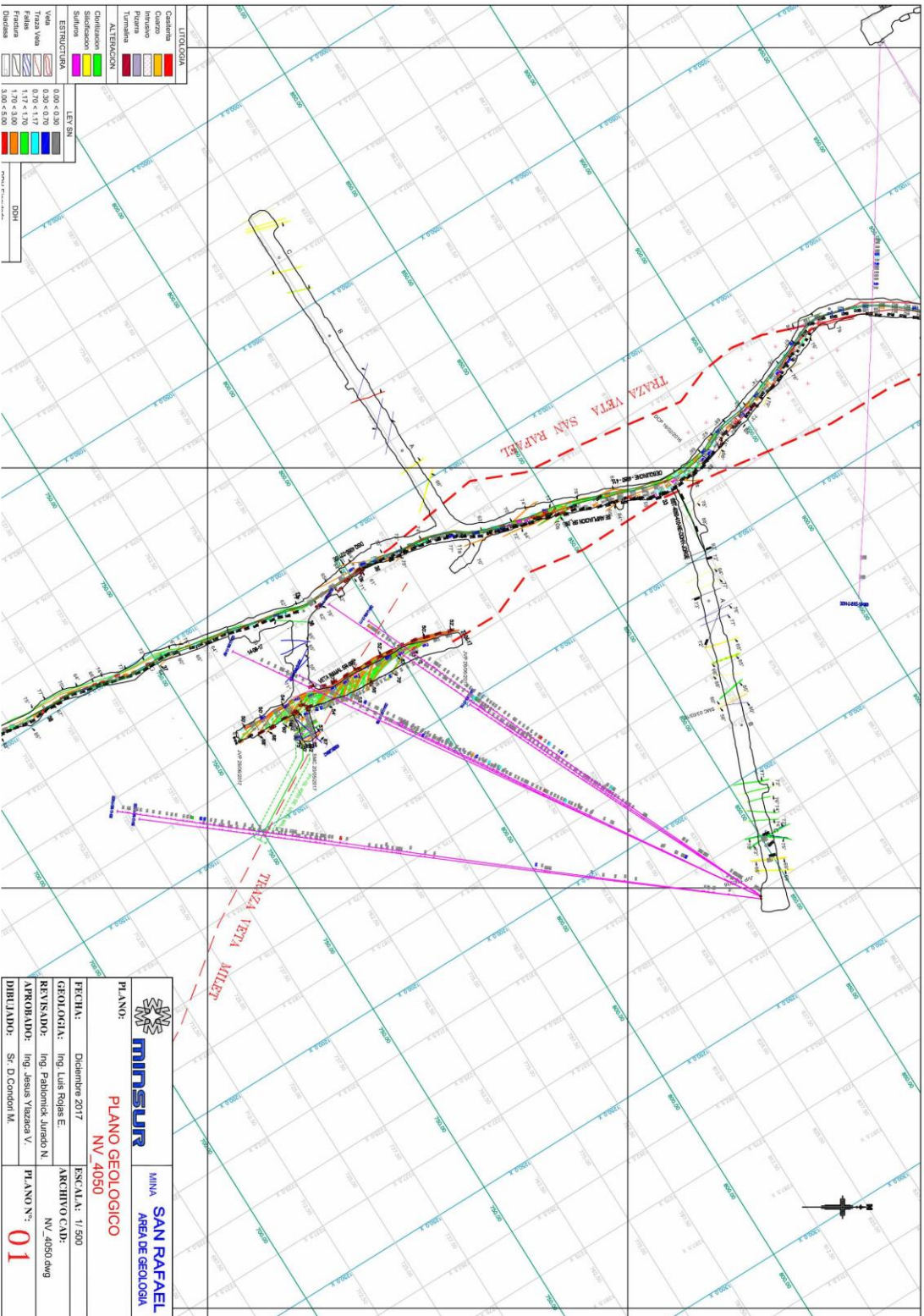


 <b>MINSUR</b>		<b>MINA SAN RAFAEL</b> AREA DE GEOLOGIA	
PLANO:		<b>PLANO GEOLOGICO</b> <b>NV_4030</b>	
FECHA:	Noviembre 2019	ESCALA:	1/ 500
GEOLOGIA:	Ing. Luis Rojas E.	ARCHIVO CAD:	NV_4030.dwg
REVISADO:	Ing. Pablomick Jurado N.	PLANO N°:	<b>01</b>
APROBADO:	Ing. Jesus Ylazaca V.		
DIBUJADO:	Sr. D. Condori M.		
RUTA: D:\tesis minsur\01_San Rafael_84-4000\NV_4030.dwg			



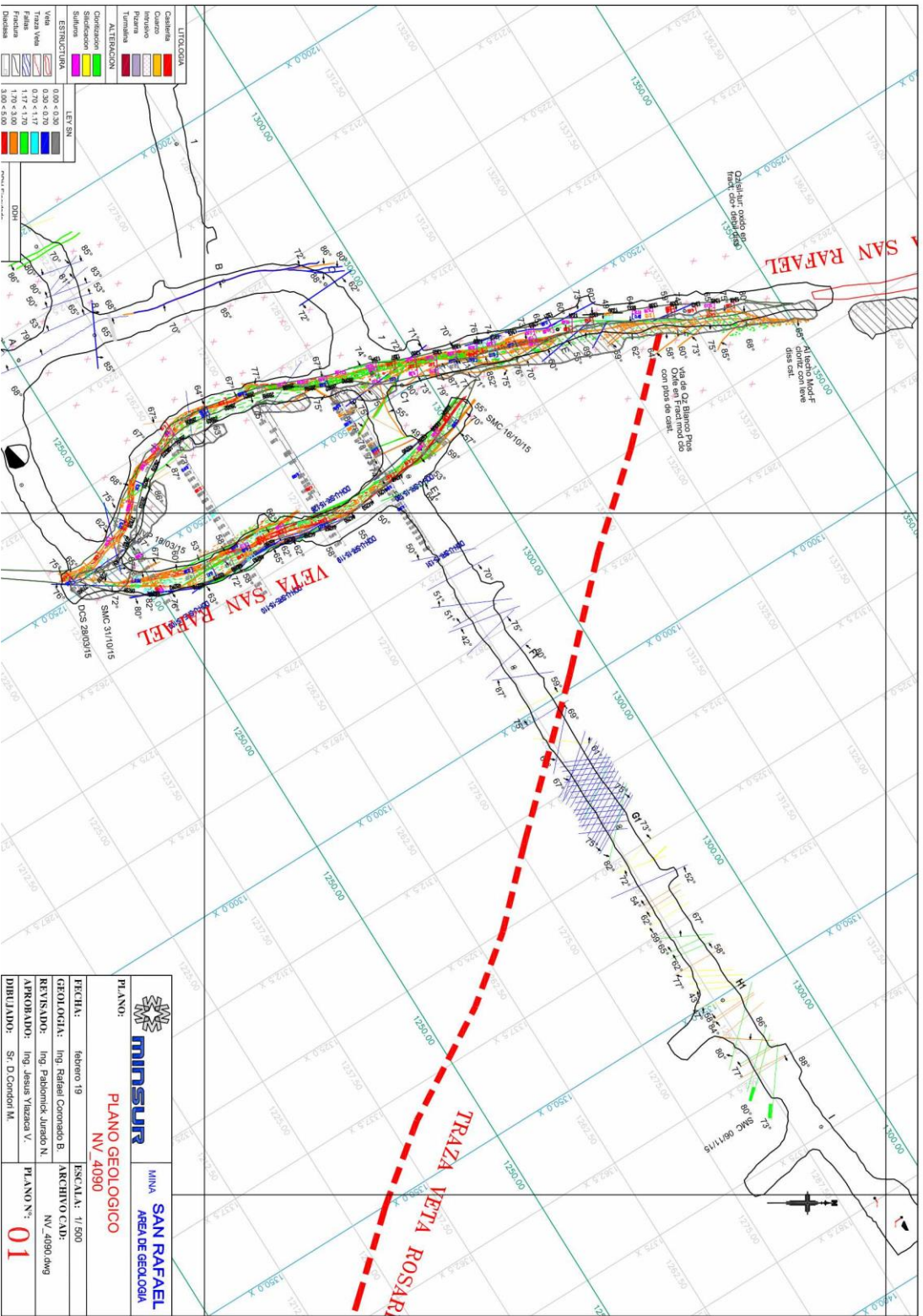
PROYECTO	CONDICIONAMIENTO
CLIENTE	SAN RAFAEL
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERIA
FECHA	NOV 2011
ESCALA	1:1000





LITOLOGIA	
	Caliche
	Quiliza
	Hilante
	Fluorita
ATENCIÓN	
	Construcción
	Sedimentos
	Soliflujos
ESTRUCTURA	
	Vena
	Falla
	Dirección
LEGENDA	
	0.20 < 0.20
	0.70 < 1.70
	1.70 < 3.00
	3.00 < 5.00
	DDH

		<b>SAN RAFAEL</b> MINA AREA DE GEOLOGIA	
<b>PLANO GEOLOGICO</b> NV 4050		<b>PLANO N°:</b> <b>01</b>	
FECHA:	Diciembre 2017	ESCALA:	1/500
REVISADO:	Ing. Luis Rojas E.	ARCHIVO CAD:	NV_4050.dwg
APROBADO:	Ing. Jesús Yáñez V.		
DIBUJADO:	Sr. D. Cordero M.		



LITOLOGIA	
	Caliche
	Chalchicomula
	Intervino
	Panama
	Troncos
ATENCIÓN	
	Construcción
	Silenciosos
	Silenciosos
ESTRUCTURAL	
	1:500
	0:20 < 0:20
	1:17 < 1:17
	1:10 < 3:00
	3:00 < 5:00

LEJ. SW	
	0:20 < 0:20
	1:17 < 1:17
	1:10 < 3:00
	3:00 < 5:00

DOR	
	0:20 < 0:20
	1:17 < 1:17
	1:10 < 3:00
	3:00 < 5:00

 <b>minsur</b> PLAN GEOLOGICO NV 4090	MINA <b>SAN RAFAEL</b> AREA DE GEOLOGIA
	FECHA: Febrero 19 GEOLOGIA: Ing. Rafael Coronado B. REVISADO: Ing. Pablo Nick Jureado N. APROBADO: Ing. Jesus Vizanca V. DIBUJADO: Sr. D. Cordero M.