

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA**



**“ESTUDIO GEOLÓGICO Y CARACTERÍSTICAS  
MINERALÓGICAS DEL PROYECTO RONDONÍ-  
YACIMIENTO TIPO SKARN DE Cu-Fe-HUÁNUCO-PERÚ”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**ELABORADO POR  
DENIS HERRERA MORILLO**

**ASESORA  
Ing. NORA NELLY REVOLLE ALVAREZ**

**Lima - Perú  
2013**

## **DEDICATORIA**

Dedico este informe a mi querida esposa por ser la persona que ha estado a mi lado dándome su apoyo y fortaleza para continuar esforzándome día tras día, y a la vez a mis padres que con mucho sacrificio, esfuerzo y amor me dieron todo para salir adelante, gracias los amo.

## RESUMEN

El Proyecto Rondoni, está situado en el Cerro Rondoni, en la Cordillera Oriental de Los Andes, a 40 km en línea recta y hacia el SW de la ciudad de Huánuco. Políticamente se ubica en el centro poblado de Quío, provincia de Ambo, departamento de Huánuco, entre 4,400 y 4,800 m.s.n.m. Es un depósito de reemplazamiento metasomático de contacto (Skarn) de hierro con diseminación de cobre, cuya mineralización característica se ha depositado en la aureola de contacto de rocas carbonatadas del Grupo Pucará que circunda al stock pórfido tonalita-granodiorita.

El Skarn tiene un afloramiento de 3.5 km de longitud con un ancho promedio de 30 m, teniendo un encampane entre Alto Rondoni y la parte inferior del cuerpo lenticular de Acejar, superior a los 700 m. La mineralización se presenta en dos etapas. La primera de naturaleza inicial temprana (fase prógrada), de baja a moderada ley de cobre, donde el Skarn de magnetita, pirrotita, granates y piroxenos están indistintamente mineralizados con calcopirita, pero con mayor concentración en la pirrotita, y la segunda etapa tardía (fase retrógrada), con presencia de venas y venillas de cuarzo con mineralización de calcopirita, esfalerita, galena y pirita, que ha enriquecido en forma irregular y anómala a la primera etapa.

Rondoni es un yacimiento de reemplazamiento metasomático de contacto (Skarn), siendo un Skarn de hierro con desarrollo masivo de magnetita y pirrotita, y presencia subordinada de granates y piroxenos, donde la mineralización de cobre se presenta principalmente diseminada, debido a la presencia de un stock intrusivo de naturaleza tonalita-granodiorita que intruyó a rocas carbonatadas del Grupo Pucará que sirvieron de roca huésped a la skarnización y mineralización.

## ABSTRACT

Rondoni Project is located in the Cerro Rondoni, in the Eastern Cordillera of the Andes, 40 km in a straight line to the southwest of the city of Huánuco. Politically is located in the center of Chios town, province Ambo, Huánuco department, between 4,400 and 4,800 m. Replacement deposit is a contact metasomatic (Skarn) dissemination iron copper mineralization characteristic which has been deposited in the contact aureole of Pucará Group carbonate rocks surrounding the tonalite-granodiorite porphyry stock.

The Skarn has an outcrop of 3.5 km long with an average width of 30 m, having a encampane from High Rondoni and lower body Acejar lenticular, over 700 m. Mineralization occurs in two stages. The first stage, initial nature early (prograde phase), low to moderate grade copper, where the Skarn magnetite, pyrrhotite, garnet and pyroxene are either mineralized with chalcopyrite, but a higher concentration in pyrrhotite, and the second late stage (stage retrogrades) with the presence of quartz veins and veinlets mineralized chalcopyrite, sphalerite, galena and pyrite, which enriched anomalous irregularly and the first stage.

Rondoni field replacement is a contact metasomatic (Skarn), being an iron Skarn massive development of magnetite and pyrrhotite, and subordinate presence of garnet and pyroxene, where copper mineralization occurs mainly disseminated. Due to the presence of intrusive nature stock tonalite-granodiorite carbonate rocks that intruded into Pucará Group which served as the host rock and mineralization skarnizacion.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>11</b>
1.1 Generalidades .....	12
1.1.1 Objetivos .....	12
1.1.2 Ubicación .....	12
1.1.3 Geomorfología .....	15
1.1.4 Recursos Naturales .....	15
1.1.5 Estudios Anteriores.....	16
 <b>CAPITULO II</b>	
<b>CONTEXTO GEOLÓGICO Y ESTRUCTURAL .....</b>	<b>19</b>
2.1 Perú Central Cinturón Metalogenético. ....	19
2.2 Geología Regional. ....	21
2.2.1 Complejo del Marañón-Esquistos.....	23
2.2.2 Grupo Ambo .....	23
2.2.3 Grupo Tarma-Copacabana.....	24
2.2.4 Grupo Mitu.....	24
2.2.5 Grupo Pucará .....	25
2.2.6 Grupo Goyllarisquizga .....	25
2.2.7 Formación Chulec-Pariatambo .....	26
2.2.8 Formación Jumasha .....	26
2.2.9 Rocas Intrusivas .....	26
2.2.9.1 Diorita .....	27
2.2.9.2 Tonalita-Granodiorita .....	27

2.2.10	Depósitos Cuaternarios .....	27
2.2.10.1	Depósitos Morrénicos .....	27
2.2.10.2	Depósitos Fluvioglaciares .....	28
2.2.10.3	Depósitos Aluviales .....	28
2.3	Geología Local.....	30
2.3.1	Grupo Mitu .....	32
2.3.2	Grupo Pucará .....	32
2.3.2.1	Formación Chambará .....	32
2.3.2.2	Formación Aramachay .....	33
2.3.2.3	Formación Condorsinga .....	33
2.3.3	Grupo Goyllarisquizga .....	34
2.3.4	Rocas Intrusivas .....	34
2.3.4.1	Diorita .....	34
2.3.4.2	Tonalita-Granodiorita .....	35
2.3.4.3	Diques .....	36
2.3.4.4	Sill o Pórfido Dacítico .....	36
2.3.5	Depósitos Cuaternarios .....	36
2.3.5.1	Depósitos Morrénicos .....	36
2.3.5.2	Depósitos Fluvioglaciares .....	37
2.4	Sección Estratigráfica .....	37
2.5	Geología estructural.....	43

### **CAPITULO III**

<b>INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS .....</b>	<b>47</b>
3.1 Muestreo .....	47
3.2 Geoquímica.....	49

3.3	Geofísica .....	56	
3.4	Perforación Diamantina.....	60	
<b>CAPITULO IV</b>			
<b>MODELO DEL YACIMIENTO RONDONI .....</b>			<b>68</b>
4.1	Formación del Skarn .....	68	
4.1.1	Intrusión Diorítica .....	68	
4.1.2	Intrusión Tonalita-Granodiorita.....	69	
4.2	Características Mineralógicas .....	70	
4.2.1	Alteraciones .....	71	
4.2.2	Zonamiento .....	73	
4.2.3	Controles de Mineralización.....	73	
4.2.4	Análisis Microscópico .....	74	
4.3	Modelo del Yacimiento Propuesto.....	79	
<b>CONCLUSIONES .....</b>			<b>85</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>			<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>			<b>88</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1 Plano de Ubicación del Proyecto Rondoni .....	14
Figura 2.1 Plano Metalogenético del Perú Central .....	20
Figura 2.2 Plano Geológico Regional del Proyecto Rondoni.....	22
Figura 2.3 Columna Estratigráfica Regional del Proyecto Rondoni.....	29
Figura 2.4 Plano Geológico Local del Proyecto Rondoni .....	31
Figura 2.5 Columna Estratigráfica Local del Proyecto Rondoni .....	41
Figura 2.6 Contacto Concordante entre Formaciones Aramachay y Condorsinga ..	42
Figura 2.7 Formación Chambará donde se Forma el Anillo de Skarn .....	42
Figura 2.8 Esquema Estructural Regional en Imagen Landsat-TM.....	44
Figura 2.9 Esquema Lito-estructural.....	45
Figura 2.10 Trazo de la Falla Regional Chaulan-Rondoni o Quio-Chaulan.....	46
Figura 2.11 Falla Transversal Huarpuy .....	46
Figura 3.1 Histograma de Frecuencias del Cobre en Valores Logarítmicos .....	51
Figura 3.2 Plano de Anomalías Geoquímicas del Cobre.....	52
Figura 3.3 Histograma de Frecuencias del Hierro en Valores Logarítmicos. ....	54
Figura 3.4 Plano de Anomalías Geoquímicas del Hierro.....	55
Figura 3.5 Mapa Integrado de Magnetometría (1era y 2da etapa).....	57
Figura 3.6 Mapa Integrado de Resistividad (1era y 2da etapa) .....	58
Figura 3.7 Mapa Integrado de Cargabilidad (1era y 2da etapa).....	59
Figura 3.8 Plano en Planta de Ubicación de Taladros DDH por Zonas. ....	63
Figura 3.9 Hoja de Logueo .....	64
Figura 3.10 Contacto entre el Endoskarn y el Exoskarn .....	65
Figura 3.11 Exoskarn con po masiva y disseminaciones-venillas de cp.....	65
Figura 3.12 Sección Geológica a detalle de la Mineralización .....	66

Figura 3.13	Sección Transversal a detalle de la Mineralización .....	67
Figura 4.1	Xenolitos de Diorita en Tonalita-granodiorita .....	69
Figura 4.2	Anillo del Skarn emplazado en Rocas Carbonatadas .....	71
Figura 4.3	Mapa de Alteraciones y Zonamiento del Proyecto Rondoni.....	72
Figura 4.4	Cristales de anhedrales de Magnetita con Pirrotita intersticial reemplazada parcialmente por Calcopirita .....	76
Figura 4.5	Cristales anhedrales de Magnetita parcialmente reemplazada por Pirrotita y Calcopirita .....	76
Figura 4.6	Cristales anhedrales de Pirrotita y de Calcopirita como relleno de los intersticios de las Gangas .....	76
Figura 4.7	Cristales anhedrales de Pirrotita reemplazados parcialmente por Calcopirita.....	78
Figura 4.8	Cristal anhedral de Pirrotita parcialmente reemplazado por Calcopirita con microfacturas rellenas por esfalerita .....	79
Figura 4.9	Sección Geológica del Proyecto mirando al Este (5a) .....	80
Figura 4.10	Sección Geológica del Proyecto mirando al Norte (5b).....	81
Figura 4.11	Sección Geológica del Proyecto mirando al Norte (5c).....	82
Figura 4.12	Modelo 3D del Cuerpo Skarn del Proyecto Rondoni.....	83
Figura 4.13	Modelo Esquemático del Proyecto Rondoni Skarn Fe-Cu .....	84

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1	Resultado de valores de Cobre en el muestreo superficial de rocas..... 48
Tabla 3.2	Número de Muestras Utilizadas para Realizar el Plano de Distribución Geoquímico del Cobre y Hierro ..... 49
Tabla 3.3	Resumen de Valores Logarítmicos de Cobre..... 50
Tabla 3.4	Resultados de BG y TH del Cobre en valores porcentuales ..... 51
Tabla 3.5	Resumen de Valores Logarítmicos de Hierro..... 53
Tabla 3.6	Resultados del BG y TH del Hierro en Valores Porcentuales ..... 54
Tabla 3.7	Cuadro de Perforación DDH Total en el Proyecto Rondoni ..... 62
Tabla 4.1	Cuadro de la Paragénesis de Mineralización ..... 70

## NOMENCLATURA

Cu	:	Cobre
Fe	:	Hierro
mt	:	Magnetita
po	:	Pirrotita
Px	:	Piroxeno
Gt	:	Granate
cp	:	Calcopirita
py	:	Pirita
ef	:	Esfalerita
GGs	:	Gangas
E	:	Este
N	:	Norte
W	:	Oeste
S	:	Sur
UTM	:	Universal Traslator Mercator
km	:	Kilometro
m	:	Metro
h	:	Hora
min	:	Minuto
ppm	:	Partes por millón
Log	:	Logaritmo
Fm	:	Formación

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El proyecto geológico - minero Rondoni de propiedad de Compañía Minera Vichaycocha S.A.C. subsidiaria de Volcan Compañía Minera S.A.A., está situado en el Cerro Rondoni, de la Cordillera Oriental de los Andes Centrales peruanos, a 40 km en línea recta al suroeste de la ciudad de Huánuco, entre los 4,500 m y 4,800 m de altura.

Pertenece a la franja metalogenética de depósitos polimetálicos del Perú Central, integra un corredor estructural que relaciona a los yacimientos de Milpo, Atacocha, Machcan, Vinchos y Chaulan. El Skarn Rondoni presenta una geometría irregular y compleja, tanto en sentido vertical como horizontal, relacionado intensamente a los controles de mineralización.

Es un depósito de reemplazamiento metasomático de contacto (Skarn) de hierro con diseminación de cobre, cuya mineralización característica se ha depositado en la aureola de contacto de rocas carbonatadas del Grupo Pucará que circunda al stock pórfido tonalita-granodiorita.

El modelo del proyecto Rondoni, es un deposito tipo **Skarn**, donde los intrusivos de composición intermedia - ácida entran en contacto con rocas sedimentarias del tipo calizas y dolomitas, de esta interacción suceden fenómenos de metamorfismo de contacto y que posteriormente con el enfriamiento del intrusivo liberan fluidos que reaccionan con las calizas y sucede el fenómeno de metasomatismo.

## 1.1 Generalidades

### 1.1.1 Objetivos

- Definir las principales características de la mineralización y el posible modelo geológico del proyecto Rondoni yacimiento tipo Skarn de Fe-Cu.
- Presentar el trabajo a la Universidad Nacional de Ingeniería para obtener el título de Ingeniero Geólogo.

### 1.1.2 Ubicación

El Proyecto Rondoni, está situado en el Cerro Rondoni, en la Cordillera Oriental de Los Andes, a 40 km en línea recta y hacia el SW de la ciudad de Huánuco. Políticamente se ubica en el centro poblado de Quío, provincia de Ambo, departamento de Huánuco, entre 4,400 y 4,800 m.s.n.m., demarcado dentro de las coordenadas UTM siguientes:

<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
343,000	8`876,000
352,000	8`871,000

El acceso desde la ciudad de Lima, es como sigue:

<b>TRAMO</b>	<b>CARRETERA</b>	<b>DISTANCIA</b>	<b>TIEMPO</b>
Lima-Ambo	Asfaltado	385 Km	7h
Ambo-Cayna	Carrozable	45Km	1h 30min
Cayna-Quio	Carrozable	10Km	30min
Quio-Proyecto	Carrozable	10Km	30min
	<b>Total</b>	<b>450 km</b>	<b>9h 30min</b>

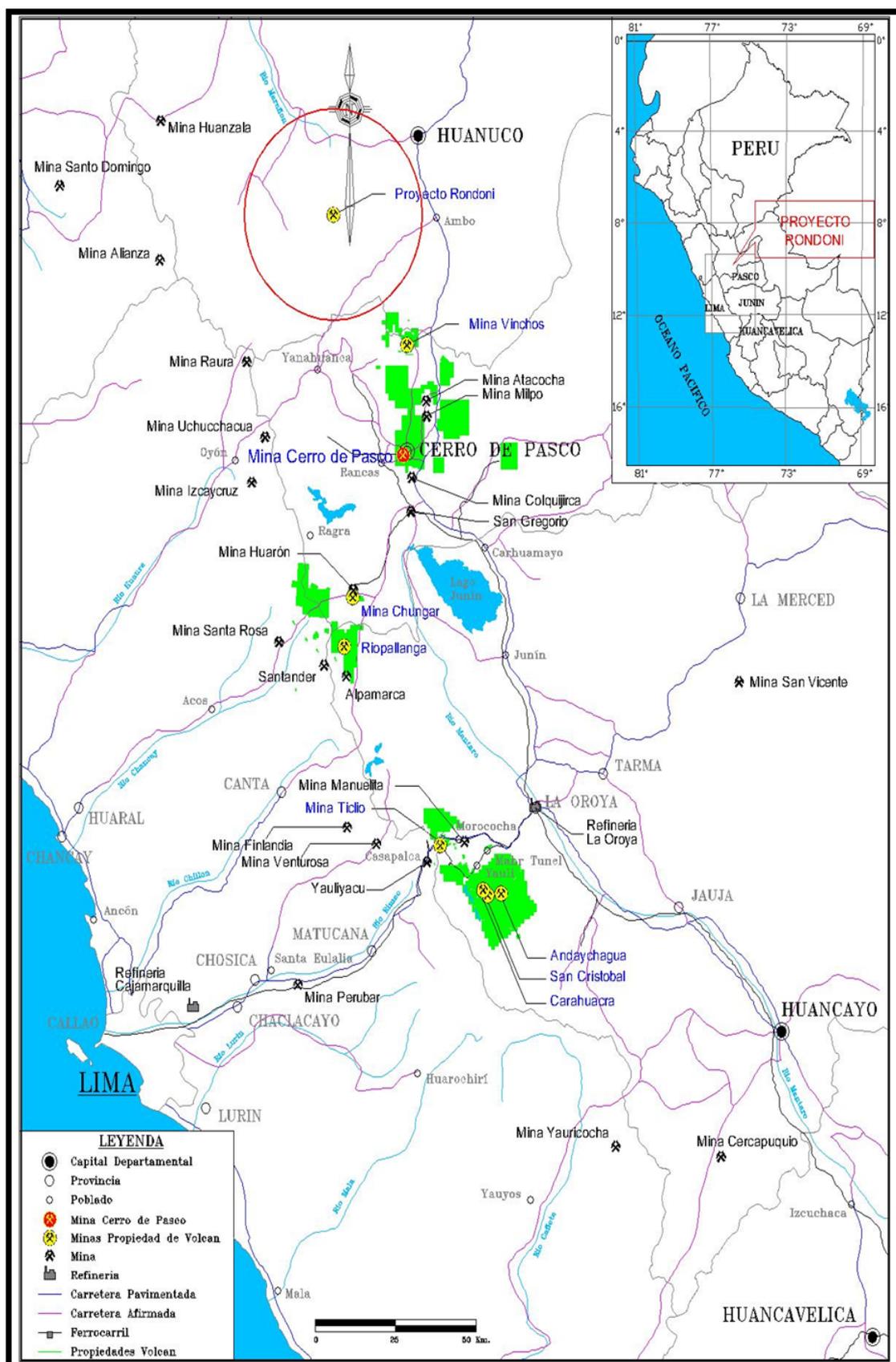


Fig.1.1 Plano de ubicación del proyecto Rondoni y yacimientos cercanos

### **1.1.3 Geomorfología**

El proyecto se encuentra emplazado en el flanco este del Cerro Rondoní (Cordillera Oriental de Los Andes), cuya topografía es accidentada, con basamento constituido por rocas calcáreas del Grupo Pucará y rocas intrusivas del Terciario.

El clima de Rondoni es frío y seco desde el mes de Abril hasta Octubre y lluvioso – frío desde Noviembre hasta Marzo. La precipitación pluvial mayormente sólida se va incrementando desde Octubre y alcanza su mayor apogeo en Enero, Febrero y Marzo.

### **1.1.4 Recursos Naturales**

Los recursos hidrológicos son abundantes en la región, las lagunas Huarpuy, Acococha, Estanco, Quiulacocha y otras drenan al río Quio, todo el año.

El clima y la naturaleza de las rocas subyacentes, influye decididamente en la distribución de la flora y fauna, estando la primera constituida por ichu, huila huila, crespillo y gramíneas con mayor desarrollo en la Formación Aramachay. El cultivo de la papa, es la actividad más importante de los pobladores de Quio, con sembríos que llegan hasta los 4,200 m.s.n.m. La fauna está ausente en gran medida, algunos comuneros se dedican a la crianza de ganado ovino, caprino y equino a escala muy pequeña, en las lagunas la trucha es abundante.

En las poblaciones circundantes al proyecto, Quio, Rondoní, Cayna y Estanco, la mano de obra no calificada es abundante y solamente podrán realizar trabajos de exploración como ayudantes en las actividades de

muestreo, topografía, prospección geoquímica y geofísica, excavación de trincheras, sin embargo para la operación minera no se tiene mano de obra calificada.

#### **1.1.5 Estudios Anteriores**

La evidencia de pequeñas labores mineras antiguas, sobre los afloramientos de Skarn y vetas periféricas, indican que el distrito minero de Rondoní fue trabajado desde la época de la Colonia.

Desde 1901 F. Velásquez y J. Alvarado trabajaron en el proyecto Rondoní hasta 1910.

En 1916 J. G. Baragwanat, geólogo de la Cerro de Pasco Mining Co. visita Rondoní Este, cubicó 32.7 millones de toneladas de mineral en el anillo de Skarn alrededor del intrusivo con un promedio de 1.3% Cu y concluyó en que estos resultados eran muy bajos para justificar un examen más detallado de Rondoní.

En 1929 Homer Neal, geólogo de la New Verde Mines Company, visita Rondoní Este y Acejar, haciendo una descripción de ambos afloramientos, muestreo de la periferia del intrusivo y concluye que es posible encontrar un gran cuerpo de 52 millones de toneladas con 2% de Cu.

En 1930 la región fue denunciada por el Ing. Octavio Bernal. En 1944 se asocia con el Ing. E. Fernandini y ofrecen en opción a la Compagnie Des Minas de Huarón.

En 1945 Everett H. Graff visitó Rondoní, describe el anillo mineralizado alrededor del intrusivo, la existencia de mineralización en la caliza y señala la posibilidad de la existencia de Tungsteno. Opina que Rondoní sólo puede ser trabajado con una operación de gran escala y de baja ley.

En 1946 estudian el proyecto Rondoní los geólogos G. E. Kruger y A. Benavides.

En 1950 E. H. Graff y G. E. Kruger, reportan la existencia de cuerpos con ley de cobre sobre el contacto distribuidos irregularmente y la existencia de algo de oro asociado posiblemente a la calcopirita y pirrotita.

En 1951, estudian el proyecto Rondoní los geólogos A. Benavides y W. C. Lacy.

En 1962 estudia el prospecto el geólogo Petersen y en 1968 dividieron los denuncios en dos unidades, una "Rondoní", fue entregada a Cerros Negros Amerada Excelsior Partners, y la otra llamada Acejar la trabajaron los propietarios apoyados por el "Brocal" S.A.", quien envía al geólogo Estanislao Dunín Borkowsky.

En 1969 Estanislao Dunín visita Rondoní Este y Acejar y concluye que el yacimiento de “Rondoní Este” es un metasomático de contacto, las vetas de Santa Rosa de Cunto y Acejar ocupa un lugar intermedio y recomienda un plan y secuencia de trabajos.

El informe de STASA de 1970 concluye que la granitización y mineralización de Cobre es exclusivamente un fenómeno de contacto; que no es factible explorar solamente los lentes ricos de mineral y es necesario programar una serie de trabajos para evaluar la importancia del yacimiento.

En Septiembre de 1978, el geólogo Pierre Soler de B.R.G.M. (Francia) toma dos muestras representativas del Skarn, una a 4650 msnm con 15 m de potencia y 0.87% Cu y otra a 4300 msnm con 35 m de potencia y 0.31% Cu y concluye que no es posible encontrar una mineralización interesante en profundidad.

En la década del 90 Cia. Minera Milpo S.A.A. realiza trabajos de exploración y cubica 23.5 millones de toneladas con leyes de 0.67 % Cu. Después de realizar 7 sondajes que sumaron 911 m, Milpo decide dejar las concesiones de exploraciones por el bajo precio del Cobre.

## **CAPITULO II**

### **CONTEXTO GEOLÓGICO**

#### **2.1 Perú Central Cinturones Metalogenéticos**

Los yacimientos polimetálicos y ocurrencias hidrotermales de la región de Pasco-Huánuco están relacionados a intrusiones magmáticas.

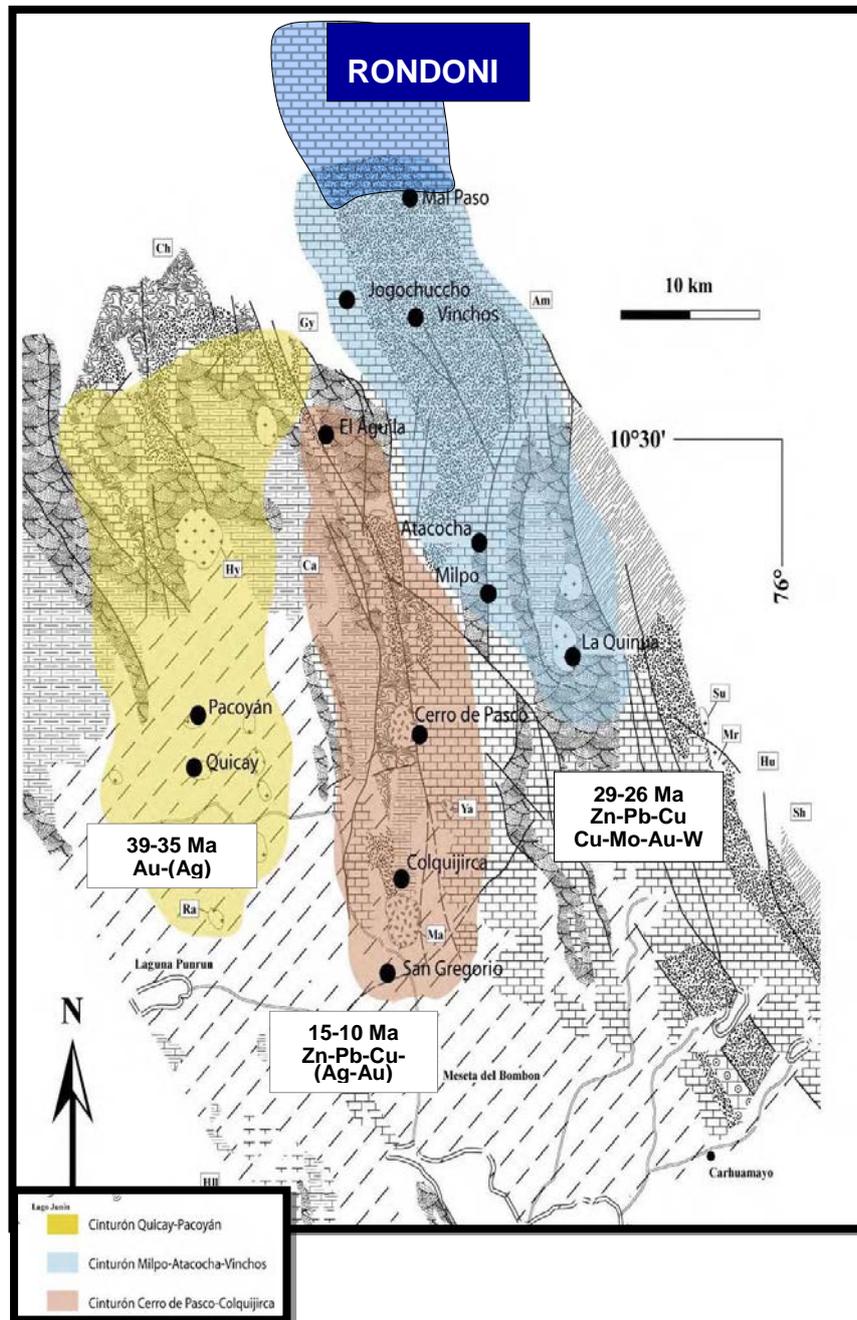
Estos depósitos constituyen tres franjas metalogénicas, que se habrían generado en el siguiente orden cronológico:

- i. Eoceno superior, entre 39 y 35 Ma (franja Quicay-Pacoyán)
- ii. Oligoceno, entre 29 y 26 Ma (franja Milpo-Atacocha-Vinchos-Rondoni)
- iii. Mioceno medio, entre 15 y 10 Ma (franja Cerro de Pasco-Colquijirca)

Todos los tipos de depósitos hidrotermales pertenecen a la familia general de los yacimientos relacionados a los pórfidos de Cobre, los cuales son comunes en márgenes activas de subducción o zonas de arco e incluye principalmente:

- a) Mineralización epitermal de alta sulfuración de Au-(Ag) (cinturón Quicay-Pacoyán y cinturón Cerro de Pasco-Colquijirca).
- b) Mineralización epitermal de alta sulfuración de Zn-Pb-Cu-(Ag-Au) (cinturón Cerro de Pasco-Colquijirca).
- c) Mineralización epitermal de baja sulfuración de Zn-Pb-Cu-(Ag-Au) (cinturón Milpo-Atacocha-Vinchos)

d) Depósitos de Zn-Pb-Cu-(Ag-Au) relacionados a Skarn, además de ocurrencias de pórfidos de  $Cu \pm Mo \pm Au \pm W$  (cinturón Milpo-Atacocha-Vinchos-Rondoni). <sup>1</sup>



**Fig. 2.1** Plano metalogénico del Perú Central

<sup>1</sup> Tomado de la Tesis: "Cinturones metalogénicos cenozoicos en Pasco y Huánuco: tipos de yacimientos y naturaleza geoquímica de los magmas asociados", Por: Gisela Rossan Cobefias Benites, Junio 2008, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

## 2.2 Geología Regional

Desde el punto de vista regional, el proyecto Rondoni se encuentra hacia el NE de una franja metalogenética de yacimientos metasomáticos de contacto, constituyendo el lineamiento Milpo, Atacocha, Machcán, Vinchos, Chaulán. El basamento rocoso corresponde al Neoproterozoico conformado por micaesquistos, a veces asociados a venillas con lentes de cuarzo concordantes con la esquistosidad del Complejo del Marañón. Seguida por rocas Paleozoicas del Grupo Ambo constituido por areniscas intercaladas con delgados niveles de pizarras; Grupo Tarma-Copacabana constituido por areniscas y calizas; Grupo Mitu por lutitas, limolitas y areniscas. Continúan afloramientos mesozoicos del Grupo Pucará constituido por calizas, dolomías, calizas esparíticas, nodulares y micríticas. Con menor incidencia en la esquina NW del área de estudio aflora el Cretácico; desde el Grupo Goyllarisquizga compuesto por areniscas, conglomerádicas, limolitas; Formación Chulec-Pariatambo compuesta por calizas micríticas, calizas margosas negras bituminosas; cierra la secuencia sedimentaria la Formación Jumasha constituida por calizas masivas gris claras; cubriendo a toda esta secuencia se tienen depósitos cuaternarios morrénicos, fluvio-glaciares y aluviales. Toda la secuencia litoestratigráfica está cortada por intrusivos dioríticos, tonalíticos-granodioríticos.

La intrusión tonalita-granodiorita es responsable de la mineralización a manera de un Skarn del proyecto Rondoní. (**Fig.2.2**).

A continuación, se describe la columna estratigráfica regional de la zona de trabajo.

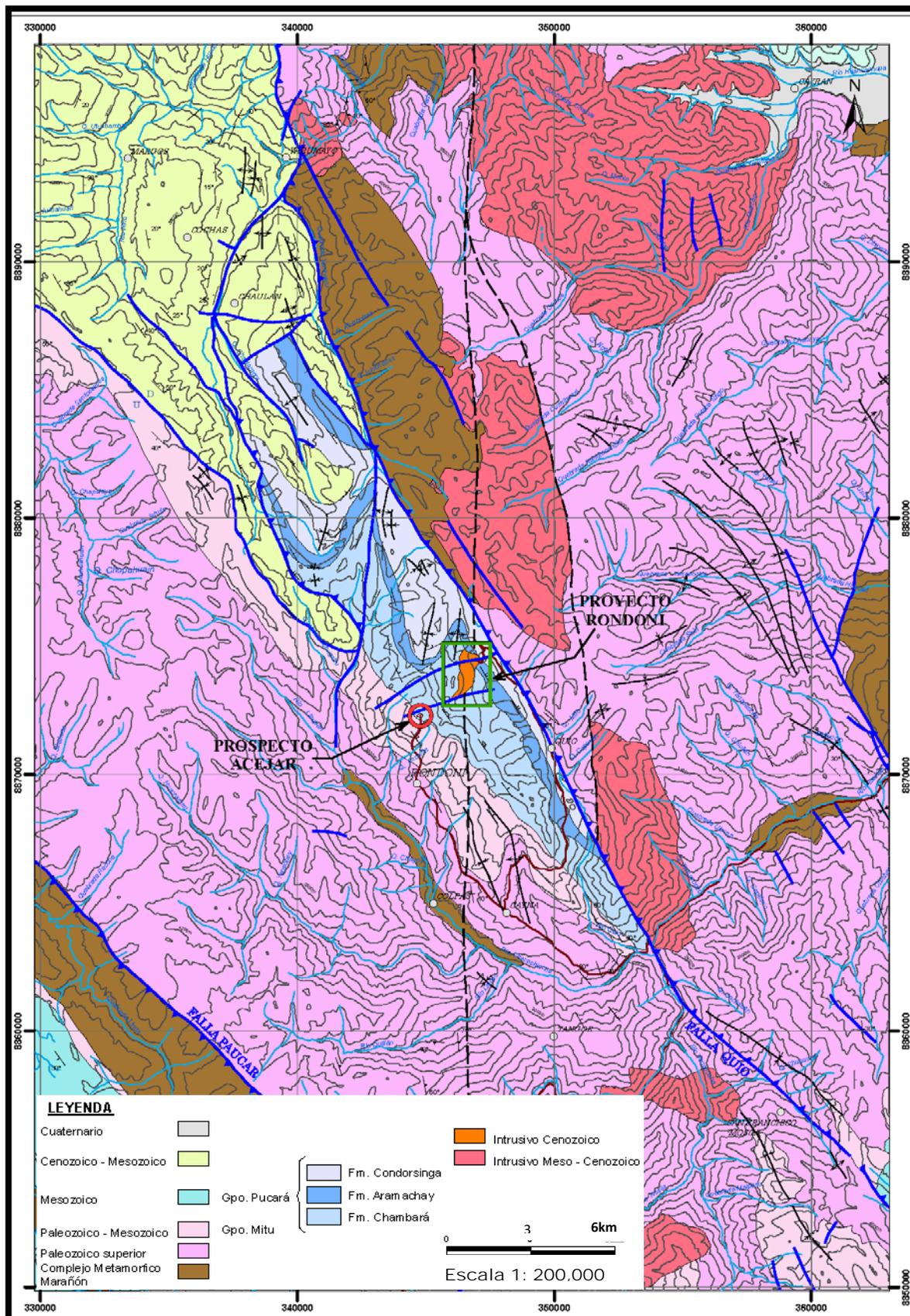


Fig.2.2 Plano geológico Regional del Proyecto Rondoni, tomado del INGEMMET, cuadrángulo de Ambo hoja 21-k

### **2.2.1 Complejo del Marañón-Esquistos**

Aflora ampliamente en el extremo Suroeste de la zona de estudio, en dirección NW-SE, entre los cerros Carhuarumi, Jupaypunta y Piedra Imán, y afloramientos más pequeños entre los cerros Jeropurga y Llico; y en ambas márgenes del río Huertas entre las quebradas San Antonio y Utcush. Litológicamente consta de micaesquistos grises a gris oscuros y verdosos, algunas veces asociados a venillas con lentes de cuarzo concordantes con la esquistosidad. Los esquistos más comunes son: cuarzo-micáceos, esquistos cuarzo moscovíticos, esquistos cuarzo-muscovitas-cloritas, esquistos micas-cuarzo y esquistos cuarzo-biotitas-muscovitas; las texturas más frecuentes son granoblásticas y granoblásticas suturadas. Estructuralmente se halla afectado por fallas y lineamientos de tendencia andina  $N60^{\circ}-45^{\circ}W$ , cortadas por otras  $N60^{\circ}-70^{\circ}E$ , N-S y E-W.

### **2.2.2 Grupo Ambo**

Los afloramientos típicos se observan en la provincia de Ambo, la parte basal constituida por conglomerados y descansa en discordancia angular sobre el Complejo Marañón. Los afloramientos más conspicuos en el área, afloran en Cayna, constituyendo el basamento del pueblo. Hacia el Noreste de Rondoní, en los cerros Calhual, Yanapacho y Santa Bárbara, la parte basal está constituida por conglomerados y descansa en discordancia angular sobre el Complejo Marañón. Litológicamente consiste de una secuencia de areniscas beige grisáceas intercaladas con delgados niveles de pizarras grises, capas delgadas de lutitas, lutitas arenosas. Estas rocas se encuentran afectadas por estructuras

geológicas (plegamientos, fallas y lineamientos) N-S, E-W, N40°-60°E y N55°-40°W.

### **2.2.3 Grupo Tarma-Copacabana**

En el cuadrángulo de Ambo se observa niveles calcáreos (Copacabana) muy resistentes a la erosión, en la base se encuentra areniscas finas (Tarma) bastante delgadas. Desde el cerro Calhual, extremo Norte hasta Santa Bárbara, afloran calizas gris claras a beige en bancos gruesos con delgadas capas de lutitas grises deleznales, sobresaliendo en superficie por su resistencia a los agentes erosivos. La potencia estimada es de 300 m. La litología y la presencia de corales crinoideos, indican una sedimentación en un medio nerítico. Al Grupo Copacabana, por la abundante fauna reportada se le asigna una edad del Pérmico inferior. Estructuralmente se halla controlado por estructuras N60°-40°W, N08°E y N60°E

### **2.2.4 Grupo Mitu**

En la zona de estudio el Grupo Mitú, aflora entre Cayna y cerro Ángel Ríos, constituido por calizas en una matriz areniscosa de grano fino color rojo ladrillo, conglomerados polimícticos, molasas y areniscas rojizas de grano medio. En la zona sobreyace al grupo Ambo e infrayace con cierto grado de concordancia al Grupo Pucará. Por su posicionamiento estratigráfico se le asigna al Pérmico Superior. Litológicamente, presenta una serie sedimentaria constituida por lutitas, limolitas y areniscas de color marrón rojizo de grano fino a medio infrayace a las facies carbonatadas del Grupo Pucará. Estos

afloramientos se encuentran afectados por estructuras N30°-40°E, N55°-40°W, N-S y E-W.

#### **2.2.5 Grupo Pucará**

Afloramientos localizados en la parte central del área de estudio con orientación promedio N40°E, específicamente en los alrededores del proyecto Rondoni compuestos por intercalación de calizas esparíticas, dolomías, calizas nodulares, calizas micríticas y calizas gris clara a oscuras, de grano fino a medio. En la sierra central se divide al Grupo en tres Formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga. En el área del proyecto el conjunto de rocas carbonatadas presenta una morfología suave ondulada con relieves cársticos, ocasionalmente escarpados y encañonados. Estructuralmente se halla afectado por estructuras (plegamientos, fallas y lineamientos) N-S, N40°-50°E y E-W.

#### **2.2.6 Grupo Goyllarisquizga**

Aflora reducidamente en el extremo Noroeste de la zona de estudio, en dirección N30°W, se localiza en los alrededores del poblado de Chaulan, quebradas Cancania y Cuncuna, y en los cerros Siete Grandes y Marpuuccro. Litológicamente está constituido por areniscas macizas, limolitas y niveles microconglomerádicos. El sistema cretácico aflorante en este sector ha sido emplazado mediante una tectónica compresiva (cabalgamientos y/o sobreescurremientos) y controlada por fallas inversas y fallas gravitacionales de direcciones N-S y E-W.

### **2.2.7 Formación Chulec-Pariatambo**

Afloramientos restringidos en la zona Noroeste del área de estudio, con tendencia  $N40^{\circ}-20^{\circ}W$ , ubicada en ambas márgenes de la quebrada Chagiaragra, cerros Chagra Cruz y Yanama y en la quebrada Cuncuna constituida por calizas micríticas de coloración gris clara con intercalaciones de lutitas arenosas, calizas margosas negras bituminosas. Del mismo modo que el Grupo Goyllarisquizga, el emplazamiento de esta unidad se debe a cabalgamientos y/o sobrecurrimientos, controlados por fallas gravitacionales, fallas inversas y lineamientos de direcciones  $N50^{\circ}-30^{\circ}W$ ,  $N10^{\circ}-20^{\circ}E$  y  $N10^{\circ}E$ .

### **2.2.8 Formación Jumasha**

Afloramientos reducidos en el lado Noroeste de la zona de estudio, con orientación  $N50^{\circ}-40^{\circ}W$ , localizados al SE del poblado de Chaulan, en los cerros Chagra Cruz y Yanama, y en la quebrada Cuncuna. Litológicamente consiste de calizas masivas gris claras. Esta unidad cierra la tectónica compresiva en este sector, controlados por fallas gravitacionales de direcciones  $N70^{\circ}-75^{\circ}W$ ,  $N45^{\circ}E$ , E-W y N-S.

### **2.2.9 Rocas Intrusivas**

Resalta un stock tonalítico-granodiorítico que intruye la secuencia carbonatada del Grupo Pucará, ubicado en el proyecto Rondoní, presenta dirección de emplazamiento  $N20^{\circ}E$ . Sin embargo en los alrededores del área de estudio afloran dioritas deformadas y granodioritas que intruyen al Triásico.

#### **2.2.9.1 Diorita**

Comprende a los primeros emplazamientos del magma. Aflora en los cerros Queulacocha, Manashalash, Yanamito y Licopunta, afloramientos más pequeños se ubican entre el río Yanacocha y la quebrada Huacaycho, y en los cerros Paugainpampa y Azul Huanca. Estructuralmente es controlada por fallas N75°W, N40°W, N25°-35°E, E-W, y lineamientos N50°-60°E. Mineralógicamente está constituida por plagioclasas, anfíboles, cuarzo, piroxeno, feldespatos potásicos, cloritas y trazas de carbonato, sericita, esfena, limonitas, arcillas y apatito. Las alteraciones observadas son cloritización, epidotización, carbonatación, sericitización, limonitización y argilización.

#### **2.2.9.2 Tonalita- Granodiorita**

La tonalita-granodiorita corresponde a una segunda manifestación magmática. Restringidamente aflora en el cerro Ingenio. Constituida por plagioclasa, hornblenda y cuarzo, como minerales secundarios hay sericita, epidota, arcillas, feldespatos potásicos. Alteraciones importantes: sericitización, epidotización, argilitización, cloritización, carbonatación, albitización y silicificación.

#### **2.2.10 Depósitos Cuaternarios**

##### **2.2.10.1 Depósitos Morrénicos (Q-mo)**

Son depósitos que fueron producidos por acción glacial, composición heterogénea en cuanto a la forma y tamaño de los

fragmentos, por lo general subredondeados dentro de una matriz areno-limosa. Se localizan en los cerros Cruz Punta, Huaypashtanan y Pan de Azúcar, y en las quebradas Shiri y Capayan.

#### **2.2.10.2 Depósitos Fluvioglaciares**

Estos depósitos tienen origen en el transporte de las masas glaciares en las partes altas de la Cordillera Oriental, las cuales debido a su descongelamiento y posterior circulación liberan material clástico, para luego ser distribuido por las corrientes fluviales y glaciares que se originan de los deshielos. Estos materiales consisten en guijarros, gravas, arenas gruesas. Se presenta en las quebradas Carhua, Chacaya, Ramosragra y Mito.

#### **2.2.10.3 Depósitos Aluviales**

Constituido por gravas, arenas, limos y arcillas inconsolidadas. Se hallan distribuidos en el fondo de valles y quebradas.

## Columna Estratigráfica del Distrito Minero Rondoní

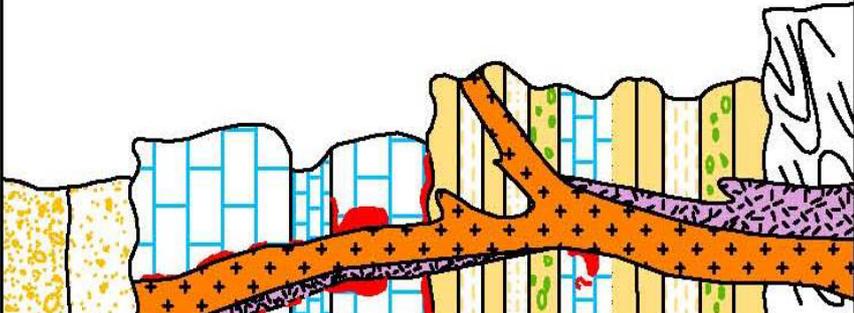
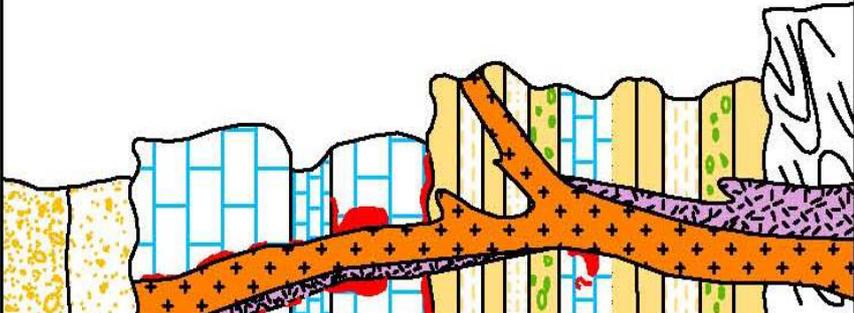
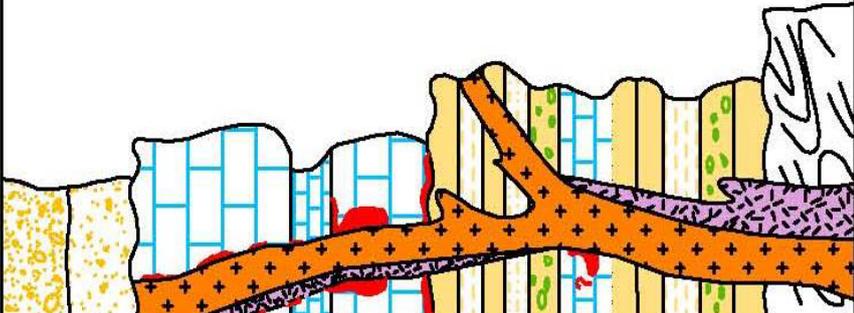
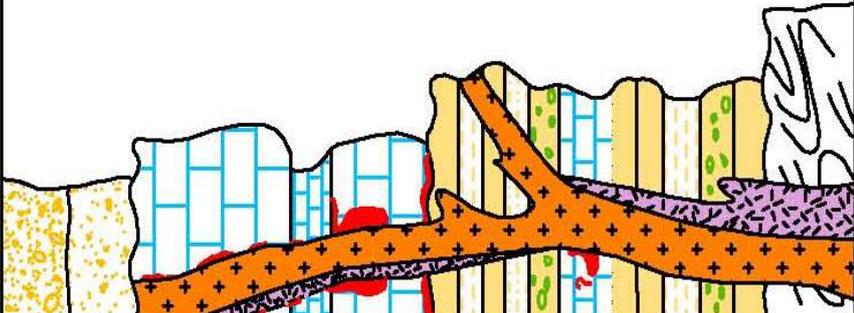
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	GROSOR m.	COLUMNA	DESCRIPCION LITOLOGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depositos Aluviales			Gravas con clastos polimicticos redondeados con matriz arena-limosa inconsolidada.
			Depositos Coluviales			Gravas polimicticas con matriz arena-limosa.
MESOZOICO	JURASICO	INFERIOR	Grupo Pucara	500 A 1500		Caliza gris clara con esporadicos niveles de caliza nodular.
				50		Calizas negras bituminosas en capas delgadas con abundante fosiles.
				700		Caliza gris con intercalaciones de caliza nodular, niveles de lutita calcarea.
PALEOZOICO	PERMICO	SUPERIOR	Grupo Mitu	2000		Arenisca color rojo y niveles de lutitas y conglomerados.
				300		Calizas claras con abundante fusulinidos, en la base lutitas con intercalacion de arenisca.
				1000		Arenisca, lutitas carbonaceas, con presencia de plantas fosiles.
NEO PROTEROZOICO			Complejo del Marañon ?			Esquistos de color verde, esporadico presencia de gneis bandeadas.

Fig.2.3 Columna estratigráfica regional del proyecto Rondoni

### **2.3 Geología Local**

En el proyecto Rondoni, el basamento más antiguo corresponde a rocas del Paleozoico superior del Grupo Mitu constituido por una secuencia de areniscas, lutitas, limolitas de color marrón rojizo a violáceo. En ligera discordancia erosional se presenta la secuencia carbonatada del Grupo Pucará, caracterizadas en tres unidades bien definidas: Formación Chambará, conformada por intercalación de calizas esparíticas, dolomías, calizas micríticas y calizas de estratos medios a gruesos, resistentes, forma grandes farallones. Sobreyace la Formación Aramachay compuesta por calizas tabulares micríticas, gris oscura, bituminosa y cierra la secuencia Condorsinga compuesta por calizas micríticas gris estratos medios. La parte central del área de estudio se encuentra intruida por un stock tonalita-granodiorita, el stock está controlado por numerosas fallas y lineamientos. Cubre a toda la secuencia descrita, depósitos cuaternarios morrénicos y fluvio-glaciares. **(Fig. 2.4)**

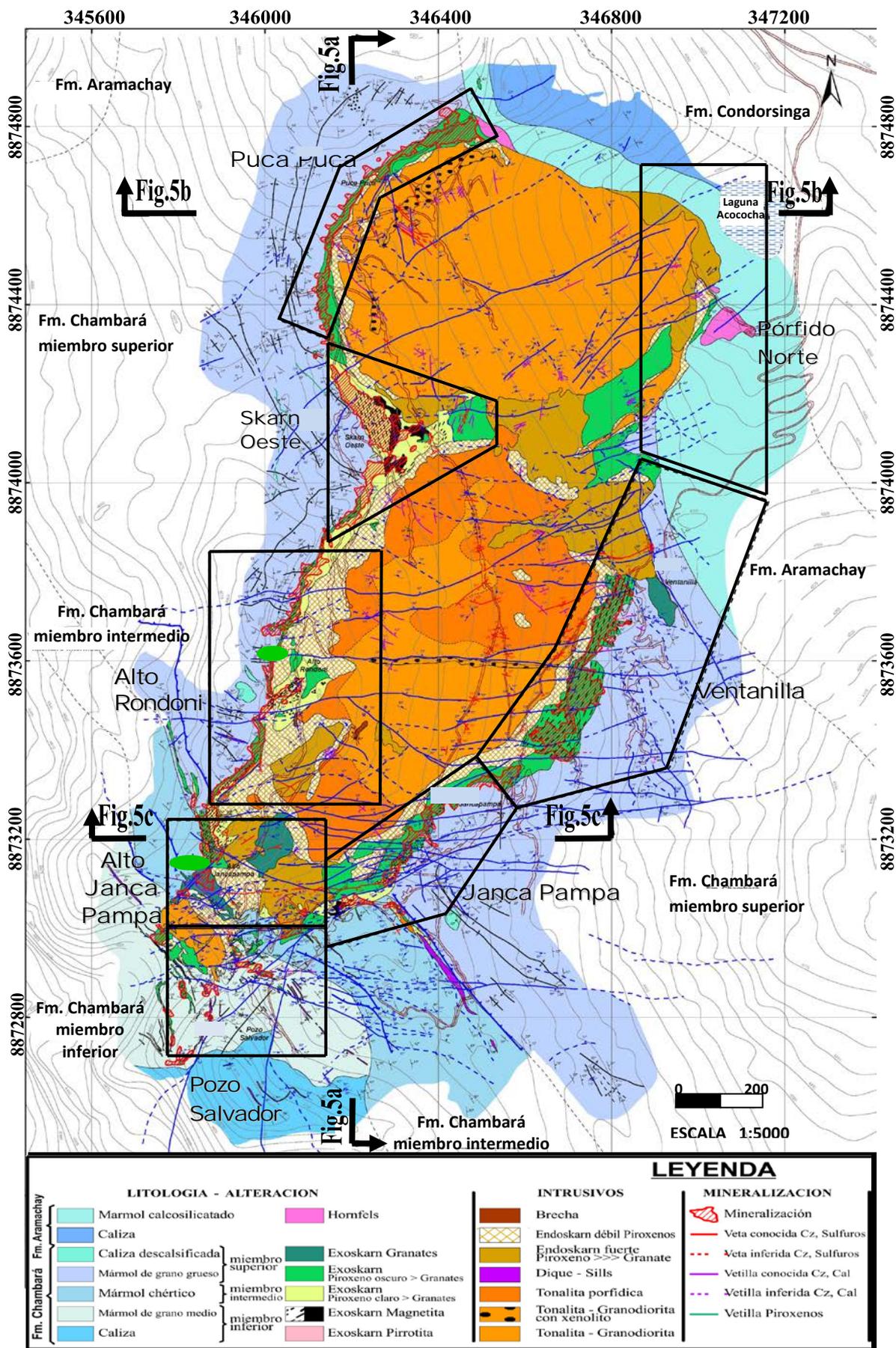


Fig.2.4 Plano geológico local del proyecto Rondoni.

### **2.3.1 Grupo Mitu**

Se ubica al NW del poblado de Rondoni, en tendencia andina (NW-SE). Conformado por alternancia de areniscas, lutitas, limolitas marrón rojizo a violáceo, grano fino a medio, estratos que varían de 0.40 a 0.80 m de espesor, infrayace a las facies carbonatadas del Grupo Pucará. Estructuralmente se halla afectado por fallas N60°W, E-W y N50°E.

### **2.3.2 Grupo Pucara**

Presenta numerosos afloramientos alargados de dirección NW-SE, conformado principalmente por calizas. Este grupo se ha dividido en tres Formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga.

#### **2.3.2.1 Formación Chambará**

Aflora en las proximidades de las Lagunas Wiracocha, Cunto, y alrededores de los poblados Pachachaca, y al NW de Curupata en dirección NW-SE. Litológicamente la base está conformada por calizas esparíticas de grano fino a medio, estratos de 0.40 m a 2 m de espesor, cortadas por venillas de calcita y dolomías en capas de 0.20 m a 1 m de potencia; la parte media por dolomías, calizas esparíticas, calizas nodulares y calizas, son de grano fino a medio, ocasionalmente los bancos llegan a 4 m de espesor, presencia de microvenillas de calcita; al tope calizas esparíticas en ocasiones con diseminación de calcopiritas, dolomías, calizas micríticas, nódulos de chert, concreciones de calcita, calizas masivas y calizas laminares. Suprayace en discordancia erosional al Grupo Mitu e infrayace concordantemente a la

Formación Aramachay. Estructuralmente controlada por fallas en direcciones E-W, N50°-55°W y N55°-65°E.

#### **2.3.2.2 Formación Aramachay**

Se ubica entre la laguna Quirococha y se prolonga hacia el NW del cerro Putaga. La base constituida por alternancia de, calizas micríticas y dolomías de grano fino, gris claras a oscuras en capas de 0.10 m a 0.20 m de grosor; la parte media por dolomías y calizas micríticas gris oscuras en estratos de 0.10 m a 0.15 m de grosor; y la superior por dolomías de grano fino, gris oscuras, laminadas compactas, infrayaciendo concordantemente a la Formación Condorsinga. Estructuralmente afectada por fallas E-W, N40°-45°W y N35°-50°E.

#### **2.3.2.3 Formación Condorsinga**

Presenta remanentes de afloramientos hacia el Norte y Noreste del proyecto, constituida de calizas grises, con intercalaciones de calizas dolomíticas; la morfología es suave, ondulada, con una topografía cárstica, a veces formando dolinas. El espesor en la zona se estima en 60 m. Las calizas del Grupo Pucará presenta un rumbo general N20°-40° W y un buzamiento de 35°-70° NE, la edad corresponde al Triásico superior-Jurásico inferior, en base a las evidencias paleontológicas encontradas.

Los afloramientos están orientados NW-SE, ubicados en los alrededores de los poblados Huampuy, Acococha y Putaga.

Conformada por calizas micríticas masiva, de grano fino, gris oscura en capas de 1 m a 2 m de espesor.

### **2.3.3 Grupo Goyllarisquizga**

Constituido por toda una serie clástica y calcárea que aflora en la cuenca cretácica occidental del Centro Andino del Perú. Este grupo está dividido en cuatro Formaciones: Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat. En el proyecto, los sedimentos de este grupo se ubican en el extremo Suroeste de Rondoní, en el cerro Pira-Pira zona de Acejar, con rumbo N20°W y buzamiento de 50° NE, en capas de 0.20 m a 1 m de espesor. Constituido por areniscas, cuarcitas de color blanco parduzco y lutitas de color verde gris a negro. La potencia se estima en 600 m y por la posición estratigráfica se le asigna al Cretácico inferior.

### **2.3.4 Rocas Intrusivas**

#### **2.3.4.1 Diorita**

Es la roca más antigua y tiene una amplia distribución en forma de stock hacia el Norte del proyecto, en los alrededores de las lagunas de Estanco y Quilacocha. En el proyecto en forma de remanentes aflora hacia el Oeste de la laguna de Acococha, entre el intrusivo tonalítico-granodiorítico y rocas sedimentarias. La diorita es de color gris oscuro y de textura fanerítica moderadamente recristalizada, mineralizada y alterada como resultado del emplazamiento de los intrusivos más jóvenes y de los procesos metasomáticos subsecuentes. Las principales características petromineralógicas son: grano fino a medio, gris

verdoso, hipidiomórfica, equigranular; los minerales principales son plagioclasas 64%, hornblenda 33%, cuarzo 1-2% y como minerales accesorios magnetita 1%, las plagioclasas han sido alteradas débilmente a arcillas, los ferromagnesianos fuertemente a clorita. La mineralización es débil a moderada de pirita con escasa calcopirita asociada. Estructuralmente afectada por fallas N30°W, E-W y N50°-60°E.

#### **2.3.4.2 Tonalita-Granodiorita**

Es un stock hipabisal, que aflora en una amplia zona en el flanco Este del cerro Rondoni, su extensión es de 2 km de largo por 550 m de ancho, intruye a las rocas carbonatas del Grupo Pucará, formando una aureola de cuerpos irregulares de skarn mineralizados de pirrotita, magnetita, pirita y escasa calcopirita en coágulos y disseminaciones en venillas de cuarzo. Su importancia económica es valiosa, ya que está directamente ligada a la mineralización económica de Cobre y Molibdeno del distrito minero. Aflora en los alrededores del yacimiento Rondoni e inmediaciones del cerro Putaga, es el principal causante de mineralización; el stock está controlado por fallas principalmente en la dirección E-W, N45°-55°E. La datación del intrusivo Rondoni presenta una edad Cenozoico (Oligoceno) Ar/Ar de 26 millones de años (K. Kouzmanov), sería contemporáneo con los intrusivos de Vinchos, Milpo y Atacocha.

#### **2.3.4.3 Diques**

Ocurren hacia el SW de Pozo Salvador, el origen estaría relacionado al stock principal como consecuencia de una reactivación del foco magmático. Los diques son pórfido andesíticos, color gris blanquecino, bimodal, débilmente seriado, plagioclasas anhedrales a subhedrales 50%, biotita 0.5%, hornblenda 10%, ortosa 8% subhedral a euhedral, cuarzo 3-4%, matriz 25-30 %. La mineralización consiste de disseminaciones de pirita, esfalerita y calcopirita. El rumbo es N40°-50°W y buzamiento 50°SW, con una potencia promedio de 2 m.

#### **2.3.4.4 Sill o Pórfido Dacítico**

Textura afanítica, equigranular, obliterada, de grano fino, plagioclasas en fenos anhedrales, fenos de cuarzo de grano fino > 10%, magnetita 0.5%, matriz 30%. La mineralización consiste principalmente de pirita en disseminaciones finas con muy escasa calcopirita asociada. Son de forma irregular y concordantes a la estratificación.

### **2.3.5 Depósitos Cuaternarios**

#### **2.3.5.1 Depósitos Morrénicos**

Son observados al NW de la laguna Wiracocha y cerro Putaga al Este de las lagunas Acococha, Huarpuy y Quirococha. Compuestos por bloques, clastos subredondeados heterométrico en matriz limo-arenosa.

### 2.3.5.2 Depósitos Fluvioglaciares

Se ubican al NO de Huarpuy, alrededores de Estanco.

Consisten en guijarros, gravas y arenas gruesas.

## 2.4 Sección Estratigráfica

La mineralización del prospecto Rondoni, está relacionada con las calizas del Grupo Pucará – Formación Chambará, en sus niveles medio y superior próximo al contacto con la Formación Aramachay.

Se han medido una serie de secciones litoestratigráficas, posteriormente integradas; ubicadas entre la carretera Cayna y el proyecto Rondoni. Se ha medido una sección estratigráfica de 1201.64 m de potencia (**Fig.2.5**), la base corresponde al Grupo Mitu, sobreyacen secuencias carbonatadas de las Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga del Grupo Pucará. A continuación se describe la secuencia estratigráfica.

- a. **Grupo Mitu:** De 60 m de potencia, la base constituida por intercalación de lutitas, limolitas y capas delgadas de areniscas marrón rojizas, grano fino a medio; hacia el tope alternancia de lutitas y areniscas finas marrón rojizas, estratos de 0.40 m a 0.80 m variando entre 0.15 m a 0.20 m de espesor, e intercalación de lutitas, limolitas y estratos decrecientes de areniscas marrón rojizas.

El contacto del Grupo Mitu con el Grupo Pucará se ubica entre las coordenadas N 8866392 y E 350052 (carretera de acceso)

**b. Grupo Pucará:** Dividida en las Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga.

- **Formación Chambará:** Con una potencia de 700 m.

**Inferior.-** La base constituida por caliza esparítica de grano fino a medio, gris clara a oscura, capas de 0.40 m a 2 m de espesor, cortadas por venillas de calcita, la reacción al HCl es moderada a fuerte; la secuencia continua con dolomías de grano fino a medio, gris clara a oscuras, cuyos estratos varían de 0.20 a 1 m de espesor, ocasionalmente cortada por venillas de calcita, fracturamiento bajo a moderada, son compactas y masivas, son resistentes a la erosión y no reaccionan al HCl, los estratos están orientados N23W y buzamiento 50-NE.

**Media.-** Intercalación de dolomías de grano fino a medio, gris clara a oscura, en estratos de 0.20 m a 2 m de grosor, eventualmente cortadas por venas de calcita, poco fracturadas, compactas y masivas, resistentes a la erosión, no reaccionan al HCl; calizas esparíticas de grano fino a medio, gris clara a oscura, presencia de nódulos chérticos irregulares subparalelos a los estratos, de aspecto cavernoso, ocasionalmente venillas de calcita, resistente a la erosión, calizas nodulares de grano fino a medio, gris clara a oscura, aspecto cavernoso, resistentes a la erosión, calizas en capas de 0.70 m a 1.50 m de grosor, grano medio, gris oscura, aspecto cavernoso, con venillas de calcita, compacta y masivas resistentes a la erosión; calizas esparíticas de grano medio, gris clara a oscura, con nódulos de chert irregulares entre 0.10 y 0.15 m de espesor, venillas de

calcita, resistente a la erosión; calizas esparíticas esporádicamente en bancos de 3 m a 4 m de grosor, presencia de microvenillas de calcita, compacta y masivas, resistente a la erosión y dolomías de grano fino a medio, color gris claro, no reaccionan al HCl.

**Superior.-** Alternancia de calizas esparíticas de grano fino a medio, gris blanquecina, cuyas capas están orientadas N25°W, 45°NE y tienen 0.50 m a 1 m de espesor, ocasionalmente presentan diseminación de calcopirita; la reacción al HCl es moderado a fuerte. Una falla vertical de dirección N45°W, 90° y con más de 1 km de longitud pone en contacto las calizas con dolomías de grano fino, color gris oscura, con venillas de calcita, no reaccionan al HCl. Siguen intercalaciones de calizas micríticas, nódulos de chert y concreciones de calcita en estratos de 0.30 m a 1 m de potencia, hacia el tope hay plegamientos de estratos de dolomías tableadas, no reaccionan al HCl; siguen dolomías de grano fino, color gris oscura, esporádicamente calcita y nódulos chérticos alargados entre 0.50 m a 1 m de grosor, no reaccionan al HCl; continúan calizas micríticas y calizas gris clara a oscura en capas que van de 0.10 m a 0.80 m, fracturados, ocasionalmente nódulos chérticos, venillas de calcita y calizas macizas y masivas de 4 m de espesor. Finalmente en el tope calizas laminares entre 0.05 m y 0.10 m de espesor, con venillas de calcita, son resistentes a la erosión.

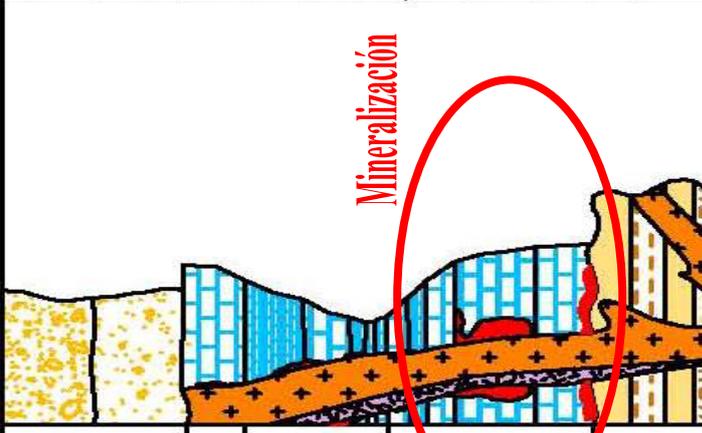
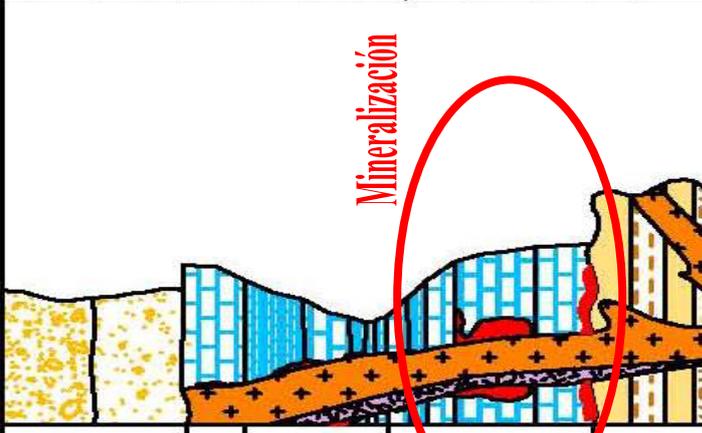
- **Formación Aramachay:** Presenta una potencia de 280.00 m.

**Inferior.-** Intercalación de calizas micríticas de grano fino, gris clara, en estratos tabulares de 0.10 m a 0.15 m de espesor, son resistentes a la erosión con fuerte reacción al HCl, y dolomías de grano fino, color gris claro a oscuro, en capas tabulares de 0.20 m, se encuentran ligeramente cubiertos por depósitos coluviales y no reaccionan al HCl.

**Media.-** Alternancia de dolomías y calizas micríticas de grano fino, gris oscuras en capas tabulares de 0.10 m a 0.15 m, resistentes a la erosión, con cobertura gris oscura a clara y estratos sobresalientes de dolomías.

**Superior.-** Conformado por calizas de grano fino, gris oscura, laminadas y compactas, en estratos de 0.10 m a 0.15 m de espesor, al tope presencia de nódulos con diseminaciones de granate, resistentes a la erosión y no reaccionan al HCl.

- **Formación Condorsinga:** Tiene 47.64 m de potencia. Compuesta por calizas micríticas de grano fino, gris oscura, en capas de 1 m a 2 m de grosor, compacta y masiva, resistente a la erosión, moderada reacción al HCl.

Columna Estratigráfica Local del Proyecto Rondoni					
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOSTRATIGRAFICA	COLUMNA	DESCRIPCION LITOLOGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depositos Aluviales		Gravas con clastos polimicticos redondeados con matriz arena-limosa inconsolidada.
			Depositos Coluviales		Gravas polimicticas con matriz arena-limosa.
MESOZOICO	JURASICO	INFERIOR	Fm. Condorsinga		Calizas micriticas gris oscuras de grano fino.
			Fm. Aramachay		Caliza micriticas gris oscura con nodulos y diseminaciones de granates.
					Intercalaciones de dolomias y calizas micriticas gris clara.
	Fm. Chambara	SUPERIOR	Caliza micriticas gris claras con niveles de dolomias.	Caliza micriticas gris claras con niveles de dolomias.	
			Caliza gris clara con niveles de dolomias y caliza micriticas.	Caliza micriticas gris claras con niveles de dolomias.	
			Dolomias gris claras a oscuras con intercalaciones de calizas con nodulos de chert.	Dolomias gris clara a oscuras con niveles de dolomias.	
Grupo Mitu	SUPERIOR	PERMICO	Intercalaciones de Lutitas, limolitas y capas delgadas de areniscas color marrón rojizas.		

**Fig-2.5** Columna estratigráfica local del proyecto Rondoni, resalta el Grupo Pucará y sus Formaciones (la Formación Chambará produjo la mineralización del Skarn).



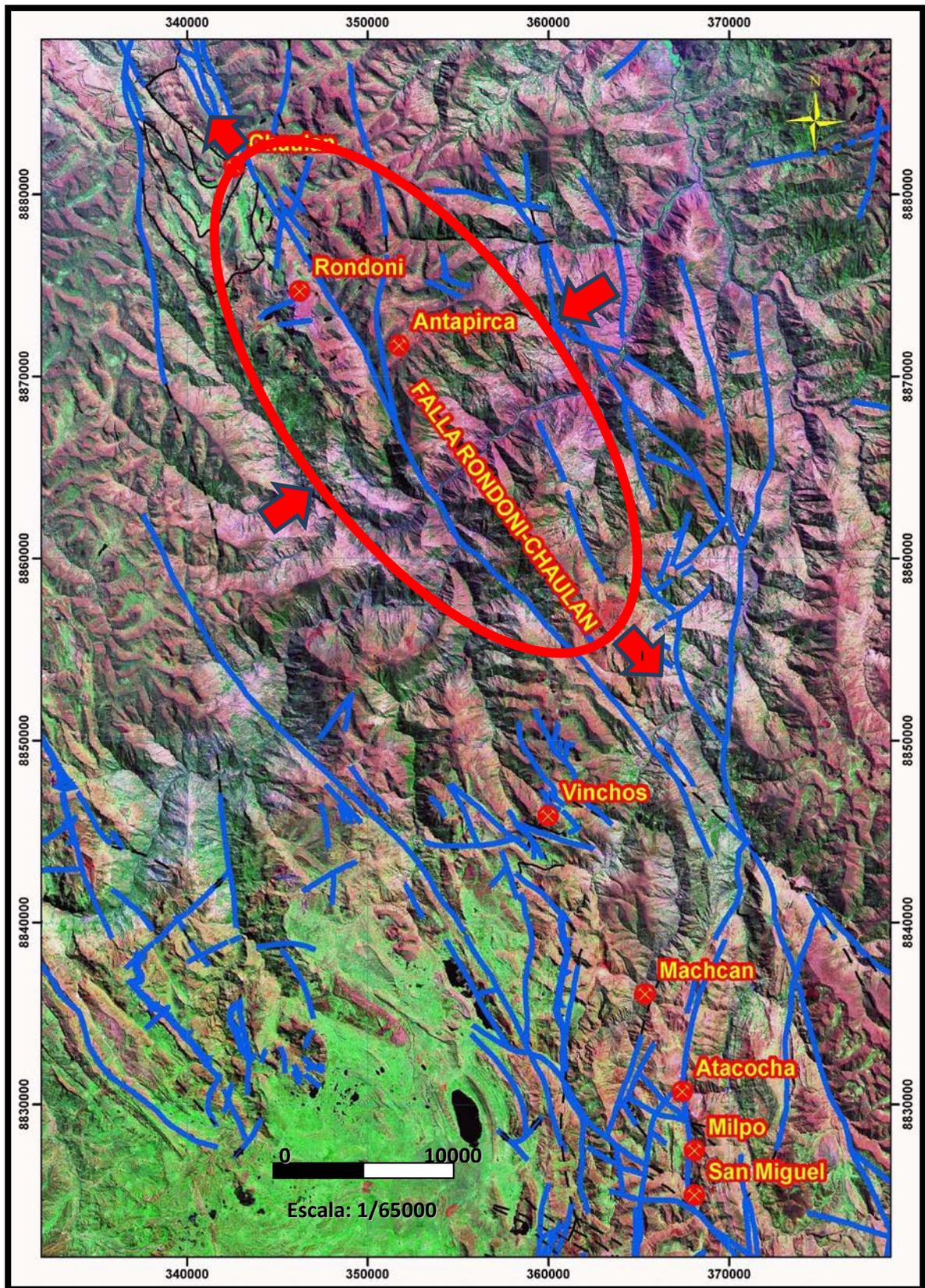
**Fig. 2.6.-** Contacto concordante entre las Formaciones Aramachay y Condorsinga, subiendo hacia el prospecto Rondoni.



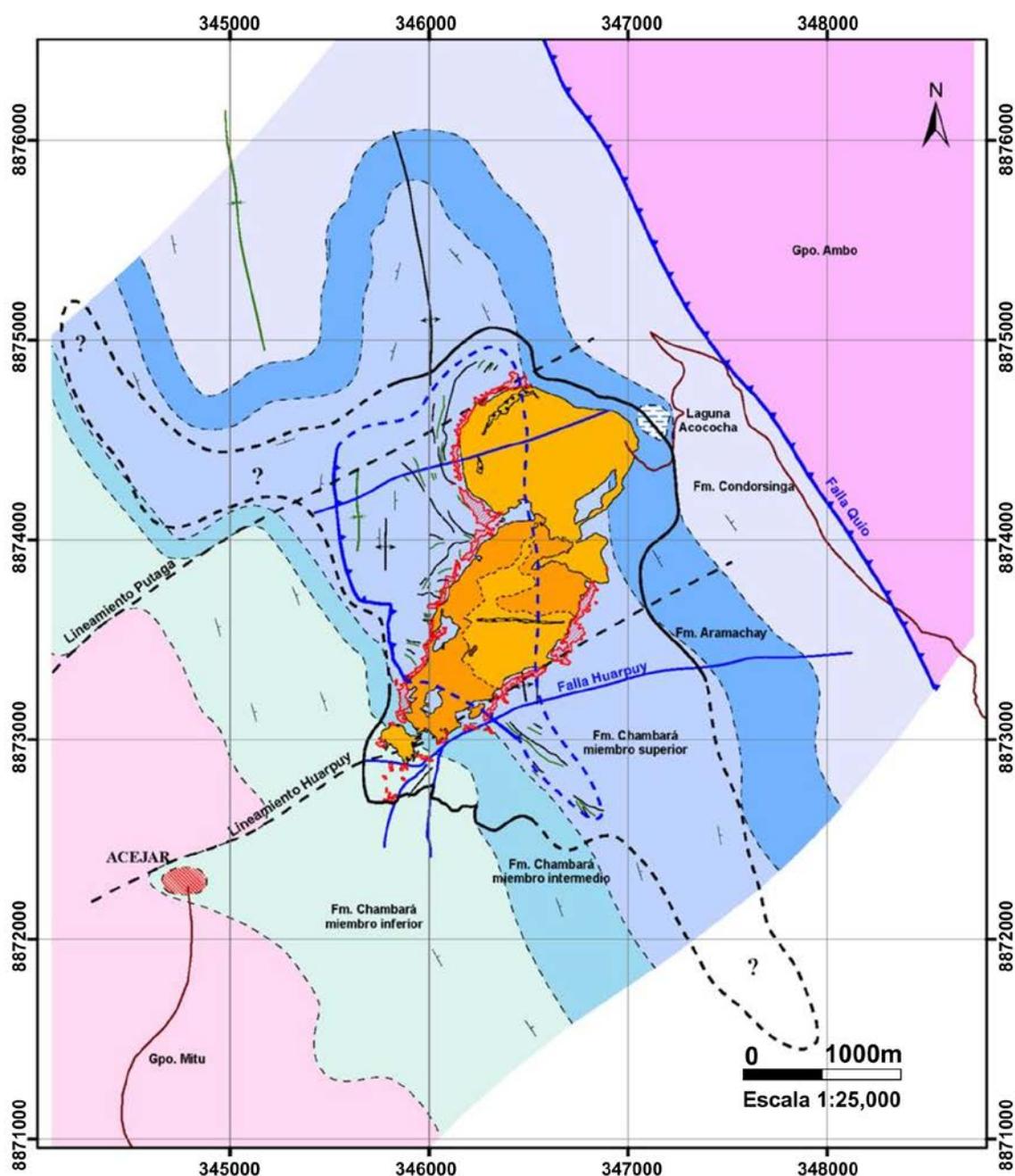
**Fig. 2.7.-** Formación Chambará donde se forma el anillo de Skarn en Rondoni

## 2.5 Geología Estructural

El distrito minero Rondoni aflora localmente en el flanco Occidental de un gran sinclinal de rumbo Andino. Los esfuerzos compresivos han dado lugar a la formación de fallas de sistema longitudinal y transversal. Entre las fallas longitudinales más importantes esta la falla regional Rondoni-Chaulan o Quio-Chaulan (**Fig.2.8**) de naturaleza inversa con dirección NW-SE, que ha colocado a las rocas del Grupo Ambo en contacto con las rocas carbonatadas del Grupo Pucará. Hacia el Sur la falla Quio-Chaulan es correlacionable con la falla regional Ulcumayo-San Rafael. Las fallas transversales tienen carácter local N50°-64°E, las principales son la falla Huarpuy y los lineamientos Huarpuy y Putaga (**Fig.2.9**). En general el cizallamiento en el área ha sido un control estructural importante para el emplazamiento del stock Rondoni, que por metasomatismo ha ocasionado en la primera fase, la formación del Skarn.



**Fig.2.8** Esquema estructural Regional en imagen Landsat-TM, se observa la falla longitudinal Rondoni-Chaulan o Quio-Chaulan, el sistema de fallas y la dirección posible de esfuerzos.



**Fig.2.9** Esquema lito-estructural mostrando las fallas y lineamientos locales en el Proyecto Rondón.

## FALLAS PRINCIPALES EN RONDONI

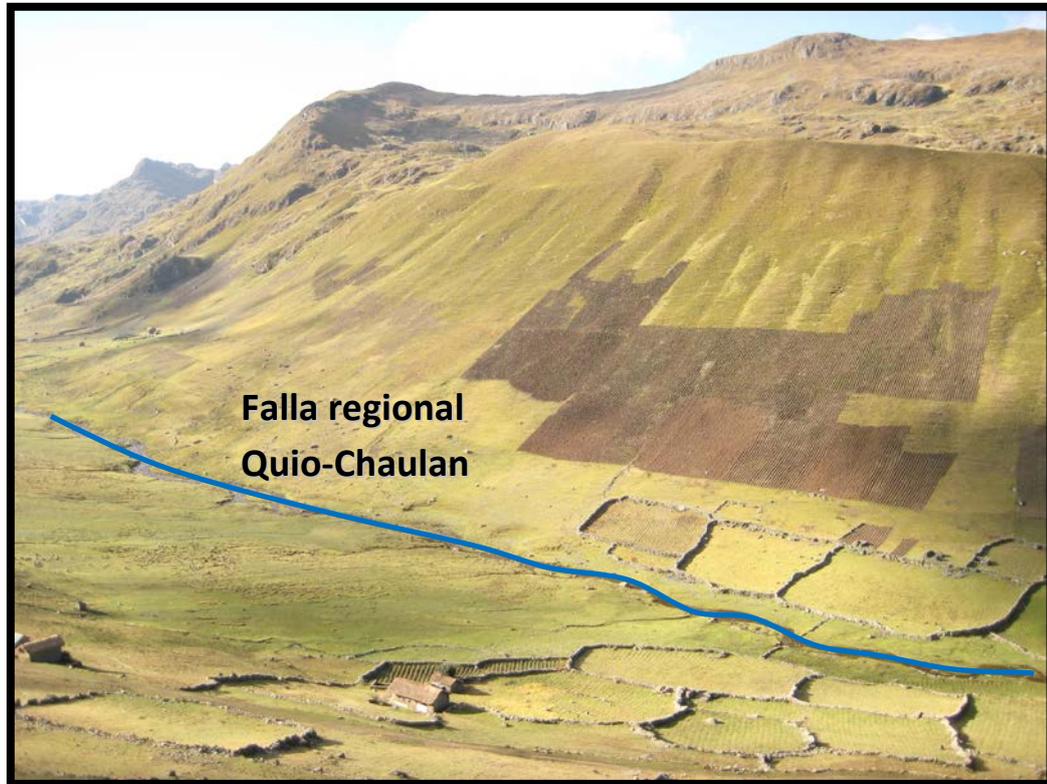


Fig. 2.10.- Trazo de la falla regional Chaulan-Rondoni o Quio-Chaulan.



Fig. 2.11.- Falla transversal Huarpuy

## **CAPITULO III**

### **INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS**

Las investigaciones geológicas realizadas fueron muestreo, geoquímica, geofísica y perforación diamantina con el objetivo de definir el modelo geológico.

#### **3.1 Muestreo**

Se inició el muestreo en el afloramiento Rondoni, en el lado Oeste de la zona del afloramiento Skarn al SE del punto geodésico Rondoni (cerca de Pozo Salvador) hacia el cerro Gallohuaganán, es decir la dirección del muestreo fue de Sur a Norte.

Se realizó el muestreo por canales y puntos; por canales en lugares accesibles y por puntos en los lugares accidentados. La distancia que hubo entre canal y canal fue de 20 m pero no fue constante, pudiendo tener a veces algo más o algo menos de 20 m de distancia, dependiendo de la accesibilidad y la topografía del terreno.

Todos los canales se empezaron del contacto caliza-Skarn hacia el contacto Skarn-intrusivo.

Cada muestra a lo largo del canal fue de 4 m y el número de muestras en cada canal dependió del ancho de la zona de alteración.

**Tabla.3.1**  
Resultado de algunos valores de Cobre en el muestreo superficial de rocas.

MUESTRA	ZONA	Cu %	Cu(ppm)
1H	Skarn Oeste	0.14	1400
2H	Skarn Oeste	0.05	500
3H	Skarn Oeste	0.10	1000
4H	Skarn Oeste	0.11	1100
5H	Skarn Oeste	0.04	400
6H	Puca Puca	0.15	1500
7H	Puca Puca	0.18	1800
8H	Puca Puca	0.15	1500
9H	Skarn Oeste	0.09	900
10H	Skarn Oeste	0.34	3400
11H	Skarn Oeste	0.17	1700
12H	Skarn Oeste	0.29	2900
13H	Skarn Oeste	0.39	3900
14H	Skarn Oeste	0.15	1500
2710H	Alto Rondoni	1.51	15100
2711H	Alto Rondoni	1.09	10900
2714H	Alto Rondoni	2.10	21000
2715H	Alto Rondoni	0.53	5300
2716H	Alto Rondoni	0.81	8100
2718H	Alto Rondoni	1.70	17000
2719H	Alto Rondoni	1.19	11900
2720H	Alto Rondoni	1.79	17900
2721H	Alto Rondoni	0.47	4700
2722H	Alto Rondoni	0.36	3600
2724H	Alto Rondoni	0.80	8000
2725H	Alto Rondoni	0.24	2400
2727H	Alto Rondoni	0.10	1000
2728H	Alto Rondoni	0.65	6500
2729H	Alto Rondoni	0.23	2300
2730H	Alto Rondoni	0.35	3500

**Tabla.3.2**  
Número de muestras utilizadas para realizar el plano de distribución geoquímica del Cobre y Hierro.

PROYECTO RONDONI		
AÑO	EMPRESA	MUESTRAS TOMADAS
1981	Huarón	601
2007	Volcan	925
2008	Volcan	394
	<b>TOTAL</b>	1920

### 3.2 Geoquímica

En base al resultado geoquímico del muestreo superficial de canales y por puntos se realizó un tratamiento estadístico para obtener un plano de distribución y anomalías geoquímicas para el Cobre y Hierro, obteniendo posibles siete zonas anómalas para ambos elementos mostradas en la **Fig.3.2, 3.4.**

Estas zonas anómalas coinciden con los mantos de Skarn mientras que en el intrusivo tonalita-granodiorita, los valores de Cobre y Hierro son bajos por lo que se tendría que evaluar utilizando otro método de exploración como el geofísico, que permitirá medir en profundidad otras posibles zonas mineralizadas.

#### 3.2.1 Tratamiento Estadístico

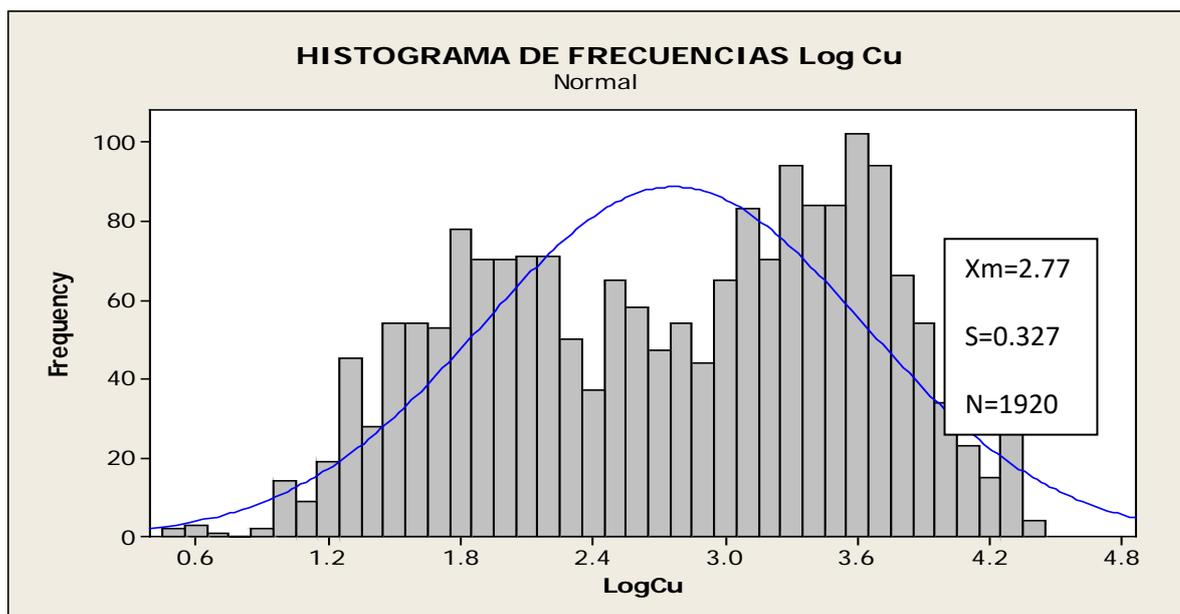
Se procedió a convertir los datos de Cobre y Hierro a valores logarítmicos, con el fin de facilitar los trabajos de cálculo.

Luego se ordenó los valores en orden creciente y se utilizó un programa de cálculo estadístico (MiniTap 14) obteniéndose los valores de **BG** (abundancia normal del elemento) representado por la media aritmética (**Xm**) y **TH** (umbral a partir el cual se consideran la existencia de anomalías geoquímicas).

**Tabla.3.3**

Resumen de valores logarítmicos de Cobre, ordenados en forma creciente.

MUESTRA	Cu %	Cu(ppm)	Log(Cu)
73627	0.0003	3	0.477
73628	0.0003	3	0.519
73634	0.0004	4	0.568
73624	0.0004	4	0.623
73635	0.0004	4	0.643
73629	0.0005	5	0.690
73633	0.0008	8	0.898
73295	0.0009	9	0.940
73630	0.0010	10	0.978
73588	0.0010	10	0.982
73496	0.0010	10	1.000
79449	0.1805	1805	3.256
73349	0.1805	1805	3.257
79467	0.1820	1820	3.260
73748	0.1850	1850	3.267
73345	0.1854	1854	3.268
79133	0.1860	1860	3.270
73637	0.1863	1863	3.270
79103	0.1875	1875	3.273
79105	0.1885	1885	3.275
79078	0.1890	1890	3.276
79460	0.1895	1895	3.278
79102	0.9500	9500	3.978
79049	0.9520	9520	3.979
96332H	0.9600	9600	3.982
79450	0.9770	9770	3.990
96026H	0.9800	9800	3.991
79114	0.9840	9840	3.993
2790H	1.0000	10000	4.000
96360H	1.0000	10000	4.000



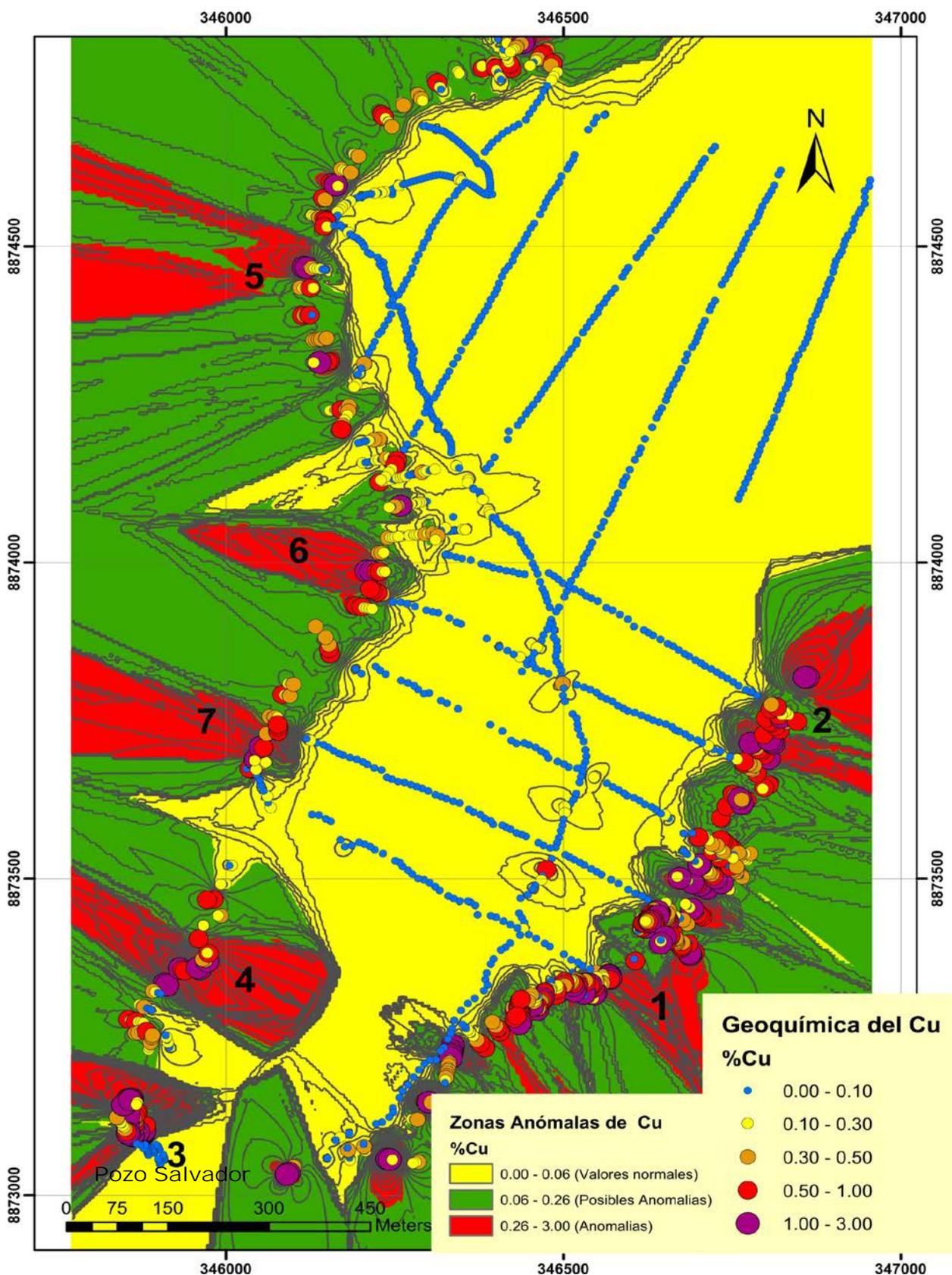
**Fig.3.1** Histograma de frecuencias del Cobre en valores logarítmicos

Del histograma de frecuencias se obtiene el valor de la media ( $X_m=2.77$ ) que representaría el BG (abundancia normal del elemento) y la desviación estándar ( $S=0.33$ ) y el valor de  $X_m + 2(S) = 3.43$  que representaría el TH (umbral a partir del cual se consideran la existencia de anomalías geoquímicas) pero estos valores son logarítmicos, así que se calcula los valores estadísticos normales en ppm y porcentaje aplicando el antilogaritmo.

**Tabla.3.4** Resultados de BG y TH del Cobre en valores porcentuales

VARIABLE	BG(Log)	TH(Log)	BG(ppm)	TH(ppm)	BG (%)	TH (%)
Cu	2.77	3.43	591.56	2630.27	0.06	0.263

En resumen todos los valores menores o iguales a  $BG=591 \text{ ppm}=0.06\%$  será la abundancia normal del elemento representado. Todos los valores mayores al BG y menores e iguales al  $TH=2630.27 \text{ ppm}=0.26\%$  serán posibles zonas anómalas, y todos los valores mayores al TH serán consideradas zonas anómalas de Cobre.

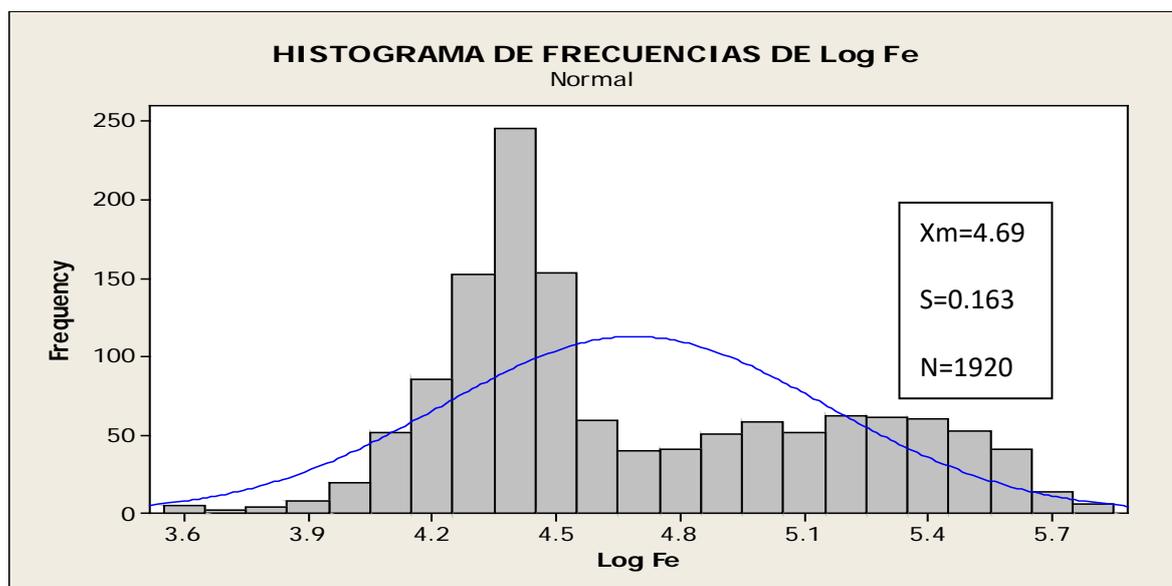


**Fig.3.2** Plano de anomalías geoquímicas del Cobre, se observa siete posibles zonas anómalas con orden de prioridad para la siguiente etapa de exploración.

**Tabla.3.5**

Resumen de valores logarítmicos de Hierro, ordenados en forma creciente.

MUESTRA	Fe(%)	Fe(ppm)	Log Fe
73859	0.90	9000	3.954
73671	1.00	10000	4.000
73520	2.19	21900	4.340
73143	2.20	22000	4.342
73319	2.20	22000	4.342
73342	2.20	22000	4.342
73515	2.20	22000	4.342
73360	2.21	22100	4.344
73413	2.21	22100	4.344
73450	2.21	22100	4.344
73112	2.22	22200	4.346
73159	2.22	22200	4.346
73442	2.40	24000	4.380
73276	3.96	39600	4.598
79063	4.01	40100	4.603
79334	8.79	87900	4.944
73295	8.86	88600	4.947
73292	8.97	89700	4.953
73804	9.19	91900	4.963
73353	9.26	92600	4.967
79139	9.46	94600	4.976
79066	9.49	94900	4.977
73805	9.54	95400	4.980
79478	47.80	478000	5.679
79328	48.00	480000	5.681
79304	48.30	483000	5.684
79459	49.20	492000	5.692
73491	54.60	546000	5.737
73490	59.00	590000	5.771
79187	60.00	600000	5.778



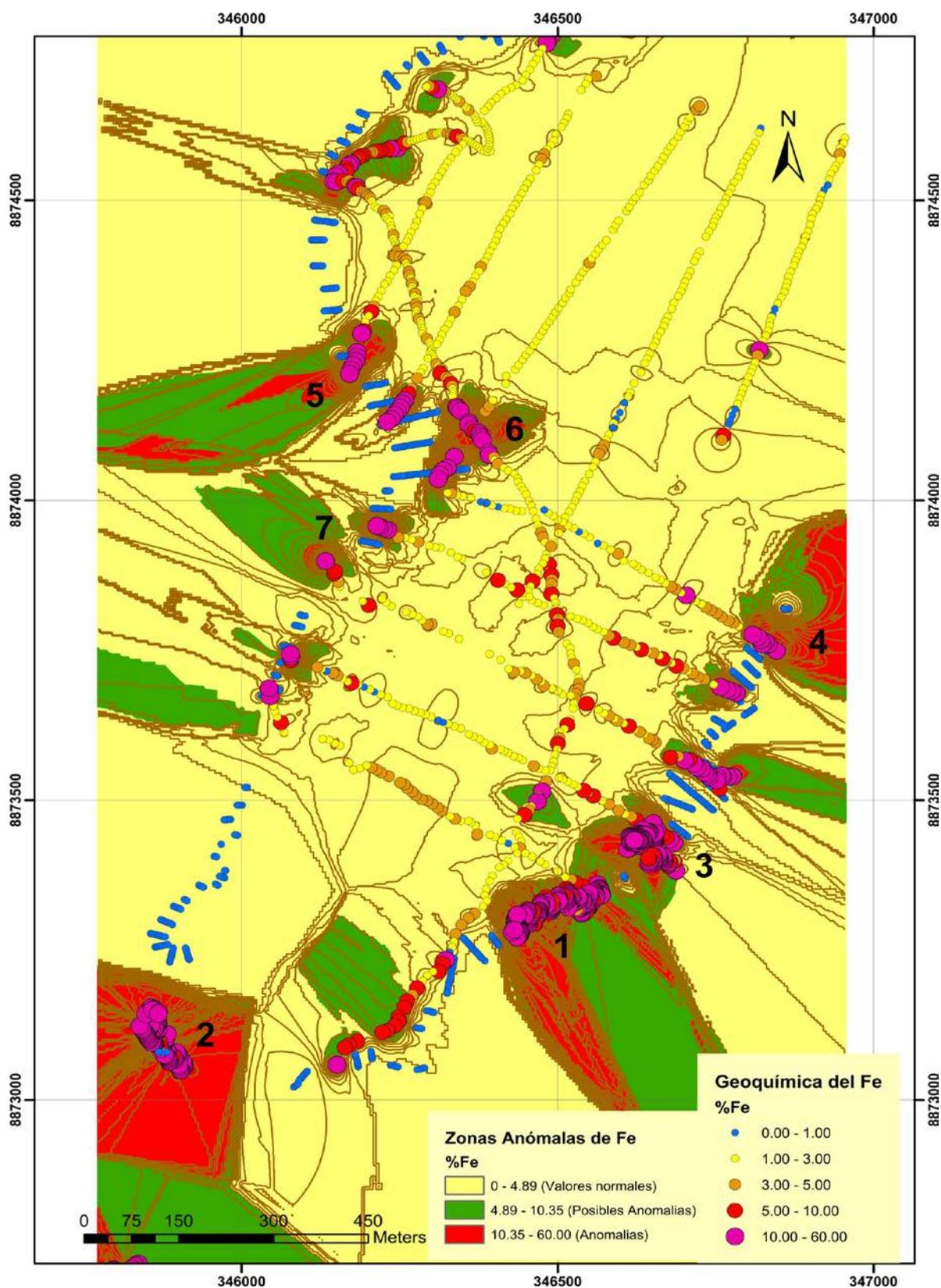
**Fig.3.3** Histograma de frecuencias del Hierro en valores logarítmicos.

Del histograma de frecuencias se obtiene el valor de la media ( $X_m = 4.69$ ) que representaría el BG (abundancia normal del elemento) y la desviación estándar ( $S = 0.163$ ) y el valor de  $X_m + 2(S) = 5.015$  que representaría el TH (umbral a partir el cual se consideran la existencia de anomalías geoquímicas) pero estos valores son logarítmicos, así que se calcula los valores estadísticos normales en ppm y porcentaje aplicando el antilogaritmo.

**Tabla.3.6** Resultados del BG y TH del Hierro en valores porcentuales.

VARIABLE	BG(Log)	TH(Log)	BG(ppm)	TH(ppm)	BG%	TH%
Fe	4.689	5.015	48865.236	103514.217	4.89	10.35

En resumen todos los valores menores o iguales a  $BG = 48865.236 \text{ ppm} = 4.89\%$  será la abundancia normal del elemento representado. Todos los valores mayores al BG y menores e iguales al  $TH = 103514.217 \text{ ppm} = 10.35\%$  serán posibles zonas anómalas, y todos los valores mayores al TH serán consideradas zonas anómalas de Hierro.

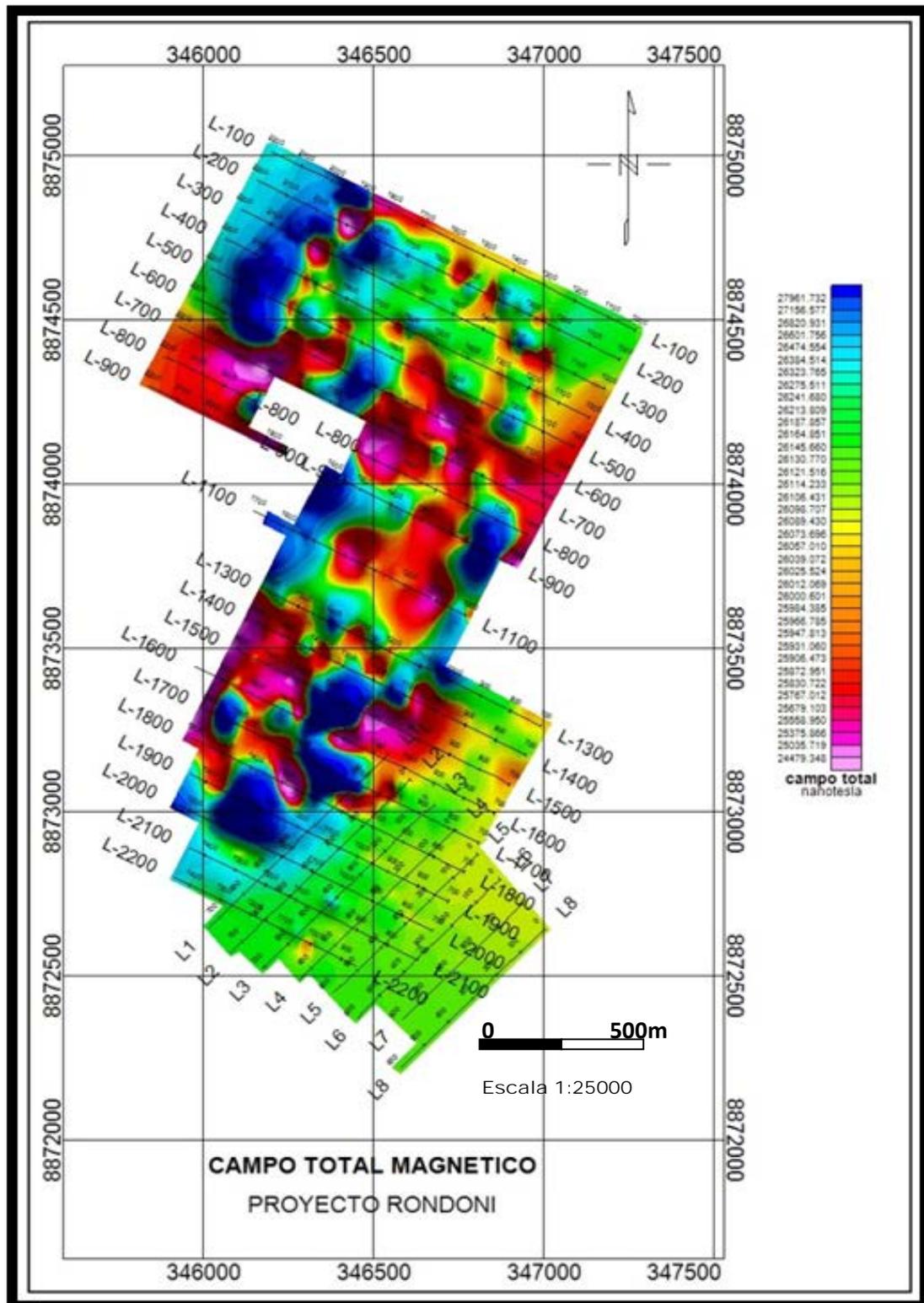


**Fig.3.4** Plano de anomalías geoquímicas del Hierro, se observa siete posibles zonas anómalas que coinciden con las zonas de Skarn (probablemente por el contenido alto de magnetita, pirrotita y calcosilicatos ricos en Hierro).

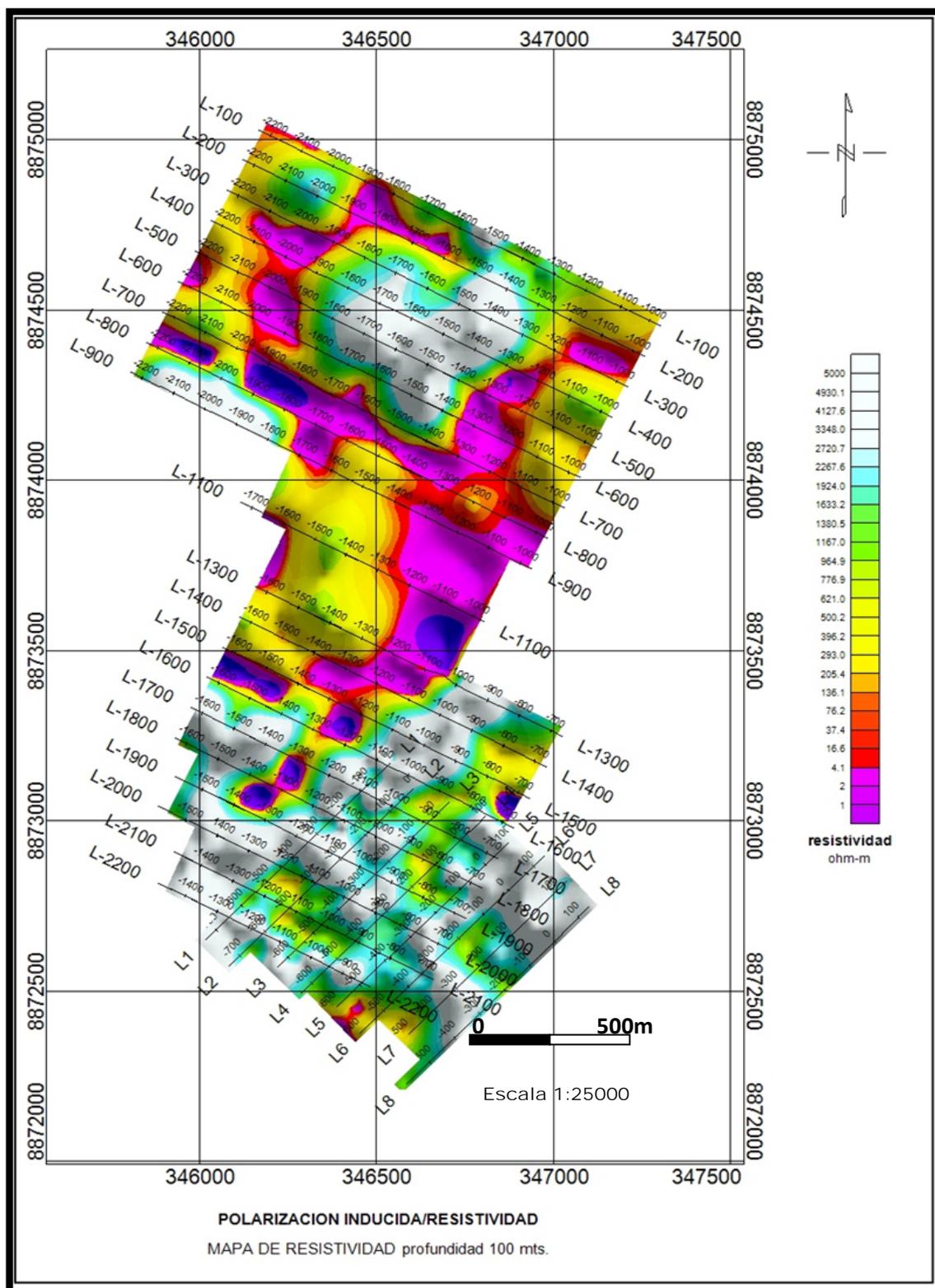
### **3.3 Geofísica**

La geofísica de Rondoni se inicia en Abril del 2007 por Arce Geofísicos, posteriormente la empresa Geofísica Consultores S.R.L. realizó trabajos de magnetometría e IP a lo largo de 20 líneas geofísicas (1era etapa), y en el 2010 a lo largo de 8 líneas más hacia el sur (2da etapa) con la finalidad de definir y delinear anomalías en profundidad que estén relacionadas a cuerpos mineralizados con presencia de sulfuros, para luego establecer la posición donde deben concentrarse los trabajos exploratorios.

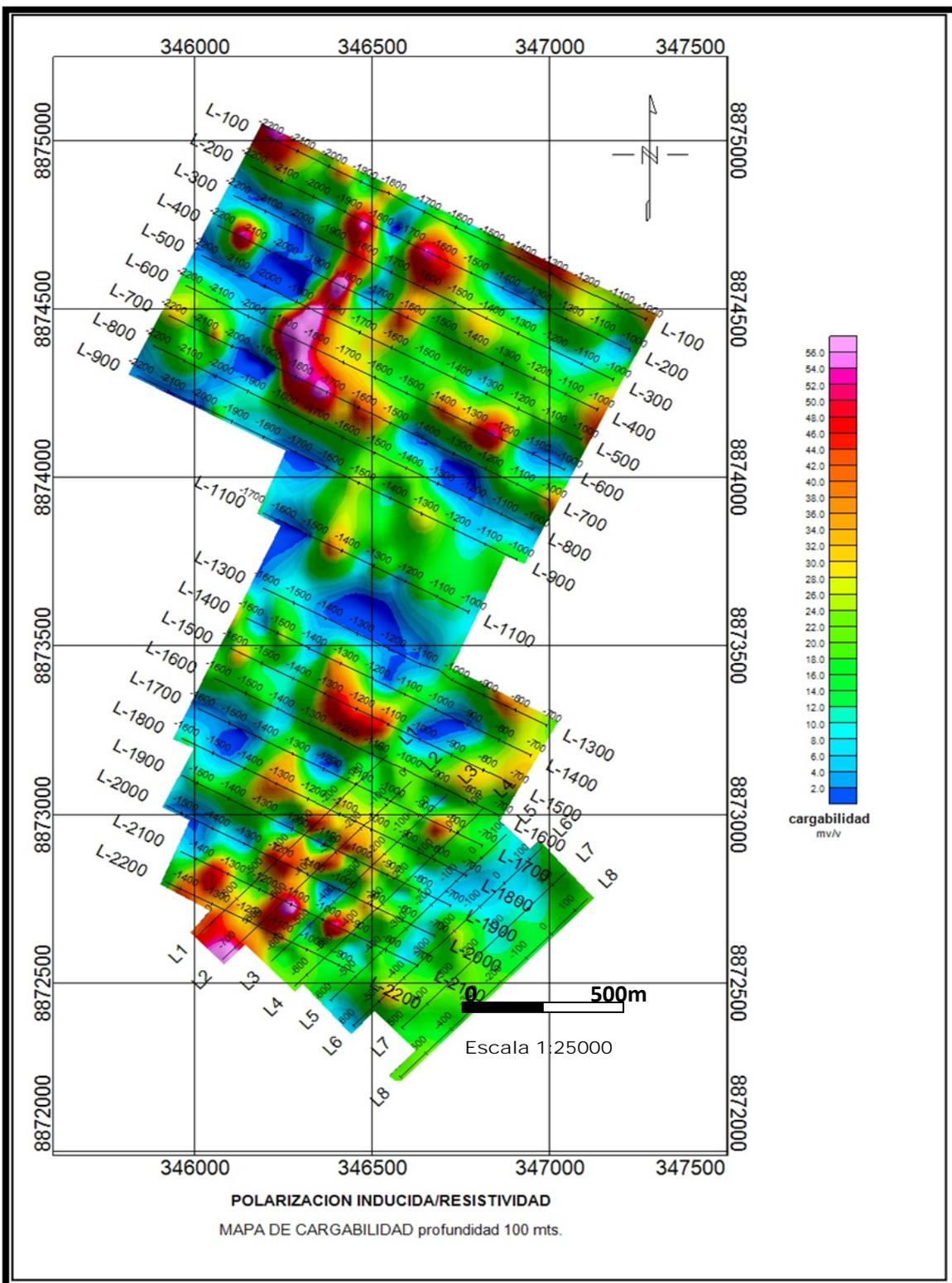
Del estudio geofísico realizado se definió cuerpos polarizables importantes con anomalías de cargabilidades altas en profundidad causada por la mineralización de sulfuros diseminados (pirita fina), que se encuentran en zonas de resistividades que están asociadas a cambios geológicos. Significa que la resistividad alta estaría asociada directamente a la presencia del mármol, mientras que los valores bajos de resistividad corresponderían al intrusivo, por lo que deben ser examinadas geológicamente. Ver **Fig. 3.5, 3.6 y 3.7.**



**Fig.3.5** Mapa integrado (1era y 2da etapa) de Contornos del Campo Total magnético, se destaca la presencia de susceptibilidades magnéticas altas y bajas, que corresponden a cambios litológicos o bien a una diferenciación mineralógica muy marcada en las rocas (Skarn).



**Fig.3.6** Mapa integrado de resistividad (1era y 2da etapa) a 100 m de profundidad. Las resistividades muy altas corresponden a la roca solida de textura uniforme que tiene un alto grado de cristalización perteneciente al mármol, indica que probablemente puede estar cerca una intrusión ígnea cercana generando zonas de Skarn.



**Fig.3.7** Mapa integrado de cargabilidad (1era y 2da etapa) a 100 m de profundidad. La interpretación de la Polarización Inducida ha definido zonas polarizables que tienen anomalías de cargabilidades altas provocados por los fluidos mineralizantes de sulfuros diseminados, que presentan las mejores condiciones para la exploración geológica.

### 3.4 Perforación Diamantina

En el año 2007, la empresa Milpo, basada en las anomalías detectadas en el estudio “Magnetometría y Polarización Inducida-Proyecto Rondoni”, realizado por Arce Geofísicos, 1999, y con el objetivo de explorar el pórfido de Cobre-Molibdeno en el stock de Rondoni, programó un total de 18 taladros con un metraje total de 6,000 m en perforación diamantina. Los resultados obtenidos con los taladros RON-01-SUP-08 y RON-02-SUP-08 fueron poco alentadores.

En el año 2008 se cambió el enfoque de la exploración del pórfido por Skarn, reprogramándose las perforaciones diamantinas de 31 taladros, con el propósito de determinar:

- La mineralogía de las áreas prospectivas reconocidas con el cartografiado geológico superficial de la zonas de Skarn
- La continuidad de las áreas económicas
- La geometría y potencial económico.

Se llegaron a perforar 4862.86 m.

En el año 2009 se realizó perforaciones en la zona de Pozo Salvador programándose un total de 1,800 m con el objetivo de seguir interceptando mineralización en las áreas prospectivas reconocidas en superficie, llegando a perforar un total de 1,969.60 m con un avance del 109.42 % respecto a lo programado. En una segunda etapa (Julio-Diciembre) se programa una campaña de perforación en la zona de Ventanilla y Janca Pampa con el objetivo de determinar la geometría y potencial económico de la zona mineralizada del Skarn, esta campaña de perforación comprendió 8,660 m programados, en líneas de sección espaciadas cada 50 m. A Diciembre del

2009 se logró perforar 8,321.70 m que significó el 79.56% respecto a lo programado de 10,460 m.

En el año 2010 en una campaña más agresiva de perforaciones en las zonas de Pozo Salvador, Ventanilla, Janca Pampa y Skarn Oeste, con el objetivo de seguir interceptando mineralización en las áreas prospectivas reconocidas en superficie, se llegaron a perforar al 31 de diciembre un total de 22,267.80 m, con un avance del 111.48 % respecto a lo programado. En esta campaña de perforación se programó un total de 20,000 m, en líneas de sección espaciadas cada 25 m en las zonas de Ventanilla, Janca Pampa, Pozo Salvador y de 25 a 50 m en la zona de Skarn Oeste, que permitió incrementar los recursos medidos, indicados e inferidos.

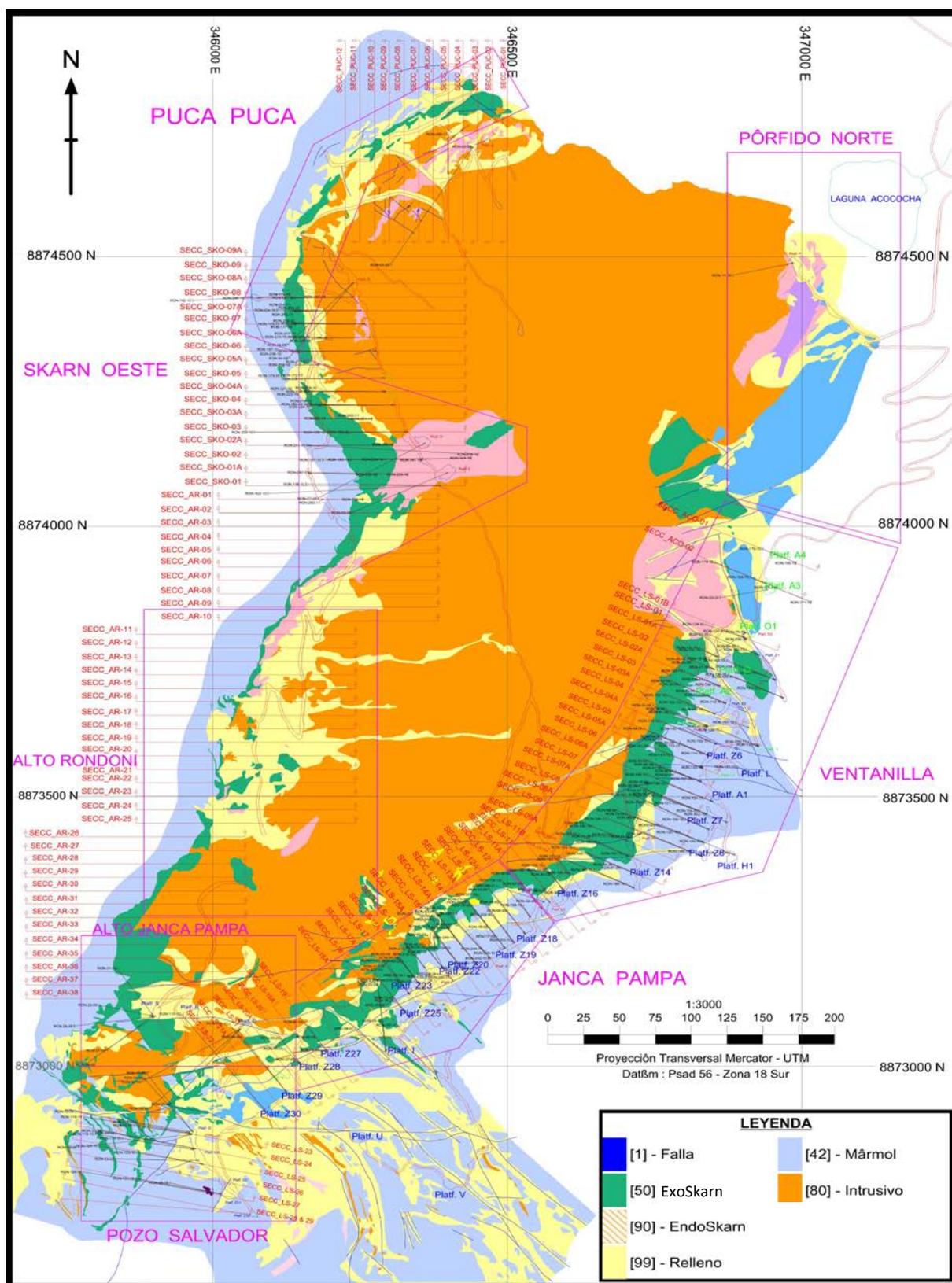
Con los resultados obtenidos en los años anteriores, en el 2011 se intensifica el programa de perforación programándose 50,000 m en la zona de Rondoni. Se realiza 310 taladros diamantinos acumulando un metraje de 62,208.60 m, La empresa especializada encargada de la perforación fue SECOMINC S.R.L, con el apoyo de 07 máquinas: (LM-75-1, LM-75-2, LM-75-3, LM-75-4, LM-75-5, LM-90-1 y LM-90-2), de las cuales la LM-75-1 y la LM-75-3 son propiedad de Volcán Cía. Minera S.A.A.

**Tabla.3.7** Cuadro de perforación DDH total en el proyecto Rondoni

<b>CUADRO RESUMEN DE PERFORACIÓN DDH -PROYECTO RONDONI</b>						
<b>EMPRESA</b>	<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>SONDAJES</b>	<b>HQ(m)</b>	<b>NQ(m)</b>	<b>EJECUTADO (m)</b>
Cia. Minera Milpo S.A.A.	1997	ENE-DIC	7		911.20	911.20
Cia. Minera Vichaycocha S.A.C	2008	MAR-DIC	23	4146.45	716.41	4862.86
Cia. Minera Vichaycocha S.A.C.	2009	MAR-DIC	73	7857.50	464.20	8321.70
Cia. Minera Vichaycocha S.A.C.	2010	ENE-DIC	149	7892.50	14375.30	22267.80
Cia. Minera Vichaycocha S.A.C.	2011	ENE-DIC	310	17866.50	44342.10	62208.60
<b>Total General</b>			<b>562</b>	<b>37762.95</b>	<b>60809.21</b>	<b>98572.16</b>

El metraje acumulado ha permitido delimitar sistemáticamente todo el halo de alteración del Skarn y definir a una profundidad promedio (+/-250 m) la estimación de recursos y el potencial del proyecto.

En base a la perforación diamantina y con el logueo geológico se elaboró secciones transversales con el propósito de ubicar y modelar el yacimiento (**Fig.3.8**).



**Fig.3.8** Plano en planta de ubicación de taladros DDH por zonas en el proyecto Rondoni.





Fig. 3.10 Contacto entre el Endoskarn y el Exoskarn

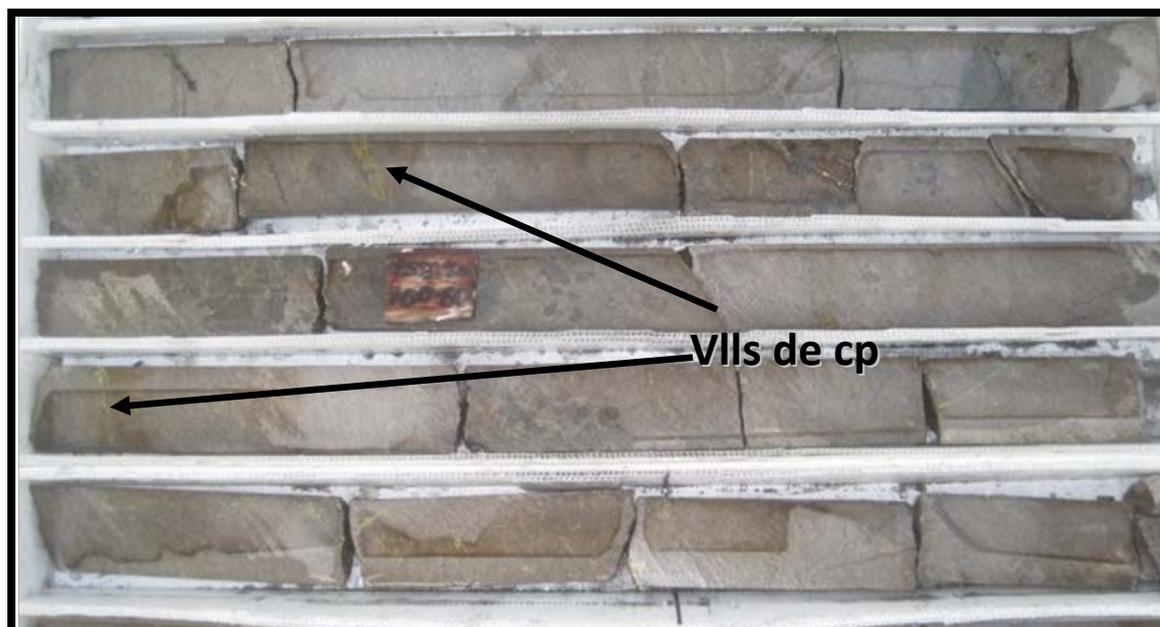


Fig. 3.11 Sector Skarn Oeste, profundidad 160.60m - 162.40m, Exoskarn Px>Gt con po masiva y diseminaciones-venillas de cp.

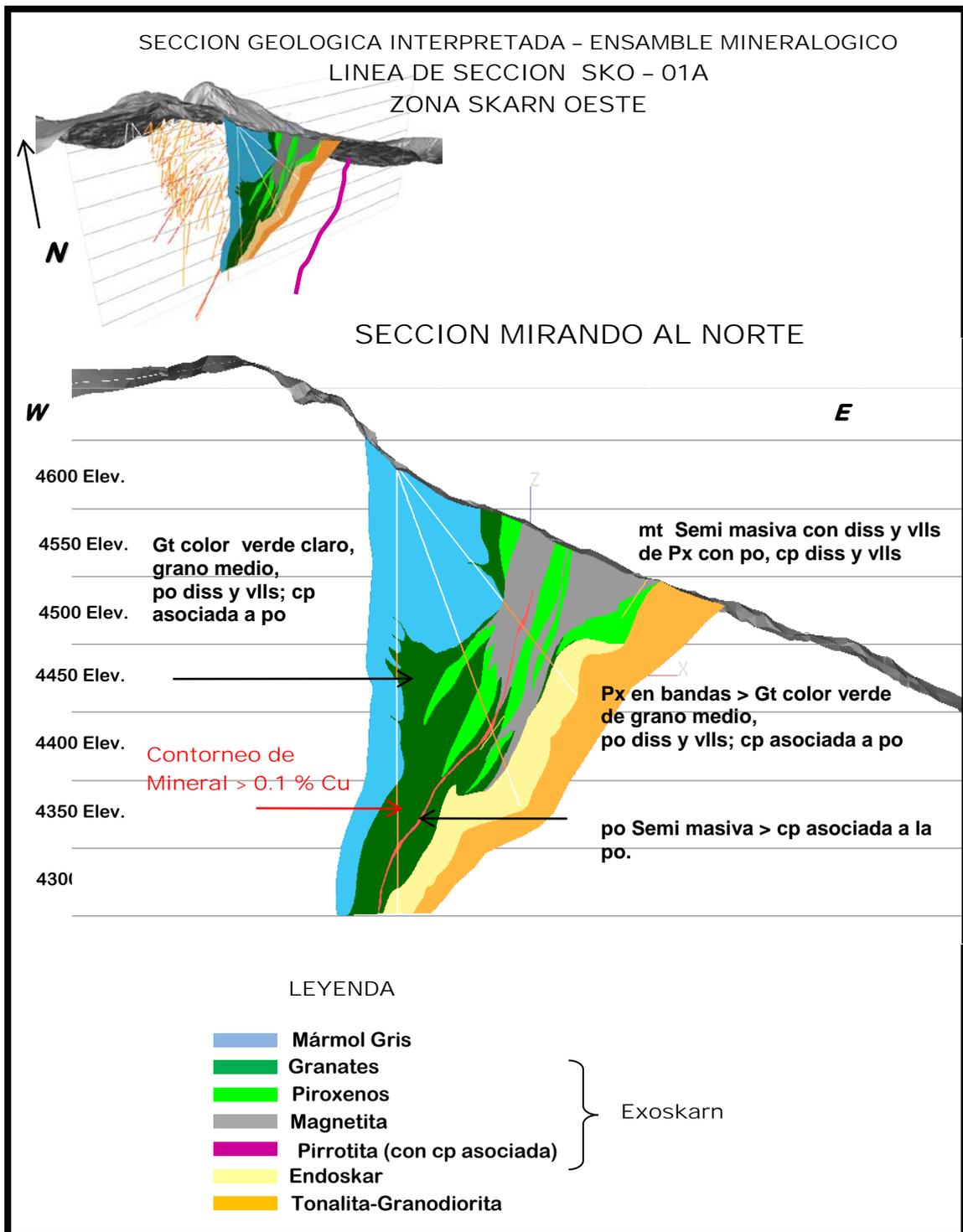
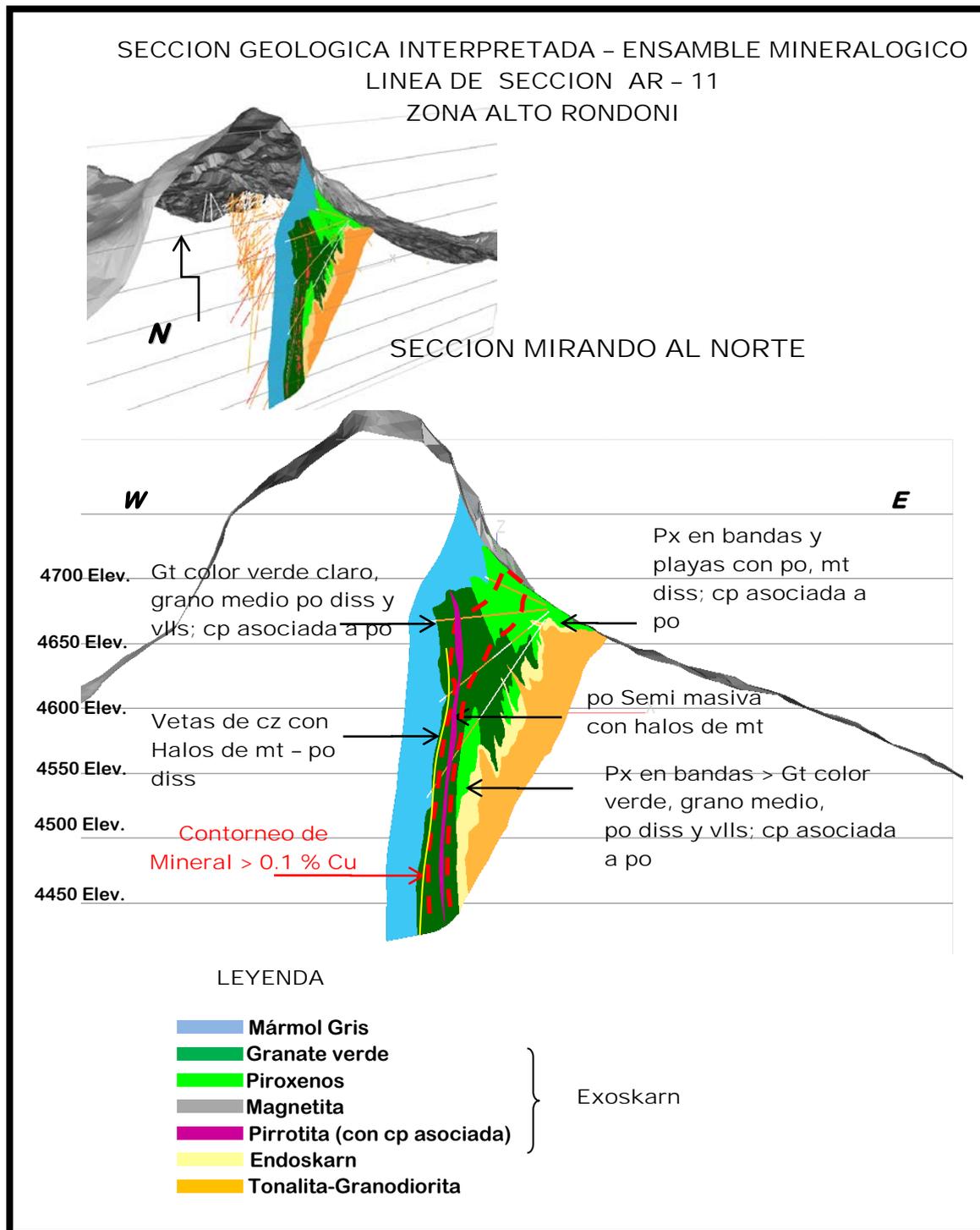


Fig.3.12 Sección geológica a detalle de la mineralización, obtenida a partir del logueo geológico



**Fig.3.13** Sección transversal a detalle de la mineralización en la zona de Alto Rondoni mostrando los contactos de EndoSkarn y ExoSkarn así como la mineralización a profundidad.

## **CAPITULO IV**

### **MODELO DEL YACIMIENTO RONDONI**

Para proponer el modelo geológico del yacimiento Rondoni se va a describir la mineralogía, petrografía y alteraciones de la zona de trabajo.

#### **4.1 Formación del Skarn**

Inicialmente se tuvo una secuencia sedimentaria compuestas principalmente por rocas carbonatas (calizas y dolomías) correspondientes a la Formación Chambará (Grupo Pucará), que fueron afectadas por eventos de intrusión, que generaron procesos metasomáticos y alteración hidrotermal, produciendo abundantes minerales calcosilicatados y sulfuros.

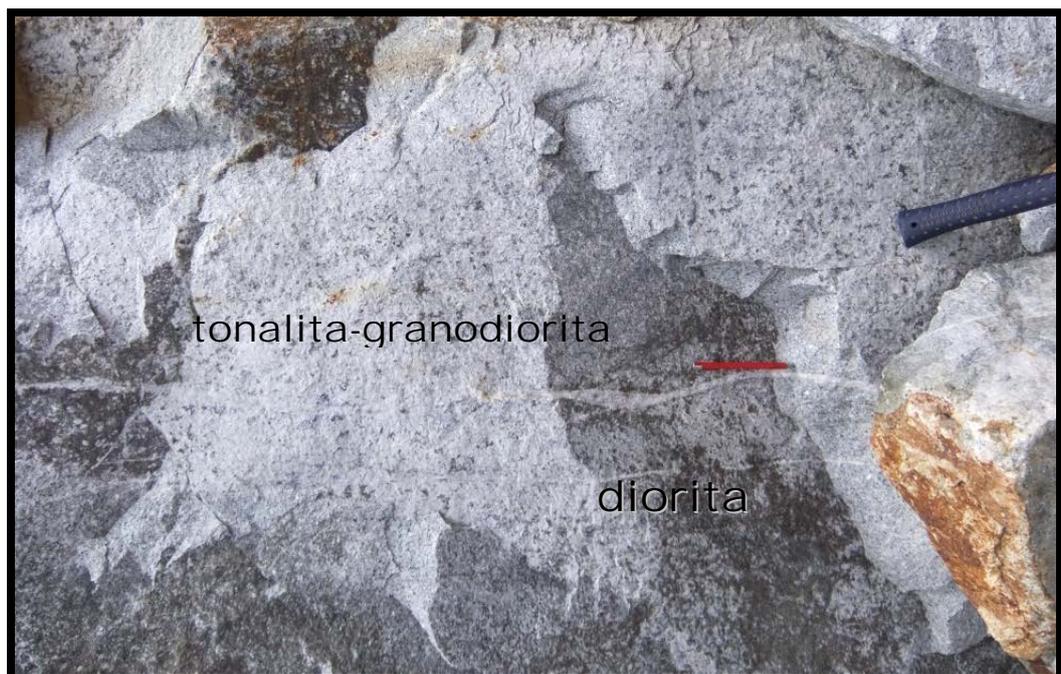
##### **4.1.1 Intrusión Diorítica**

Fue la primera intrusión magmática conocida, del Cretácico superior-Cenozoico, datado con K/Ar (36 M.A con +- 1.6 M.A). El intrusivo diorítico posiblemente generó un Skarn con mineralización de granates, piroxenos y abundante magnetita masiva con calcopirita asociada; esta mineralización es difícil de distinguir ya que en su mayoría fue superpuesta por causa de otro evento de intrusión tonalita-granodiorita.

#### 4.1.2 Intrusión Tonalita-Granodiorita

Es la segunda intrusión magmática y la más importante, edad Ar/Ar de 26 MA correspondiente al Cenozoico (Oligoceno piso Chattiense). La tonalita-granodiorita en su ascenso va fragmentando hasta destruir a la diorita, posteriormente al contacto con las rocas carbonatadas se van generando los procesos metasomáticos que producen marmolización y abundantes minerales calcosilicatados que van formando la aureola del Skarn (Exoskarn en la roca caja y Endoskarn en el intrusivo).

El intrusivo tonalítico-granodiorítico en gran parte no está mineralizado, solo en la parte norte del yacimiento en la zona de Puca Puca y Pórfido Norte y en tramos puntuales se observa un intenso vetilleo de cuarzo e impregnado a las fracturas la presencia de molibdenita, de momento no se tiene ningún argumento para pensar que exista un posible pórfido de cobre molibdeno a esta cota.



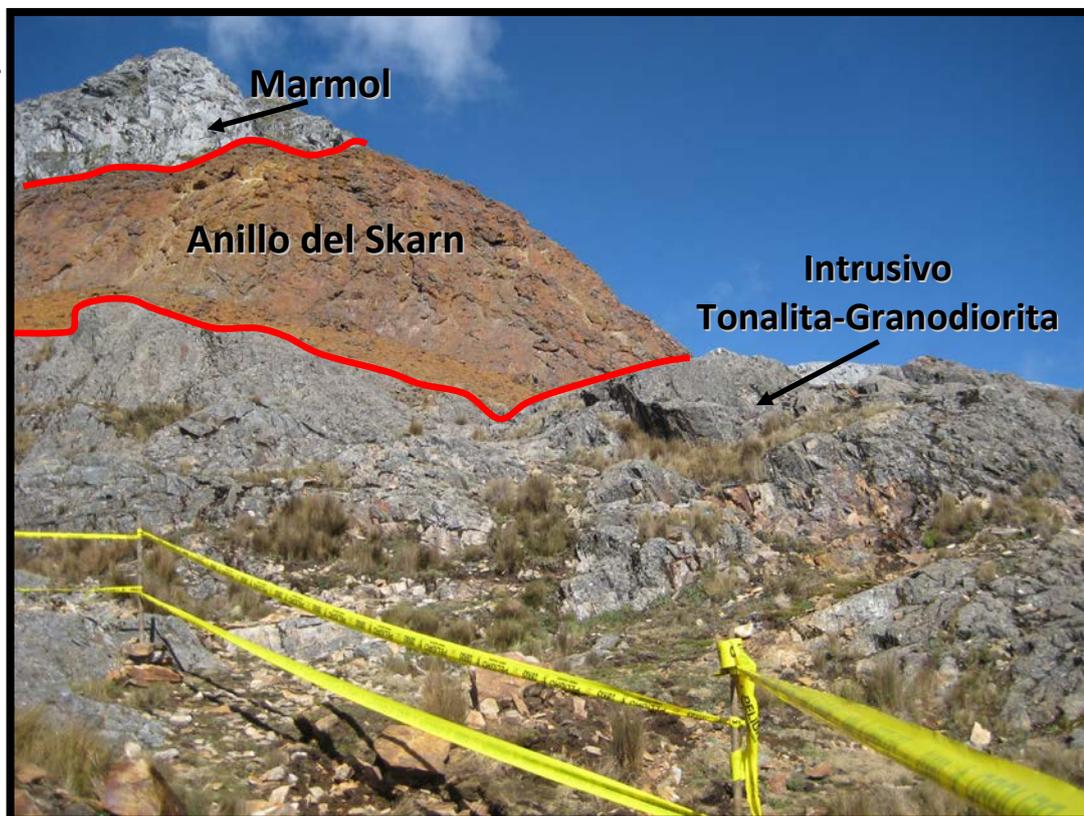
**Fig. 4.1** Xenolitos de diorita en tonalita-granodiorita

#### 4.2 Características Mineralógicas

El Skarn tiene un afloramiento de 3.5 km de longitud con un ancho promedio de 30 m, teniendo un encampane entre Alto Rondoni y la parte inferior del cuerpo lenticular de Acejar, de por lo menos 700 m. La mineralización se presenta en dos etapas, la primera, de naturaleza inicial temprana (fase progradada), de baja a moderada ley de Cobre, donde el Skarn de magnetita, pirrotita, granates y piroxenos están indistintamente mineralizados con calcopirita, pero con mayor concentración en la pirrotita, y la segunda etapa tardía (fase retrogradada), con presencia de venas y venillas de cuarzo con mineralización de calcopirita, esfalerita, galena y pirita, que ha enriquecido en forma irregular y anómala a la primera etapa. La calcopirita se presenta principalmente asociada a la pirrotita en forma de parches, disseminaciones y en venas de cuarzo asociada con esfalerita y escasa presencia de molibdenita. A nivel microscópico la calcopirita se observa como cristales anhedrales en forma de playas y agregados granulares reemplazando a la pirrotita y a la magnetita así como rellenando cavidades y algunas microfracturas.

**Tabla 4.1** Cuadro de la Paragénesis de mineralización.

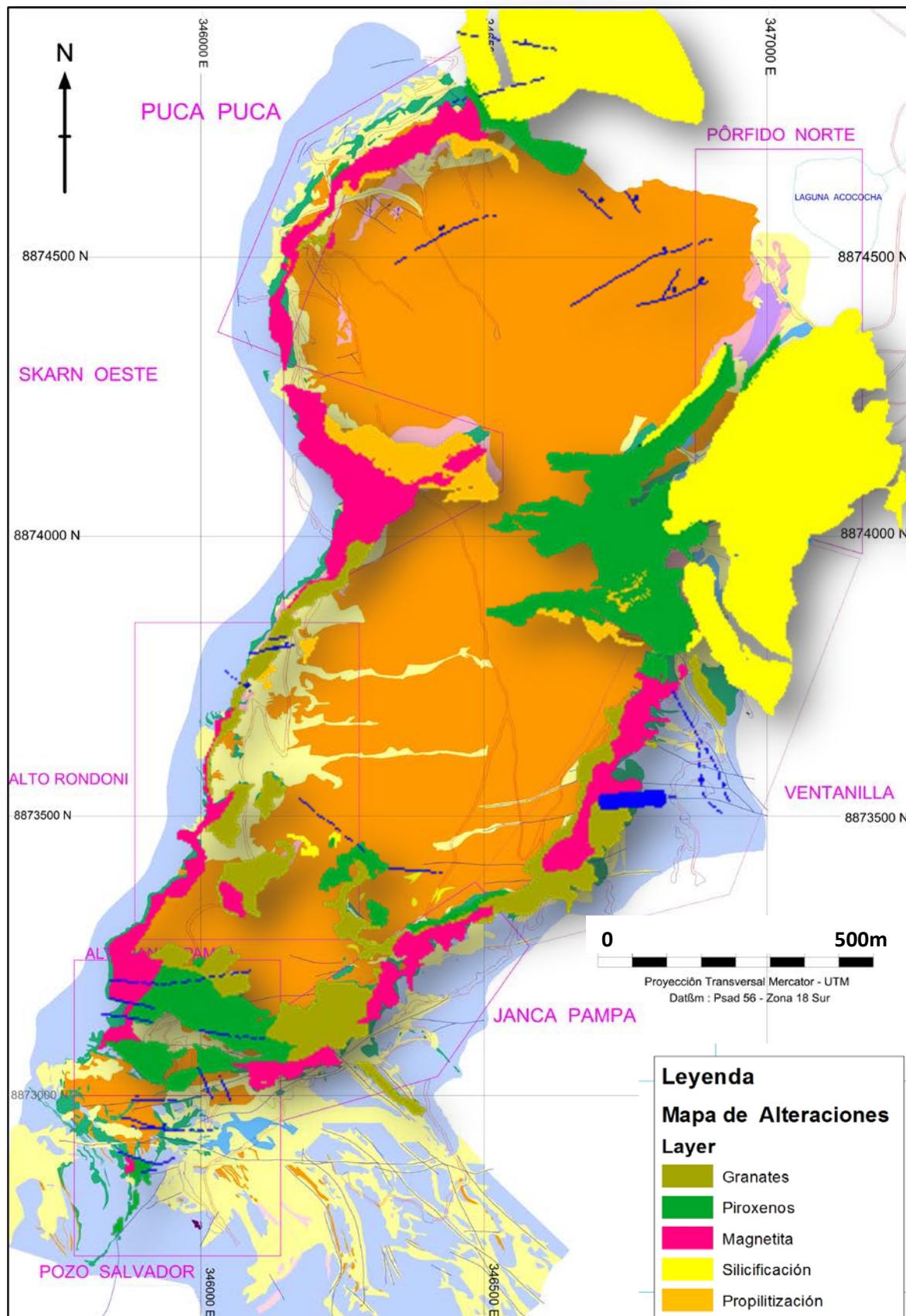
PARAGENESIS		
MINERALES	ETAPA I	ETAPA II
Granates	██████████	
Piroxenos	██████████	
Magnetita	██████████	
Pirrotita	██████	
Calcopirita	██	████
Esfalerita		██
Galena		██
Pirita		██
Cuarzo		██
Molibdenita		██



**Fig. 4.2** Anillo del Skarn en el proyecto Rondoni emplazado en rocas carbonatadas del Grupo Pucará (Formación Chambará) por la intrusión tonalita-granodiorita.

#### 4.2.1 Alteraciones

La alteración prograda en Rondoni está representada por granates, piroxenos, magnetita donde ocurre la primera etapa de mineralización, luego se presenta una débil a moderada silicificación, carbonatización y argilización, para finalmente presentar una alteración retrograda propilítica, (segunda fase de mineralización) tal vez con mayor fase acuosa. Se presenta con mayor intensidad en el Endoskarn.



**Fig.4.3** Mapa de alteraciones y zonamiento del proyecto Rondoni.

#### **4.2.2 Zonamiento**

El zonamiento del Skarn de contacto, de afuera hacia adentro, es principalmente granates, pirrotita, magnetita, piroxenos y magnetita y granates. La aureola de Skarn ha sido dividida en varias zonas mineralizadas debido a la distribución en superficie de Cobre. Estas zonas son: Puca-Puca, Skarn Oeste, Alto Rondoni, Ventanilla y Janca Pampa, con mineralización que va de 0.5 a 0.9% en Cobre. Al Suroeste del Skarn y fuera de la aureola de contacto, existe una zona llamada Pozo Salvador, donde la mineralogía del Skarn es similar, sin embargo la presencia de otros sulfuros es mayor, así se tiene que la zona de Pozo Salvador presenta algunas leyes de Cobre hasta de 2.14%, Zinc 2.07% y Plata 1.8 oz/t. El estudio de caracterización mineralógica de Rondoni, indica que cerca al contacto, el Skarn está compuesto casi exclusivamente por granates y piroxenos, arrojando una ley de 0.56% en Cobre, y fuera del contacto los piroxenos predominan sobre los granates, donde se tiene algunas leyes de Cobre superior a 1%.

#### **4.2.3 Controles de Mineralización**

En orden de importancia el control litológico y estructural son los más relevantes para el emplazamiento de mineralización en el proyecto Rondoni. Las calizas Pucará (Formación Chambará), constituyen el control litológico para este sistema, siendo la roca receptora de la mineralización bajo la interacción de las rocas intrusivas presentes en el lugar. La falla regional Rondoni-Chaulan o Quio-Chaulan ha controlado el emplazamiento del stock de tonalita-granodiorita de Rondoni.

#### **4.2.4 Análisis Microscópicos**

Se seleccionó algunas muestras de testigos diamantinos ya que se tenían dudas sobre la litología y paragénesis de minerales, las muestras se enviaron al laboratorio de Petromineralogía de la UEA Cerro de Pasco, dirigido por el Ing. Pedro Gagliuffi.

##### **Muestra N°: Rondoni 165 – 10 5,10 m M1**

##### **Descripcion Microscópica:**

##### **Minerales Hipógenos:**

##### **Magnetita**

Como agregados granulares constituyen playas amplias de formas irregulares, que están ubicadas en los intersticios y microfracturas de las gangas, sus tamaños varían desde escasas micras hasta algunos centímetros de longitud.

##### **Pirrotita**

Este mineral, mayormente, se encuentra como relleno de los intersticios y microfracturas de las gangas, mientras que en menor porcentaje están como relleno de los intersticios y microfracturas de las magnetitas; sus formas varían de subhedrales a anhedrales y sus tamaños son hasta de 10,88 mm de longitud; algunos cristales han englobado y reemplazado intensamente a algunas magnetitas, pero en la mayor parte de la muestra, el reemplazamiento hacia la magnetita es de grado incipiente a moderado.

### **Calcopirita**

Con formas anhedrales y con tamaños hasta de 2.13 mm de longitud, asociadas a las pirrotitas están ubicadas en los intersticios y microfracturas de las magnetitas y de las gangas; ha reemplazado parcialmente a las pirrotitas y a las magnetitas. En algunos sectores están como relleno de algunas oquedades de las pirrotitas y de las magnetitas.

#### **Distribución Volumétrica Porcentual**

<b>MINERALES</b>	<b>% HIPOGENOS</b>	<b>% SUPERGENOS</b>
Magnetita	30	
Pirrotita	5	
Calcopirita	1	
Gangas	64	
<b>TOTAL</b>	100%	

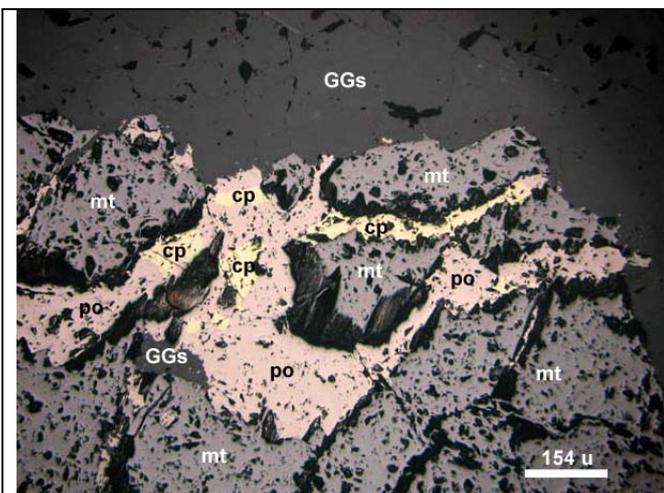
### **Textura**

De relleno de espacios vacíos y de reemplazamiento.

### **Paragénesis**

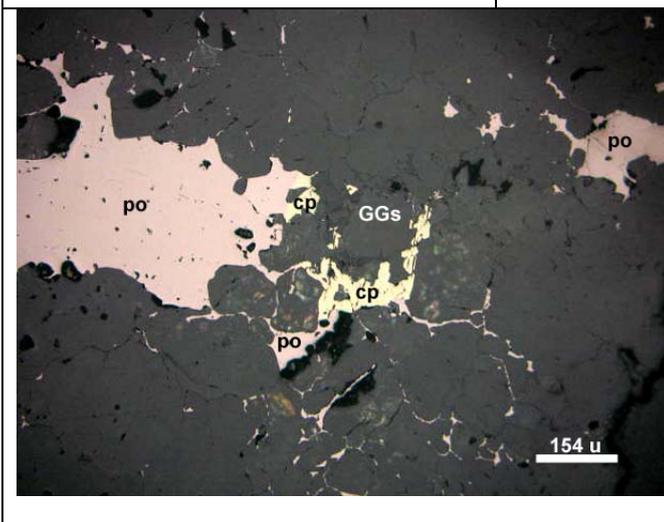
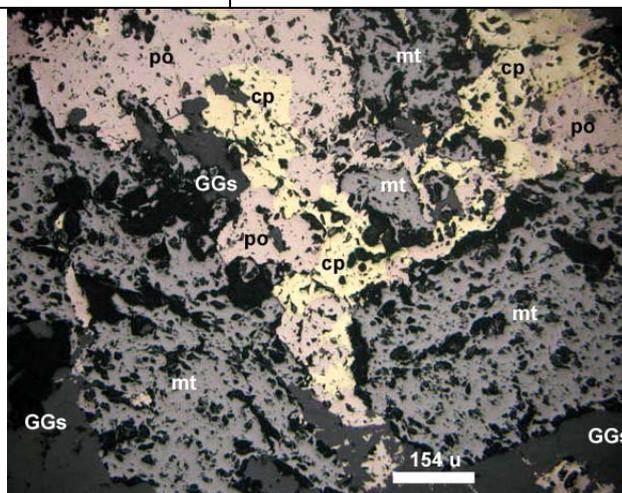
a) Depositación hipógena de los minerales:

1. Magnetita
2. Pirrotita
3. Calcopirita
4. Esfalerita



**Fig. 4.4.-** Cristal anhedral de magnetita (mt) en cuyos intersticios y microfracturas se han depositado la pirrotita (po) parcialmente reemplazada por la calcopirita (cp). 100X.

**Fig. 4.5.-** Cristales anhedrales de magnetita (mt) parcialmente reemplazada por la pirrotita (po) y por la calcopirita (cp), esta última también ha reemplazado a la pirrotita (po) en grado moderado. 100X.



**Fig. 4.6.-** Cristales anhedrales de pirrotita (po) y de calcopirita (cp) como relleno de los intersticios y microfracturas de las gangas (GGs); nótese a la pirrotita (po) parcialmente reemplazada por la calcopirita (cp). 100X.

**Muestra N°: Rondoni 162 – 10 213,20 m M1**

**Descripción Microscópica**

**Minerales Hipógenos:**

**Pirrotita**

Se encuentra como relleno de los intersticios y microfracturas de los granoblastos de minerales transparentes, presenta formas anhedrales y sus tamaños son hasta de 4.30 mm de longitud; mayormente están como agregados granulares, algo recristalizados, dando lugar a cristales equiaxiales.

**Calcopirita**

Como agregados granulares están asociados a las pirrotitas, a las que han reemplazado variando de grado incipiente a moderado, también están como relleno de las microfracturas e intersticios de las gangas, asimismo como relleno de algunas microfracturas y oquedades de las pirrotitas; presentan formas anhedrales y sus tamaños son hasta de 1 mm de longitud.

**Esfalerita**

Escasos cristales anhedrales de esfalerita son observados dentro de las microfracturas y algunas oquedades de la calcopirita, sus tamaños son hasta de 0.05 mm de longitud.

**Distribución Volumétrica Porcentual**

MINERALES	% HIPOGENOS	% SUPERGENOS
Pirrotita	10	
Calcopirita	2	
Esfalerita	Trazas	
Gangas	88	
TOTAL		100%

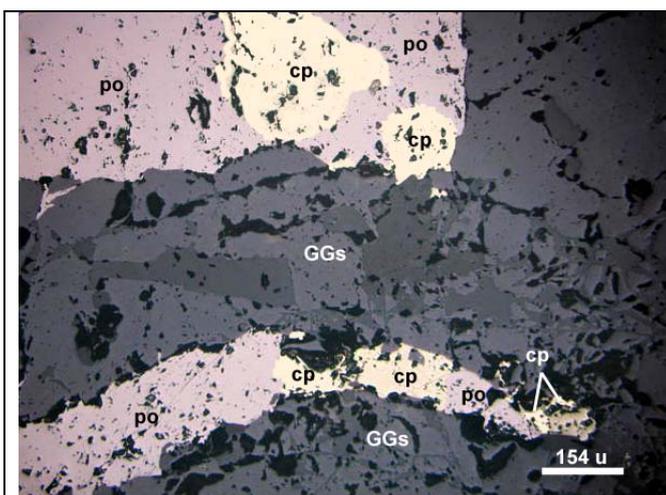
**Textura**

De relleno de espacios vacíos y de reemplazamiento.

**Paragénesis**

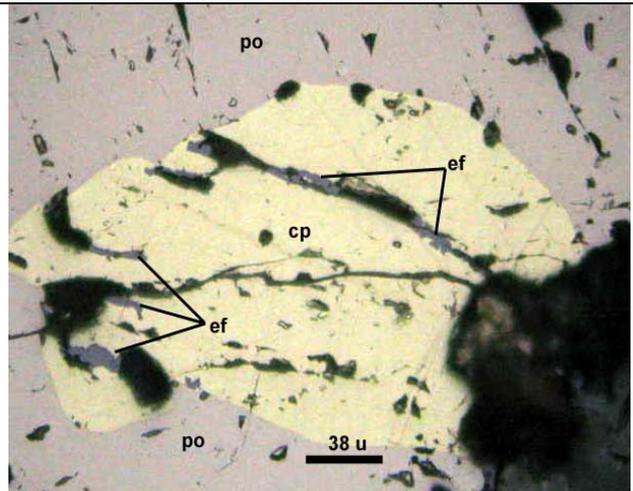
a) Depositación hipógena de los minerales:

1. Pirrotita
2. Calcopirita
3. Esfalerita



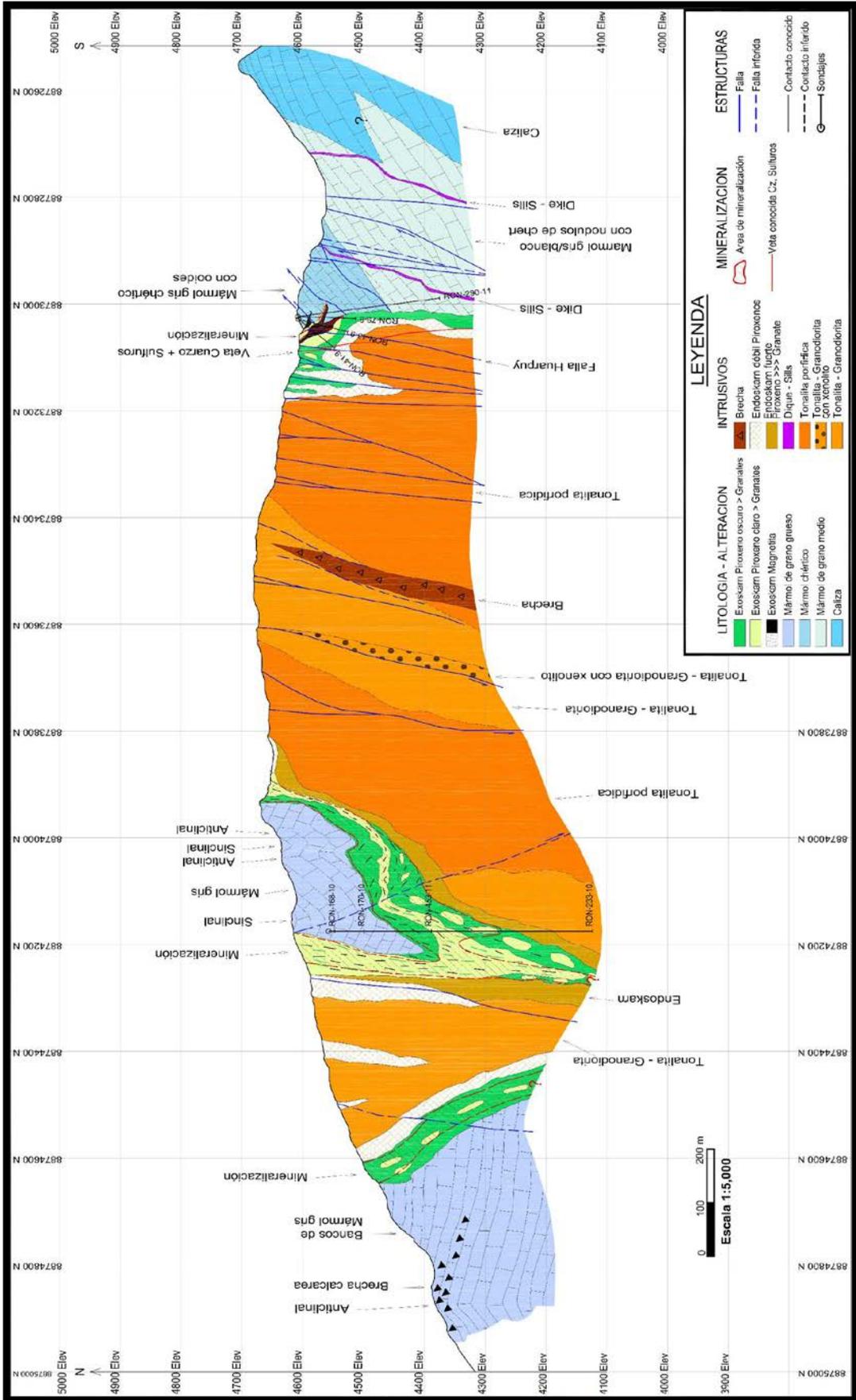
**Fig. 4.7.-** Cristales anhedrales de pirrotita (po) como relleno de los intersticios de las gangas (GGs), donde han sido reemplazados parcialmente por la calcopirita (cp). 100X.

**Fig. 4.8.-** Cristal anhedral de pirrotita (po) parcialmente reemplazado por la calcopirita (cp), en cuya playa se observan microfracturas rellenas por la esfalerita (ef). 200X.



#### 4.3. Modelo del yacimiento propuesto

Rondoni es un yacimiento de reemplazamiento metasomático de contacto (Skarn), siendo un Skarn de hierro con desarrollo masivo de magnetita y pirrotita, y presencia subordinada de granates y piroxenos. La mineralización de cobre se presenta principalmente diseminada, debido a la presencia de un stock intrusivo de naturaleza tonalita-granodiorita que intruyó a rocas carbonatadas del Grupo Pucará que sirvieron de roca huésped a la skarnización y mineralización.



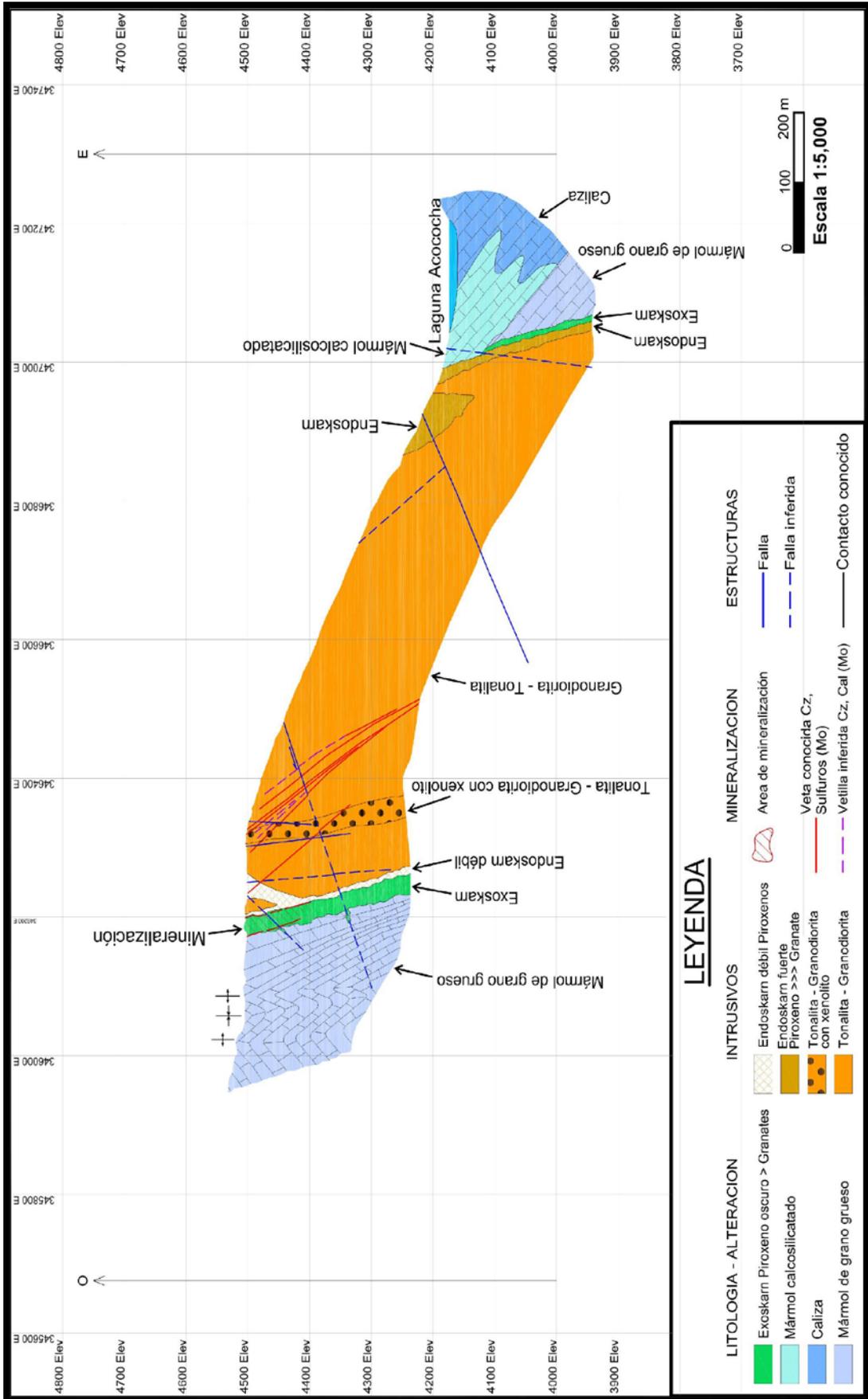
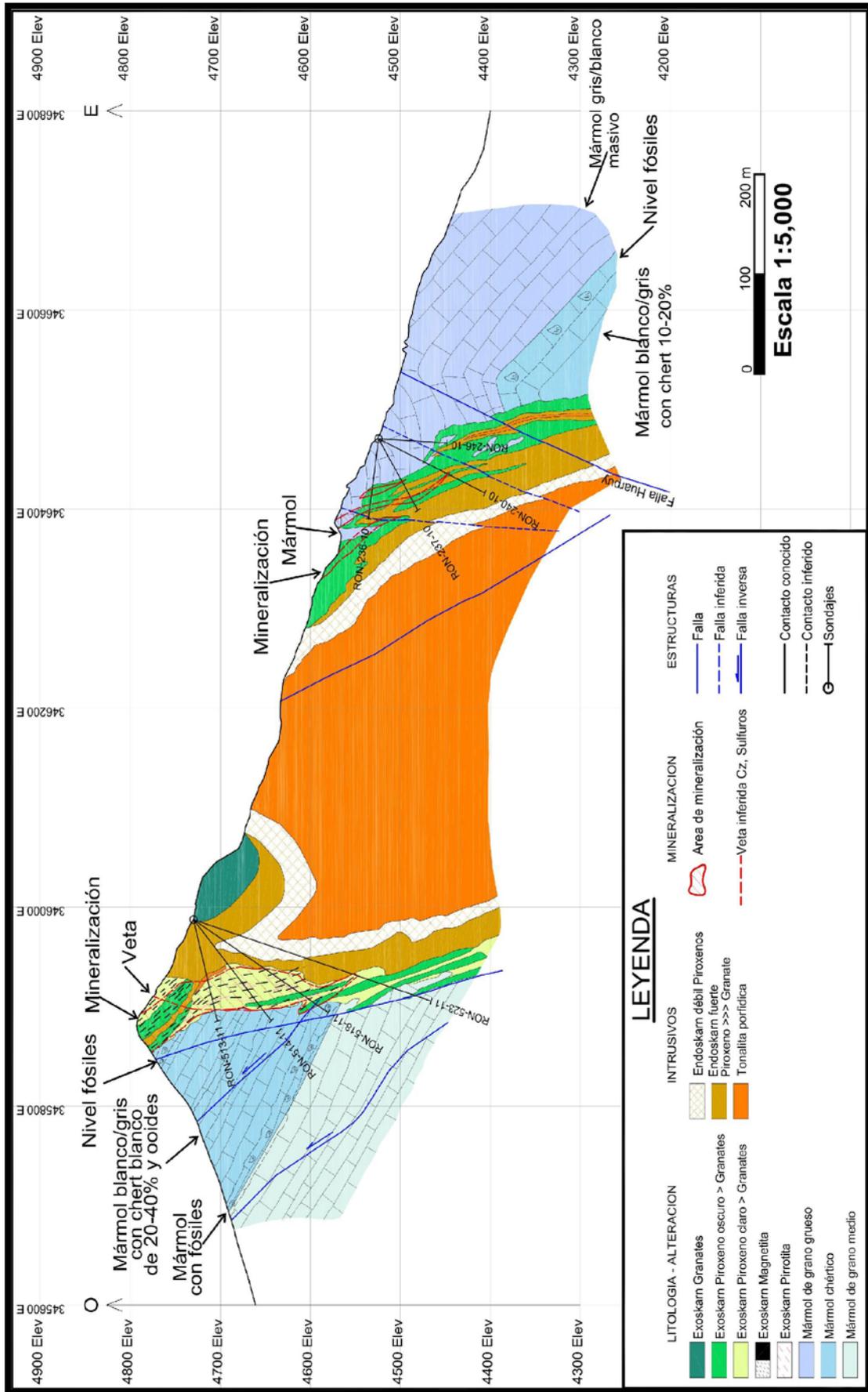


Fig.4.10 Sección mirando al Norte (5b) mostrando la geometría del yacimiento Rondoni



**Fig.4.11** Sección mirando al Norte (5c) mostrando la geometría del yacimiento Rondoni

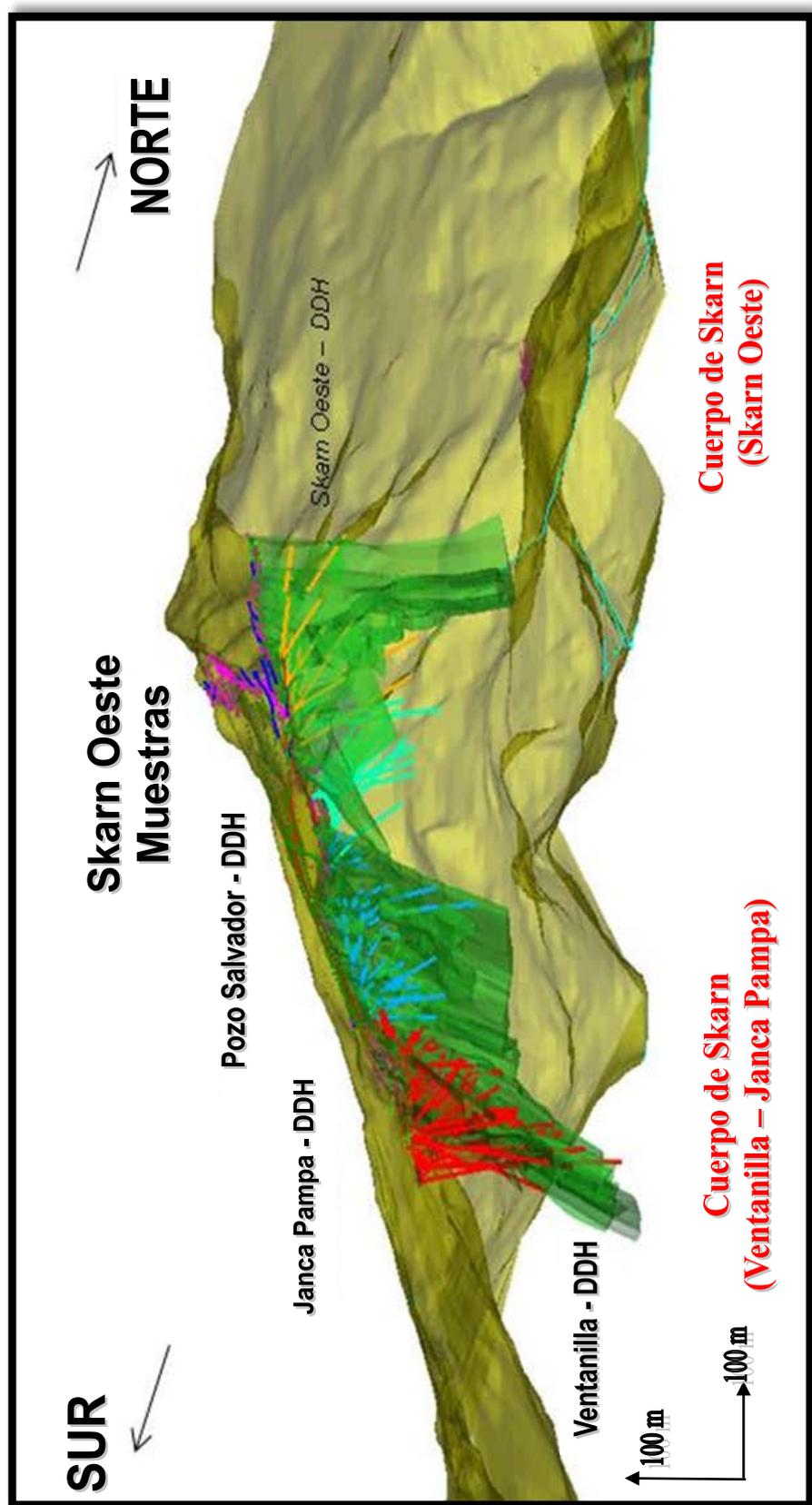


Fig.4.12 Modelo 3D del cuerpo Skarn del proyecto Rondoni.



## CONCLUSIONES

- El proyecto Rondoní, se ubica al NE de la franja metalogénica de yacimientos metasomáticos de contacto, formando parte del lineamiento Milpo, Atacocha, Machcán, Vinchos y Chaulán.
- La secuencia sedimentaria carbonatada ha sido intruida en la zona inicialmente por el intrusivo de naturaleza diorítica de edad K/Ar 37 MA con un error +/-1.6 MA correspondiente al Cretácico superior-Paleogeno y posteriormente por el intrusivo tonalita-granodiorita Rondoní de edad Ar/Ar de 26 MA correspondiente al Cenozoico (Oligoceno piso Chattiense), que fue el más importante para la generación del Skarn.
- Los principales controles de mineralización son el control litológico y estructural. Las calizas Pucará (Formación Chambará), constituyen el control litológico para este sistema, siendo la roca receptora de la mineralización bajo la interacción de las rocas intrusivas presentes en el lugar. La falla regional Rondoni-Chaulán o Quio Chaulán ha controlado el emplazamiento del stock tonalítico-granodiorítico de Rondoni.
- Toda la mineralización económica se encuentra completamente en el Exoskarn, débilmente en el Endoskarn y valores puntuales de molibdenita en el intrusivo, de momento no se tiene ningún argumento para pensar que exista un pórfido de Cu-Mo a esta cota; el intrusivo tonalítico-granodiorítico en gran parte no está mineralizado, solo en la parte de Puca Puca y en tramos puntuales se observa un intenso vetilleo de cuarzo e impregnado a las fracturas hay

presencia de molibdenita.

- El ExoSkarn se encuentra ampliamente distribuido en el yacimiento, la mineralización característica está constituida por piroxenos, magnetita y granates. La mineralización hacia el Norte, consiste de aureolas, playas, y bandeamientos de pirrotita, magnetita, granates, con parches y coágulos de calcopirita y escasa molibdenita. Hacia el Sur del yacimiento la mineralización está conformada por calcopirita, pirita, esfalerita, galena en parches, coágulos y venas de cuarzo.
- El proyecto Rondoni se define como un Skarn de cobre y Hierro, el cobre principalmente contenido en la calcopirita con leyes bajas en promedio de 0.56% y el Hierro contenido en la magnetita y pirrotita con una ley promedio de 20%.

## RECOMENDACIONES

- Continuar la exploración mediante sondajes diamantinos más profundos y sobre zonas puntuales de mayor interés para definir en profundidad el comportamiento mineralógico y especialmente los valores económicos, (si las leyes mejoran o decrecen conforme se profundiza), además de definir la continuidad y el ancho de los cuerpos económicos que se ven en superficie.
- Aparentemente algunas de las leyes de cobre van mejorando conforme se profundiza, de ser continuo, cambiaría un poco el concepto y podría ser factible explorar el proyecto a mayor profundidad. Asimismo, será necesario buscar nuevas zonas prospectivas.
- Realizar más estudios geológicos en la parte de Puca Puca, Pórfido Norte y otros tramos puntuales donde se observó un intenso vetilleo de cuarzo con la presencia de molibdenita ya que podría estar relacionado a posible pórfido Cu-Mo.
- Con las leyes obtenidas de la perforación DDH, elaborar planos de distribución geoquímica y de isovalores para Cu, Zn, Pb, Mo y así poder observar la continuidad de la mineralización, la correlación en profundidad y programar taladros con mayor exactitud.
- Realizar estudios de microsonda electrónica o DRX para la ganga y diferenciar la composición de los granates y piroxenos para realizar una mejor interpretación del zonamiento del proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- ARANDA, A. Estudio Microscópico, 2007.
- ARANDA, A. Estudio petrográfico, mineragráfico y análisis mineralógico por difracción de Rayos X, 2008.
- ARANDA, A. Análisis mineralógico por difracción de Rayos X, 2008.
- COBEÑAS BENITES, GISELA ROSSAN, Tesis “Cinturones metalogénicos cenozoicos en Pasco y Huánuco: tipos de yacimientos y naturaleza geoquímica de los magmas asociados”, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Junio 2008.
- GUNNESCH, K. A. Investigaciones Mineralógicas y Metalogenéticas en las áreas mineras de Milpo, Atacocha y Machcan, 1984.
- LY, P. Evaluación geológica de los prospectos Rondoni y Bello Horizonte, 1994.
- MEGARD, F. “Estudios Geológico de los Andes del Perú Central”. Inst. Geol. Min. y Metal., Bol. 8-Serie D, Estudios Especiales, 1979.
- QUISPESIVANA, L. “Geología del Cuadrángulo de Huánuco”. INGEMMET, Bol. 75, Serie A, 1996.

- QUIPESIVANA, L. “Estudio Litoestratigráfico e Interpretación de Imágenes de Satélite y Foto Aérea del Prospecto Rondoní”. Volcán Compañía Minera S.A., Diciembre del 2008.
- VALDIVIA, L. Informe de exploración – Proyecto Rondoni, 2009.
- VALDIVIA, L. Informe de exploración – Proyecto Rondoni, 2010.