

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y
PETRÓLEOS**

**GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LAS VETAS AURÍFERAS
DE YASHIPA, PROSPECTO SHAGLLI,
PROVINCIA DEL AZUAY**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓLOGO**

PABLO GONZALO CHÉRREZ RAMÍREZ

pablocherrez@hotmail.com

DIRECTOR: ING. BERNARDO BEATE

bbeate49@gmail.com

Quito, Junio 2011

DECLARACIÓN

Yo, Pablo Gonzalo Chérrez Ramírez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no había sido previamente presentado para ningún grado o certificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Pablo G. Chérrez Ramírez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Pablo Gonzalo Chérrez Ramírez, bajo mi supervisión.

Ing. Bernardo Beate
Director del Proyecto

DEDICATORIA

Muchos lugares naturales como montañas, cuevas, se consideraban asiento de los antepasados. De carácter sagrado, los Incas creían que allí se encontraban los encargados de transmitir los oráculos y proteger a sus runas. Los llamaban "pacarinas" que significa "lugar de origen". Las piedras consideradas como huesos de la Tierra, también merecían veneración. Se les atribuía en algunos casos el carácter testimonial de la historia oculta. Es por esto que la piedra representa el fiel testimonio del trabajo místico, elemento donde se asientan todos los seres que deseen encarnar a esa fuerza vital que llamamos DIOS.

A mis padres:
Guillermo y Elena

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Guillermo y Elena, quienes me han dado dos invaluable regalos, primero la vida y segundo la libertad de poder elegir. A mis hermanos Rocío, Andrés, Xavier y Santiago, quienes han sido ejemplos de vida y lucha por superarse. A mi eterna compañera Patricia, quién representa el corazón de este trabajo.

El siguiente trabajo se realizó gracias al financiamiento del Ing. Alex Hirtz principal de la Empresa Doubloon Exploración Corp, y al apoyo del Ing. Washington Palacios de Consultora Geológica Minera.

Agradezco también a mis profesores del ICB y de la Facultad de Geología de la Escuela Politécnica Nacional (Ings. Bernardo Beate, Iván Vallejo, Héctor Flores, Galo Plaza, Halina Lachowicz, Ramón Vera, Renán Cornejo, Pablo Samaniego, Arturo Egüez, Edgar López, Rocío López, Pablo Duque y Tomás Espinosa) por su valioso aporte técnico - científico y en muchos de los casos por brindarme su amistad, que sirvieron para mi adecuada formación como futuro profesional.

Es importante que destaque el apoyo de un gran amigo, compañero de aulas, como es Osman Poma, por su interés para que este trabajo llegue a su término.

Un abrazo a todos mis compañeros (as) de Facultad, del club de atletismo de la EPN y a unos pocos de carreras vecinas (Santiago J, Jorge C y Diego A), por haber compartido juntos muchas experiencias a lo largo del camino en esta prolongada estancia.

Además, agradezco a todos los que han participado directa o indirectamente en la cristalización de este trabajo, lo que representa un motivo más para seguir luchando y no claudicar en la búsqueda del sendero de la auténtica realización.

CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE.....	v
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE FOTOS.....	xi
LISTA DE MAPAS.....	xiv
LISTA DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii

INDICE

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVOS.....	1
1.2.- OBJETIVOS.....	3
1.2.1.- OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.3.- ALCANCE.....	3
1.4.- METODOLOGÍA.....	4
1.5.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
1.5.1.- UBICACIÓN Y ACCESOS.....	6
1.5.2.- MORFOLOGÍA.....	6
1.5.3.- CLIMA Y VEGETACIÓN.....	7
1.5.4.- ASPECTOS SOCIO - ECONÓMICOS.....	10
1.5.5.- ASPECTOS LEGALES.....	10
1.6.- TRABAJOS ANTERIORES.....	11
1.7.- DESARROLLO DEL TRABAJO.....	22

CAPITULO 2: GEOLOGÍA REGIONAL.....25

2.1.- LITOESTRATIGRAFÍA.....	25
2.1.1.- TERRENO CHAUCHA (PALEOZOICO)	26
2.1.2. - TERRENO PALLATANGA (CRETÁCICO).....	26
2.1.3.- UNIDAD YUNGUILLA (CRETÁCICO TARDÍO).....	27
2.1.4.- UNIDAD SACAPALCA (PALEOCENO A EOCENO TEMPRANO).....	28
2.1.5.- GRUPO SARAGURO (EOCENO TARDÍO - MEDIO (?) A MIOCENO TEMPRANO).....	27
2.1.5.1.- Formación Las Trancas (Oligoceno).....	30
2.1.5.2.- Unidad Portovelo (Oligoceno?).....	31
2.1.5.3.- Formación Plancharumi (Oligoceno).....	31
2.1.5.4.- Formación La Fortuna (Mioceno Temprano).....	31
2.1.5.5.- Formación Jubones (Mioceno Temprano).....	31
2.1.5.6.- Formación La Paz (Mioceno Temprano).....	32
2.1.6.- FORMACIÓN SANTA ISABEL (MIOCENO TEMPRANO).....	33
2.1.7.- FORMACIÓN UCHUCAY (MIOCENO TARDÍO).....	33
2.1.8.- FORMACIÓN TURI (MIOCENO TARDÍO).....	34
2.1.9.- FORMACIÓN TURUBAMBA (MIOCENO TARDÍO ?).....	34
2.1.10.- FORMACIÓN QUIMSACocha (MIOCENO TARDÍO).....	35
2.1.11.- FORMACIÓN TARQUI (MIOCENO TARDÍO).....	35
2.1.12.- ROCAS INTRUSIVAS.....	36
2.2.- ESTRUCTURAS.....	39
2.2.1.- SISTEMA DE FALLAS GIRÓN.....	39
2.2.2.- SISTEMA DE FALLAS BULUBULU.....	40
2.2.3.- SISTEMA DE FALLAS JUBONES.....	40
2.2.4.- CINTURÓN GANARIN.....	41
2.3.- GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	41
2.4.- HISTORIA GEOLÓGICA.....	45

CAPITULO 3: GEOLOGIA LOCAL.....47

3.1.- INTRODUCCIÓN.....	47
3.2.- LITOESTRATIGRAFÍA.....	48

3.2.1.- GRUPO SARAGURO (E-Ms).....	49
3.2.1.1.- Secuencia Andesítica (T ^A).....	49
3.2.1.2.- Secuencia Dacítica (T ^D).....	51
3.2.1.3.- Secuencia Riolítica (T ^R).....	52
3.2.2.- FORMACIÓN JUBONES (MSj).....	52
3.2.3. - FORMACIÓN TURUBAMBA (MTu).....	53
3.2.4.- INTRUSIVOS.....	54
3.2.4.1.- Cuarzodiorita de Shaglli (G ^{Qd}).....	55
3.2.4.2.- Microcuarzodiorita de San Francisco (G ^{mQd}).....	57
3.2.4.3.- Granodiorita de Tuntún (G ^{Gd}).....	57
3.2.5.- CUERPOS DE BRECHA HIDROTERMAL (Bx).....	60
3.2.6. SUBVOLCÁNICOS (D ^A).....	62
3.2.6.1.- Complejo de diques de Condorsamana - Tucto.....	62
3.2.6.2.- Dique de Masucay.....	63
3.2.6.3.- Dique de Aguarongo.....	64
3.2.6.4.- Dique de Naranjo.....	64
3.2.6.5.- Dique de Guagual.....	65
3.2.6.6.- Dique de Tasqui.....	65
3.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL EN SHAGLLI.....	66
3.3.1.- VETAS EN SHAGLLI.....	68
3.3.2.- ALTERACIÓN EN SHAGLLI.....	70
3.3.2.1.- Alteración Argílica Intermedia.....	70
3.3.2.2.- Alteración Sericítica.....	70
3.3.2.3.- Alteración Silíceas.....	72
3.3.3.- MINERALIZACIÓN EN SHAGLLI.....	72
3.4.- RESUMEN.....	73
CAPITULO 4: GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE YASHIPA.....	75
4.1.-INTRODUCCIÓN.....	75
4.2.- INTRUSIVOS Y ENCAJANTE.....	76
4.3.- SISTEMA VETIFORME DE YASHIPA (SVY).....	81
4.4.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL SVY.....	83
4.5.- ALTERACIÓN - MINERALIZACIÓN DEL SVY.....	86

4.6.- HISTORIA GEOLÓGICA DEL SVY.....	88
4.7.- RESUMEN DE LA GEOLOGÍA DE YASHIPA.....	90
4.8.- GEOQUÍMICA DE YASHIPA.....	92
4.8.1.- ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS.....	94
4.8.1.1- Cálculo de variables estadísticas.....	95
4.8.2.- INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE SUELOS.....	100
4.8.2.1.- Oro.....	102
4.8.2.2.- Plata.....	103
4.8.2.3.- Cobre.....	103
4.8.2.4.- Plomo.....	104
4.8.2.5.- Zinc.....	104
4.8.2.6.- Arsénico.....	104
4.8.2.7.- Antimonio.....	105
4.8.2.8.- Bario.....	105
4.8.2.9.- Molibdeno.....	106
4.8.2.10.- Cobalto.....	106
4.8.2.11.- Cromo.....	106
4.8.2.12.- Manganeso.....	106
4.8.2.13.- Otros elementos.....	113
4.8.3.- RESUMEN DE LA GEOQUÍMICA DE YASHIPA.....	114
CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE YASHIPA.....	116
5.1. - ANTECEDENTES.....	116
5.2.- ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL PARA EL SVY.....	117
5.2.1.- ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL INFERIDO (RMI)...	118
5.2.1.1.- Cálculo del espesor promedio de la veta (\bar{e}).....	118
5.2.1.2.- Cálculo del Volumen (V).....	119
5.2.1.3.- Cálculo de la Ley Promedio Ponderada (μ).....	119
5.2.1.4.- Densidad (δ).....	120
5.2.2.- ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL HIPOTÉTICO (RMH).....	120
5.3- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	121
5.3.1.- MÉTODO DE EXPLOTACION ARTESANAL.....	122

5.3.1.1.- Aspecto técnico.....	122
5.3.1.2.- Costos de Operación.....	126
5.3.1.3.- Análisis de Riesgos e Incertidumbres.....	127
5.3.2.- MÉTODO DE EXPLOTACIÓN TECNIFICADO.....	127
5.3.2.1.- Aspecto técnico.....	128
5.3.2.2.- Costos de Operación.....	129
5.3.2.3.- Análisis de Riesgos e Incertidumbres.....	130
5.4.- RESUMEN DE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE YASHIPA.....	131
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	134
CAPITULO 7: BIBLIOGRAFÍA.....	143
ANEXOS.....	148

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Descripción de muestras de la veta mineralizada, con valores de Au y Ag.....	83
Tabla 2.- Descripción de muestras de la veta 4 estéril, con valores de Au y Ag	83
Tabla 3.- Variables estadísticas, para el cálculo de anomalías de oro para muestras de suelo en Yashipa.....	99
Tabla 4.- Parámetros estadísticos para 12 elementos que presentan anomalía en suelos en la subzona de Yashipa.....	101
Tabla 5.- Resumen de características de la veta en las intersecciones.....	118
Tabla 6.- Resumen de extracción de oro diario, bajo el método artesanal.....	126
Tabla 7.- Costos diarios de operación, utilizando un método artesanal.....	127
Tabla 8.- Alternativas de explotación para el SVY	130
Tabla 9.- Programación de costos para 3 años de explotación en Yashipa, según método tecnificado	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Mapa de ubicación del área de estudio.....	8
Figura 2.- Estructura Geomorfológica del Ecuador (PC: Planicie Costera, CO: Cordillera Occidental, VI: Valle Interandino, BAT: Bloque Amotape - Tahuín, CAL: Cuenca Alamor - Lancones, CR: Cordillera Real, ZSA: Zona Sub - Andina.....)	25
Figura 3.- Mapa geológico parcial del Distrito Azuay, con el área de estudio en recuadro negro (centro superior).....	37
Figura 4.- Mapa parcial del Distrito Azuay, ubicando los prospectos mineros de la Cordillera Occidental entre 3° S - 4° S	44
Figura 5.- Ubicación de los tres intrusivos de Shaglli en un diagrama triangular.....	60
Figura 6.- A la derecha elipsoide de esfuerzos, donde se aprecia el desarrollo de grietas de tensión (en rojo). A la izquierda el SVY, con fallas transcurrentes (azul), y la formación de vetas: mineralizada (rojo), inferida (naranja) y estéril (negro)...	85
Figura 7.- Mapa de Ubicación del área de muestreo geoquímico en Yashipa, exhibiendo las nueve líneas de suelos SL-1 a SL-9. El círculo rojo encierra las labores mineras abandonadas de Yashipa	93
Figura 8.- Modelo de mapa geoquímico para oro, mostrando en rojo dos zonas con anomalías, donde una de ellas(la superior) sigue un patrón geoquímico ENE.....	107
Figura 9.- Modelo de mapa geoquímico para plata, mostrando en círculos rojos dos zonas anomálicas	107
Figura 10.- Modelo de mapa geoquímico para cobre, mostrando en círculo rojo una "zona anomálica"	108
Figura 11.- Modelo de mapa geoquímico para plomo, mostrando en círculos rojos zonas con valores puntuales de anomalía baja	108
Figura 12.- Modelo de mapa geoquímico para zinc, mostrando en círculo rojo valores puntuales con anomalía baja.....	109
Figura 13.- Modelo de mapa geoquímico para arsénico, mostrando en círculo azul valores puntuales con anomalía baja, al Sur de la quebrada Yashipa	109

Figura 14.- Modelo de mapa geoquímico para antimonio, mostrando en círculo amarillo valores puntuales con anomalía baja, al Sur de la quebrada Yashipa	110
Figura 15.- Modelo de mapa geoquímico para bario, mostrando en círculo rojo valores puntuales con anomalía baja, en la margen derecha de la quebrada Yashipa	110
Figura 16.- Modelo de mapa geoquímico para molibdeno, mostrando en círculos rojos valores puntuales con anomalía baja, en la margen derecha y al Sur de la quebrada Yashipa	111
Figura 17.- Modelo de mapa geoquímico para cobalto, mostrando valores puntuales en círculo rojo, con anomalía baja en la margen derecha de la quebrada Yashipa	111
Figura 18.- Modelo de mapa geoquímico para cromo, mostrando valores puntuales, con anomalía baja	112
Figura 19.- Modelo de mapa geoquímico para manganeso, mostrando en círculo rojo valores puntuales con anomalía baja	112
Figura 20.- Profundidad versus oro, de la veta mineralizada en Yashipa	113

LISTA DE FOTOS

Foto 1.- Vista panorámica de morfología y drenajes principales del límite norte del área de estudio, mirando desde Tuntún (UTM 679229 E / 9652142 N).....	9
Foto 2.- Toba pumítica andesítica (T ^A) del Grupo Saraguro. En rojo pseudofiamme saussuritizada Muestra R-CH-51 (UTM: 681264 E / 9653284 N)..	50
Foto 3.- Crestones silicificados (UTM: 682501 E / 9651518 N) en dirección ESE. de tobas dacíticas (T ^D) del Grupo Saraguro.....	51
Foto 4.- Quebrada Siriglla (UTM: 679768 E / 9648348 N), mirando hacia el Este desde Saramagrande. Al fondo se observa la Fm. Jubones y las tobas andesíticas (T ^A) del Grupo Saraguro en primer plano.....	53

- Foto 5.-** Primer plano Pablo Chérrez y al fondo se muestra la Fm. Turubamba, formando paredes métricas de tobas líticas de composición dacíticas.....54
- Foto 6.-** Muestra R-CH-19 (lámina gruesa) de cuarzodiorita de Shaglli con plagioclasa (plag), hornblenda (hda), feldespato de potasio (Kfs), clinopiroxeno (pxo) y magnetita (mag).....56
- Foto 7.-** Cuarzodiorita de Shaglli con clastos digeridos (en rojo) de la Fm. Jubones.....56
- Foto 8.-** Mirando hacia el Sur desde (UTM: 678723 E / 9648859 N). Al fondo se observa el cañón del río San Francisco y se muestra (en línea segmentada roja) la forma elongada de la microcuarzodiorita de San Francisco.....58
- Foto 9.-** Quebrada afluente del río San Francisco, mirando hacia el NW, donde se aprecia el trazo de falla normal (en rojo). A la derecha un afloramiento de microcuarzodiorita, muestra R-CH-22 (UTM: 677896 E / 9648792N), con diaclasas N 300°/43°58
- Foto 10.-** Afloramiento y muestra R-CH-27 (UTM: 679220 E / 9652128 N), de la granodiorita de Tuntún59
- Foto 11.-** Granodiorita de Tuntún con biotita (bio), hornblenda (hda), plagioclasa (plag), cuarzo (qzo) para la muestra R-CH-27.....59
- Foto 12.-** Muestra M-CH-12 de brecha de cuarzo-turmalina en la granodiorita de Tuntún.....61
- Foto 13.-** Afloramiento de brecha hidrotermal (UTM: 679082 E / 9651828 N). A la derecha Muestra R-CH-26, con clastos angulares de cuarzodiorita y granodiorita reemplazados por sílice - sericita, en una matriz de polvo de roca..... 62
- Foto 14.-** Mirando hacia el NW desde Tendales, se aprecia la loma de Condorsamana, que es un cuerpo subvolcánico, en contacto con las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro (debajo de línea punteada roja). Falla inferida en línea blanca segmentada.....63
- Foto 15.-** Afloramiento de dique andesítico cizallado en Guagual (UTM: 679281 E / 9652565 N). Una falla en dirección N 110° controla el emplazamiento de dicho cuerpo65
- Foto 16.-** Sector de Carachula (UTM: 682710 E / 9652072 N), mirando hacia el Este. Farallones silicificados de 2 a 3 m de ancho, son controlados por una estructura N 110° (en línea roja).....67

- Foto 17.-** Toba Andesítica (T^A) del Grupo Saraguro completamente reemplazada por sílice. Composito de muestra M-CH-09 (UTM: 681283 E / 9652160 N).....67
- Foto 18.-** Veta de cuarzo cristalino de 40 cm de ancho, N 70° / 90° mostrando alteración argílica intermedia con caolín (?)......68
- Foto 19.-** Boca minas en el camino a Tuntún. A la derecha en línea roja segmentada veta de cuarzo con sericita, muestra B04-16 (UTM: 679118 E / 9651734 N). La caja sería la granodiorita de Tuntún (?)......69
- Foto 20.-** Afloramiento de pórfido andesítico en el río Masucay (Muestra R-CH-13, UTM: 681725 E / 9649854 N), donde se aprecia el relleno de fracturas con goethita - illita (?)......71
- Foto 21.-** Muestra RY-CH-06, cuerpo hipabisal de Yashipa (D^A). Textura intersertal con plagioclasa (plag), feldespato (Kfs) y magnetita (mag)...... 78
- Foto 22.-** Muestra RY-CH-07, en círculos rojos clastos digeridos de la toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. A la derecha lámina delgada donde se aprecia una zona oscura, que corresponde a un clasto de la toba andesítica (línea roja segmentada)......78
- Foto 23.-** Muestra RY-CH-22. Pórfido Hornbléndico de Yashipa (P^{Hb}), con cristales de hornblenda (hda), plagioclasa (plag), pirita (py) en una textura porfirítica, matriz vítrea, junto a microlitos de plagioclasa. Localmente clorita (clor) y epidota (epid)......79
- Foto 24.-** Muestra RY-CH-03. Toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro, con plagioclasa (plag), matriz vítrea (vid) con clorita (clor), magnetita (mag), cuarzo (qzo)......81
- Foto 25.-** Muestra 5516, donde se aprecia agregados de pirita-hematita en ganga de calcedonia87
- Foto 26.-** Muestra 5516, donde se aprecia oro nativo fino en círculo rojo, hospedado en sílice calcedónico, y hematita como puntos de color rojo87
- Foto 27.-** Muestra 5510, correspondiente a la veta V1, donde se aprecia cristal de pirita reemplazado por hematita en los bordes88
- Foto 28.-** Entrada de Túnel T8 (UTM: 680510 E / 9650891 N). Cota a 3100 m y 33 m de longitud. La roca caja corresponde a la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. A la derecha, esquema del túnel con sus dimensiones, espesor de la veta más alteración en rojo.....122

LISTA DE PLANOS

- Plano 1.-** Mapa de ubicación de muestras, escala 1:25.000
- Plano 2.-** Mapa Geológico del área de Shaglli, escala 1:25.000
- Plano 3.-** Mapa Geológico de Yashipa, escala 1:2.500
- Plano 4.-** Modelo 3D del Sistema Vetiforme Yashipa, escala 1: 2.000
- Plano 5.-** Mapa de ubicación de muestras de suelos, escala 1: 5.000
- Plano 6.-** Simbología, escala 1:100
- Plano 7.-** Mapa de Túnel T0, escala 1: 200
- Plano 8.-** Mapa de Túnel T1, escala 1: 200
- Plano 9.-** Mapa de Túnel T2, escala 1: 200
- Plano 10.-** Mapa de Túnel T3, escala 1: 200
- Plano 11.-** Mapa de Túnel T4, escala 1: 200
- Plano 12.-** Mapa de Túnel T5, escala 1: 200
- Plano 13.-** Mapa de Túnel T6, escala 1: 200
- Plano 14.-** Mapa de Túnel T7, escala 1: 200
- Plano 15.-** Mapa de Túnel T8, escala 1: 200
- Plano 16.-** Mapa de Túnel T9, escala 1: 200
- Plano 17.-** Mapa de Túnel T10, escala 1: 200
- Plano 18.-** Mapa de Túnel T11, escala 1: 200
- Plano 19.-** Mapa de Túnel T12, escala 1: 200

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.-** Glosario de términos y equivalencias utilizados148
- Anexo 2.-** Fichas de descripción petrográfica de láminas delgadas de la zona de Shaglli y la subzona de Yashipa.....154
- Anexo 3.-** Ficha de descripción mineralógica de secciones pulidas.....174

Anexo 4.- Descripción petrográfica de muestras de mano del área de Shaglli..	176
Anexo 5.- Descripción petrográfica de muestras de mano de la subzona Yashipa.....	185
Anexo 6.- Descripción petrográfica de vetas de Shaglli	189
Anexo 7.- Descripción petrográfica de vetas de Yashipa.....	193
Anexo 8.- Descripción de los túneles de Yashipa.....	200
Anexo 9.- Reporte de análisis químico para Au y Ag en las vetas de Yashipa (Laboratorios ALS CHEMEX).....	209

RESUMEN

El precio de los metales a nivel mundial ha tenido un aumento considerable en los tres últimos años (p.e. Mayo del 2011 el oro alcanzó los 1.513 USD/OzTroy). Es así que la actividad minera a nivel mundial se ha incrementado, para lo cual el estado ecuatoriano, con la aplicación del nuevo marco jurídico minero, creará una empresa minera estatal, que iniciaría la búsqueda de nuevos yacimientos.

El presente trabajo contribuye a entender la geología, alteración, mineralización y el potencial minero de las áreas de Shaglli y Yashipa. Se encuentran ubicadas a 22 km al NE del cantón Santa Isabel, provincia del Azuay, que cubren una superficie de 3,6 km², e incluyen actualmente las concesiones mineras de Shaglli 1 y Shaglli 2. Dentro del área de Shaglli, se localiza el Sistema Vetiforme Yashipa (**SVY**), cuya veta de oro fue explotada por mineros de la zona en los años 90. Ellos abrieron ~1.000 m en trabajos subterráneos, repartidos en 13 túneles con un intervalo vertical de 104 m, el túnel más largo, tiene una longitud de 143 m.

En las áreas de Shaglli y Yashipa, se mapearon en su mayor parte los volcánicos Terciarios del Grupo Saraguro (Eoceno Tardío - Medio (?) a Mioceno Temprano), que se diferenciaron en tres secuencias: tobas pumíticas andesíticas (T^A), tobas y brechas tobáceas dacíticas (T^D) y tobas riolíticas (T^R). En la parte central se mapeó el complejo multifásico de Shaglli (17,64 +/- 0,6 Ma), y en la parte alta afloran las tobas de la Fm. Turubamba del Mioceno Tardío (?). No se identificó en el área de estudio a la Fm. Santa Isabel (brechas tobáceas, lavas andesíticas y rocas sedimentarias) descrita por Pratt et al. (1997), por lo que se descarta, al menos en la zona, la presencia de esta formación.

El intrusivo de Shaglli comprende un complejo multifásico de tres intrusiones, encajado en las tobas andesíticas (T^A), y son: a) la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), b) la microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd}) y c) la granodiorita de Tuntún (G^{Gd}). Estos cuerpos tienen variaciones en su composición, tamaño de grano, y con características texturales que evidencian un rápido enfriamiento, como: plagioclasas zonadas y finogranulares en una matriz fina microcristalina.

Se identificaron siete cuerpos subvolcánicos de composición andesítica (D^A), que representan fases tardías de los intrusivos de Shaglli (Post evento Shaglli). Uno de ellos es el cuerpo intrusivo de Yashipa, que se lo diferenció como un pórfido de hornblenda ($2 P^{Hb}$) en la parte central, y diques andesíticos ($1, 3$ y $4 D^A$) hacia los bordes.

El SVY es un sistema epitermal de baja sulfuración, y está formado por cuatro vetas (V1 a V4) de cuarzo-calcedonia subverticales y paralelas entre sí, de 10 cm de espesor en dirección ~ENE. La veta V3 está mineralizada con oro nativo (10 micras) y una ley media ponderada de 5,95 g Au/t. La ganga es cuarzo cristalino masivo, y sílice calcedónico, acompañado por 2% de pirita y un halo central de sericita. Las vetas estériles tienen una ganga de cuarzo cristalino masivo. El encajante de la mineralización son las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

Tres fallas principales transcurrentes (premineral) subverticales con rumbo N110° a N130°, serían las generadoras del SVY, limitando la continuidad de la veta mineralizada hacia el oriente, así como la alteración sericítica hacia los bordes.

La presencia de cuarzo fracturado y material arcilloso cizallado en la veta V3, son una evidencia de que las vetas fueron reactivadas tectónicamente por una estructura (Falla Yashipa) con rumbo ENE, incorporando oro en gel de sílice calcedónico en un pulso tardío. Por evidencia de la Falla Yashipa (synmineral o postmineral), que corta a la Fm. Turubamba (Mioceno Tardío), la edad de mineralización de Yashipa sería contemporánea o posterior al Mioceno Tardío (?).

Con el mapeo interior galería y el uso de programas de computación se modeló en 3D al SVY, con el objeto de conocer la distribución espacial de la veta (dimensiones, límites y tonelaje). El SVY recae en la categoría de Recurso Mineral Inferido (**RMI**), para el bloque mineralizado, dando 456 OzTroy de Au, y un Recurso Mineral Hipotético (**RMH**) de 304 OzTroy de Au. La evaluación económica del SVY se basó en determinar los ingresos y egresos atribuibles a la apertura de una eventual mina, mediante dos alternativas de explotación: 1) Artesanal y 2) Tecnificada, sin ser viables ninguna de estas alternativas.

ABSTRACT

In the last three years on a worldwide scale metal prices have increased at a considerable rate (In May 2011 the price of gold reached 1.513 USD/Oz Troy). Due to this increase in the activity mining organizations around the world, the Ecuadorian government with the applications of new mining regulations will create a State Mining Company. It will start to search for new mining deposits.

The following investigations will contribute to our understanding of geology, its alteration, mineralization and the mining potential for Shaglli and Yashipa, that are located at 22 km NE of the town Santa Isabel, in the province of Azuay (that covers 3,6 km² including Shaglli 1 and Shaglli 2 concessions). The Yashipa Vein System (**YVS**) is located in the Shaglli area; it was exploited by artisanal miners in the nineties. They opened 13 tunnels, in total 1.000 meters of tunnel. The largest of which is 143 m long.

The majority of the area of Shaglli and Yashipa is covered by Tertiary Volcanic Saraguro Group (Late Eocene – middle (?) to Early Miocene) they are identified by three sequences: Andesitic lapilli tuff (T^A), dacitic tuffs and breccias tuffaceous (T^D) and rhyolitic tuffs (T^R). In the middle zone was identified a multiphase Shaglli intrusive complex (17,64 +/- 0,6 Ma), and the higher region outcropping the late Miocene (?) we can see Turubamba Fm. The Santa Isabel Fm. (Breccias tuffaceous, andesitic flows and sedimentary rocks) identified by Pratt et al. (1997) was not found in the area.

The Shaglli intrusive complex comprises of three types of rocks, hosted in the Andesitic tuffs (T^A). They are: Shaglli quartzdiorite (G^{Qd}), San Francisco microquartzdiorite (G^{mQd}) and Tuntun granodiorite (G^{Gd}). These intrusions have variations in their composition; grain size and textural characteristic that suggest a rapid cooling, for example: zonation of plagioclases and fine-grained plagioclases in a fine microcrystalline matrix. The late stages of the Shaglli intrusive (Post Shaglli) are represented by seven identified andesitic dyke types (D^A). One of

these is the Yashipa intrusive, identified as hornblende porphyry (2P^{Hb}) in the central zone and andesitic dykes phases at the boundaries (1, 3 and 4 D^A).

YVS is epithermal ore deposits system low sulfidation, and composed of four (V1–V4) subvertical parallel quartz-chalcedonic veins, they are 10 cm wide and ~ENE strike. The vein V3 is mineralized with fine-grained gold (10 micras) with an average grade of 5,95 gAu/t. The gänge is crystalline quartz, and chalcedonic silica, with pyrite 2% and a sericitic central halo. The barren veins have crystalline quartz gänge. The mineralizing host rock is an andesitic tuff (T^A) to the Saraguro Group.

YVS was generated by three subvertical premineral strike slip fault systems with a N110° to N130° strike that cut the continuity to the east as well as the mineralized vein and sericitic alteration. Crackled quartz and shears zones in the vein V3 show tectonic reactivity in the Yashipa fault with a ENE strike, gold chalcedonic silica was introduced at a late stage. From evidence that the Yashipa fault cut the Turubamba Fm. (Late Miocene), I think that the mineralization could be contemporary or could be Post Miocene (?).

A computational 3D model for YVS was generated based on tunnel mapping in order to know the spatial distribution (size, limits and tonnage). The YVS fits into category of a Mineral Inferred Resource (**MIR**), for the mineral zone, with 456 Oz Troy Au and a Mineral Hypothetic Resource (**MHR**) of 304 Oz Troy Au. The YVS economic estimation includes incomes and expenditures for a possible mining operation, considering two options: 1) Artisanal and 2) Technical. Nowadays none of these choices are available.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1.- ANTECEDENTES Y JUSTIFICATIVOS

Las cifras de los mercados mundiales reflejan que la demanda de los metales preciosos y metales base aumenta, debido principalmente a un incremento en las reservas internas de oro y a un alto consumo de materias primas en países industrializados y en vías de la industrialización.

Es este factor de mercado el que influye principalmente en los precios de los metales. Es así que para mayo del 2011 el oro superó la barrera de los 1.500 USD/OzTroy a la alza, llegando a los 1.513 USD/OzTroy, mientras que la plata consiguió valores de 34,89 USD/OzTroy y el cobre sobrepasó los 4 USD/lb.

Además, es importante recordar que el precio del oro ha subido aproximadamente un 50% en los últimos tres años; no obstante, para las décadas de los 70 y 80, el oro aumentó hasta un 2.300%, pudiendo tener un comportamiento similar en la actualidad (www.oroymasfinanzas.com).

De esta manera, la actividad minera a nivel mundial en los últimos años se ha incrementado. Para lo cual América Latina, bajo este nuevo escenario económico, cuenta con grandes desafíos respecto a la búsqueda de yacimientos.

El Ecuador como país con un alto potencial minero apostaría en un futuro cercano, si las leyes lo permiten, con inversión privada en proyectos antes abandonados e iniciar con la exploración de nuevos yacimientos.

Así, el presente estudio de exploración geológica se realizó en los meses de junio a agosto del 2005 y junio del 2006 en Shaglli, provincia del Azuay. En el área de estudio se encuentran ubicadas las concesiones Shaglli 1 y Shaglli 2, así como la subzona Yashipa, donde están los túneles y el Sistema Vetiforme Yashipa (SVY).

Estas dos concesiones según la ley minera actual, tienen una duración de 30 años y se encuentran a nombre del Ing. Washington Palacios (www.mineriaecuador.com/dinami/bdd/index.htm), el mismo que tiene un convenio con la empresa DOUBLOON EXPLORATION CORP, para su exploración.

Dicha área fue explorada inicialmente por algunas compañías, como TECK en la década del 80, RTZ en los primeros años de la década del 90 y IAMGOLD al final de la década del 90. Los resultados no estuvieron disponibles para la elaboración de este trabajo.

El área de estudio se encuentra en una zona denominada “Cinturón Ganarín”, caracterizado por una faja estructural de 80 km de longitud con rumbo NNE. Esta zona constituye una importante estructura regional, que está reconocida desde la caldera de Quimsacocha al Norte, hasta el campo minero más importante y productivo que ha tenido el Ecuador, como es Portovelo - Zaruma al Sur.

Además, en el Cinturón Ganarín se han emplazado numerosas intrusiones y centros volcánicos como Jubones, Shyri y zonas con mineralización de oro. Esto ha creado una gran expectativa por parte de compañías mineras en realizar trabajos exploratorios, con miras a descubrir un yacimiento mineral. Entre estas compañías, podemos nombrar a IAMGOLD en Quimsacocha que es un yacimiento de alta sulfuración (22.5 Mt con 3.8g/t Au; 25g/t Ag; 0.16% Cu), además CORNERSTONE en Shyri que incluye a depósitos de alta y baja sulfuración (aún no evaluado) y DOUBLOON en Ganarín prospecto de baja sulfuración (aún no evaluado).

Es importante señalar que en la década del 90, pobladores de Shaglli conformaron sociedades mineras, cuyos trabajos consistieron en la apertura de 15 túneles en Yashipa, de los cuales 13 están actualmente habilitados. Las labores mineras alcanzan un total de 808 m, y su objetivo fue el interceptar una veta aurífera (Sistema Vetiforme Yashipa **SVY**) que alcanzó valores de hasta 20 g Au/t. Estas sociedades se desintegraron, debido principalmente al daño del molino chileno con el que contaban y por la falta de recursos para repararlo.

Con estos antecedentes, la empresa DOUBLOON EXPLORATION CORP financió la totalidad de este trabajo, el mismo que constituye como proyecto de titulación de geología, previo a la obtención del título de Ingeniero Geólogo de la Escuela Politécnica Nacional.

1.2.- OBJETIVOS

1.2.1.- OBJETIVO GENERAL

- Aumentar el conocimiento geológico del área de Shaglli, la subzona de Yashipa y de su potencial minero.

1.2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboración de los mapas geológicos del área de Shaglli, la subzona de Yashipa y los túneles de Yashipa.
- Interpretación geoquímica de 12 elementos: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Hg, Mo, Co, Ni y Ba de la subzona de Yashipa.
- Elaboración de un modelo digital en 3D del Sistema Vetiforme Yashipa, mostrando continuidad, límites y distribución del Recurso Mineral.
- Evaluación económica del Sistema Vetiforme Yashipa.

1.3.- ALCANCE

Se realizó el mapeo geológico del área de Shaglli a escala 1:25.000, un muestreo de rocas y análisis petrográfico de láminas delgadas.

Se efectuó el mapeo geológico de la subzona de Yashipa a escala 1:2.000, un muestreo de rocas y el análisis petrográfico de láminas delgadas.

Se realizó un muestreo geoquímico de suelos cada 25 m en Yashipa, repartido en nueve líneas a lo largo de curvas de nivel.

Se procedió al mapeo de los túneles ubicados en la subzona de Yashipa a escala 1:200, junto con el muestreo en canal de vetas en los 13 túneles accesibles y el análisis de secciones pulidas.

Para realizar el mapeo geológico del área de estudio, se utilizó la siguiente información:

- Base topográfica a escala 1:50.000 de las hojas de Santa Isabel y San Fernando, elaboradas por el Instituto Geográfico Militar (IGM).
- Mapa geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 3° - 4° S a escala 1:200.000, realizado por Pratt et al (1997) para el CODIGEM - MEM y BGS.
- Base topográfica digitalizada a escala 1:2.000 de la zona de Yashipa, elaborada por la empresa CANTERMINE.

1.4.- METODOLOGÍA

Las actividades realizadas durante la ejecución de este proyecto, fueron:

Recopilación, análisis y síntesis de la información básica y trabajos anteriores realizados en el área de estudio.

Mapeo geológico de 3.600 ha (36 km²) de Shaglli a escala 1:25.000, incluido la recolección de 59 muestras de mano, en el cual se definió los contactos de las diferentes unidades litológicas.

Recolección de 12 muestras de canal y chips (fragmentos inferiores a 2 cm) de vetas y zonas de alteración encontradas en el área de Shaglli, enviadas a Canadá a los laboratorios Chemex para cuantificar concentraciones de Au y Ag, con los métodos de ensayo al fuego e ICP.

Mapeo geológico con cinta y brújula de 35,7 ha de la subzona de Yashipa (quebrada Yashipa, Porotos y Mayo) a escala 1:2.000 y recolección de 33 muestras de mano.

Mapeo con cinta y brújula de los 13 túneles hábiles en la subzona de Yashipa, a escala 1:200. En los diferentes niveles se tomaron 37 muestras de vetas y vetillas, que fueron enviadas a Canadá a los laboratorios ALS Chemex, con el fin de obtener la ley de Au y Ag. Se utiliza para ello los métodos de ensayo al fuego, que detectan rangos entre 0,005 a 10 ppm para Au y el ensayo por digestión en agua regia para detectar Ag.

Se realizaron nueve líneas de suelo en la subzona de Yashipa, donde se tomaron 435 muestras cada 25 m. El muestreo de ocho líneas se procedió a lo largo de curvas de nivel con intervalos de 25 m y una línea fue muestreada a lo largo de una colina alargada en el margen superior derecho del área. Todas estas muestras se enviaron a Canadá a los laboratorios ALS Chemex y fueron analizadas para Au y multielementos. Con ello se obtuvieron mapas geoquímicos de 12 elementos que mostraron anomalía.

El trabajo de Laboratorio incluyó el análisis petrográfico de 19 láminas delgadas, 6 del área de Shaglli y 13 de la subzona de Yashipa. Para ello se utilizó el microscopio petrográfico de luz transmitida del Instituto Geofísico de la E.P.N.

Además, se procedió al análisis de 2 secciones pulidas en muestras de vetas de los túneles ubicados en 2 niveles de Yashipa. Se utilizó el microscopio petrográfico Leica con luz reflejada del Departamento de Metalurgia Extractiva de la E.P.N.

Con el mapeo de los túneles de Yashipa y los muestreos de las intersecciones de la veta en los diferentes niveles, se realizó un modelo 3D del Sistema Vetiforme Yashipa, empleando para ello el programa AutoCad 2008. Además, para la generación de mapas geoquímicos en Yashipa, se usó el programa Mapinfo 8.0.

Todos los gastos de envío y análisis de muestras fueron cubiertos por la compañía DOUBLOON EXPLORATION CORP.

1.5.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.5.1.- UBICACIÓN Y ACCESOS

El área de estudio se encuentra al Sur del Ecuador en la provincia del Azuay, cantón Santa Isabel parroquia de San Pablo de Shaglli. Corresponde a un cuadrángulo de 36 km² (3.600 ha) y se ubica entre las coordenadas: 677000 a 683000 de longitud Oeste y 9'648000 a 9'654000 de latitud Sur. Allí se encuentran incluidas las dos concesiones mineras: Shaglli 1 y Shaglli 2 (Figura 1).

La parroquia de San Pablo de Shaglli se encuentra a 50 km al Sur - Occidente de la ciudad de Cuenca, desde la cual se puede acceder en vehículo a través de la Panamericana hasta llegar a Santa Isabel, donde el viaje tiene una duración de 2 horas. De esta última población se dirige hacia el norte por una vía lastrada aproximadamente unos 22 km que nos conduce a la parroquia de Shaglli.

Finalmente para llegar a Yashipa, lugar donde se encuentran las vetas auríferas, se puede acceder por la misma vía lastrada hacia el norte a tan solo 5 minutos en vehículo, desde Shaglli.

Los caminos a los diferentes sitios de muestreo incluyen caminos carrozables lastrados, caminos de herradura y senderos.

1.5.2.- MORFOLOGÍA

El área de estudio se encuentra ubicada en los flancos orientales de la Cordillera Occidental. Tiene pendientes moderadas, sobresaliendo cerros como Condorsamana (3.331 m), Tuntún (2.968 m), Patahuasi (2.980 m) y Aguarongo (3.310 m). De igual forma se distingue en el límite norte de Shaglli 2, en el páramo de Carachula (UTM: 682756 E / 9651998 N) zonas que llegan a cotas de 3.600 m (Figura 1).

Además, es importante señalar que el desnivel en el área de estudio es de 1.300 m; desde el cañón del río San Francisco al Oeste del área, hasta el páramo de Carachula en el límite oriental.

Se puede reconocer un circo glaciar (línea punteada en foto 1) que forma una depresión circular, con morrenas frontales en Condorsamana (UTM: 677000 E / 9653920 N), lo que indicaría que las zonas altas estuvieron sujetas a un proceso de erosión glaciar.

El Sistema Hidrográfico principal del área de estudio es la cuenca del río Jubones. Estas aguas drenan al río Jubones, para finalmente dirigirse al Pacífico.

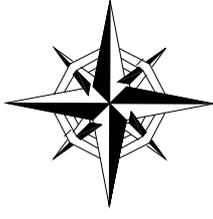
El área de estudio es atravesada por la cuenca del río San Francisco como drenaje principal, que fluye en dirección N - S y bordea el límite oeste de las dos concesiones (Shaglli 1 y Shaglli 2). El río San Francisco presenta una topografía fuerte, lo que modela un cañón profundo, con escarpes que localmente superan los 50°. La cota de este drenaje en la parte baja llega hasta los 2.300 m (UTM: 678723 E / 9648859 N).

A su vez, como se presenta en la figura 1, este río principal es abastecido desde la parte oeste por drenajes secundarios, como son los ríos Naranjo, Palmas y Santa Rosa, que tienen una dirección WNW - ESE. Además, es alimentado por drenajes en dirección ENE - WSW que atraviesan la parte central del área de estudio como Masucay y Porotos. En la parte norte se abastece por los ríos Minas y Tarugopamba con una dirección NE - SW y los ríos Tasqui y Manzano que tienen una dirección E - W. Además, hay acequias que fluyen desde las partes más altas, hacia zonas de cultivo y pastizales especialmente en los poblados de Shaglli y Huertas.

1.5.3.- CLIMA Y VEGETACIÓN

En el área de estudio existe un clima frío, que se intensifica en los sectores de páramo (Carachula), es decir en zonas con alturas que superan los 3.500 m. La temperatura media anual de Shaglli oscila entre 5° a 14° C. Es común que neblina se presente a partir de las 5 p.m. en sectores que están bajo los 3.000 msnm, pudiendo la neblina bajar incluso hasta el poblado de Santa Isabel que tiene una altura de 1.400 m.

N



SIMBOLOGÍA

- Curva de nivel
- Quebrada
- Camino de herradura
- Camino lastrado
- Centro poblado
- Casa
- Cerro
- Limite de la zona de estudio
- Subzona de Yashipa
- Limite de concesión minera

0 1 Km

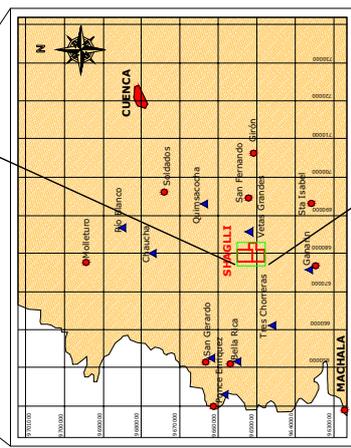
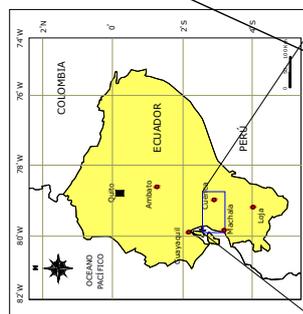
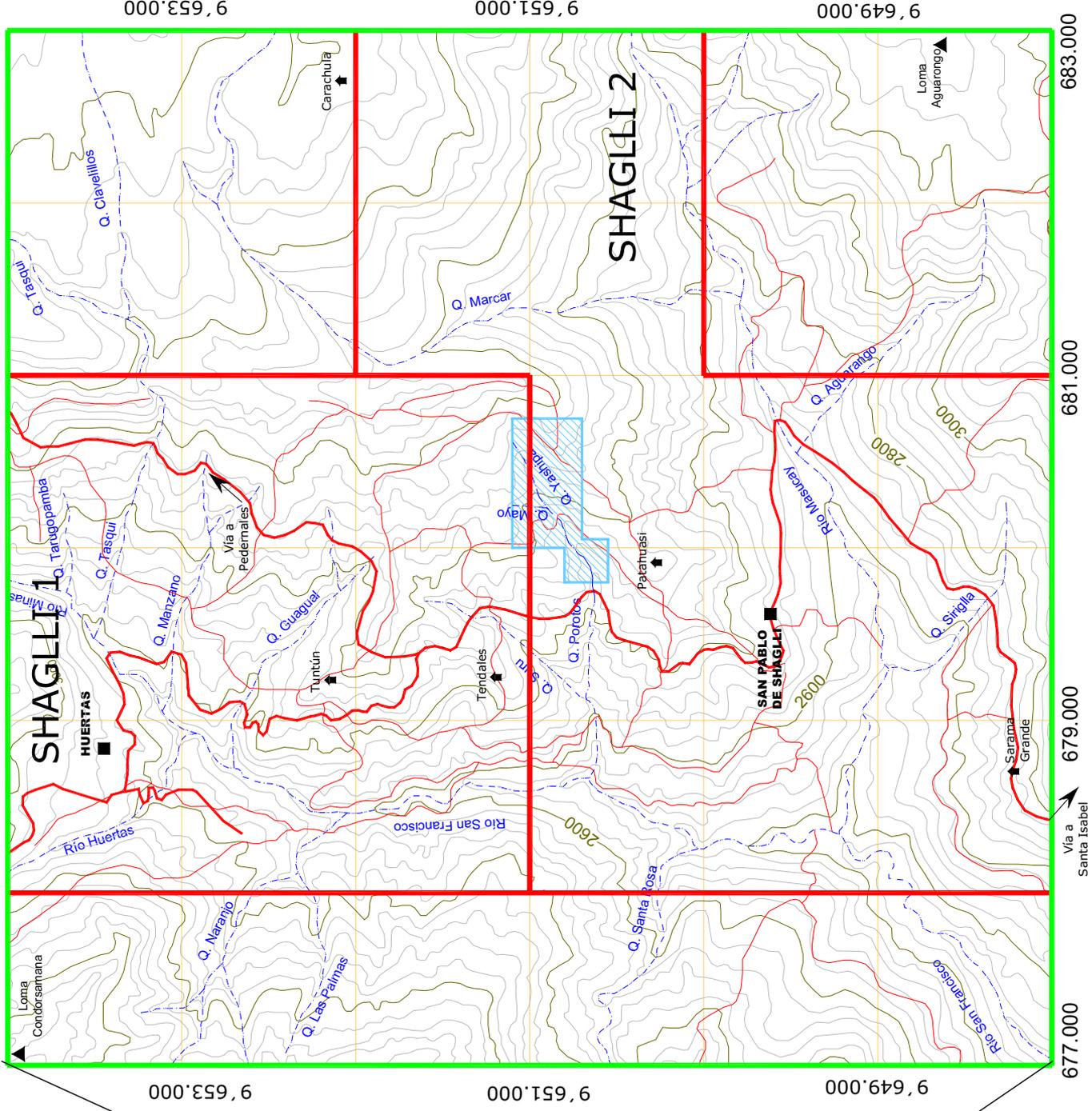


1:25.000

Curvas principales cada 200 m
Curvas secundarias cada 40 m

∞

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



LEYENDA

- Centros Poblados
- Chucha
- Prospectas Mineras
- Concesión Shaglli

0 10 km

Fuente: Hojas Topográficas de Santa Isabel y San Fernando, escala 1:50.000.

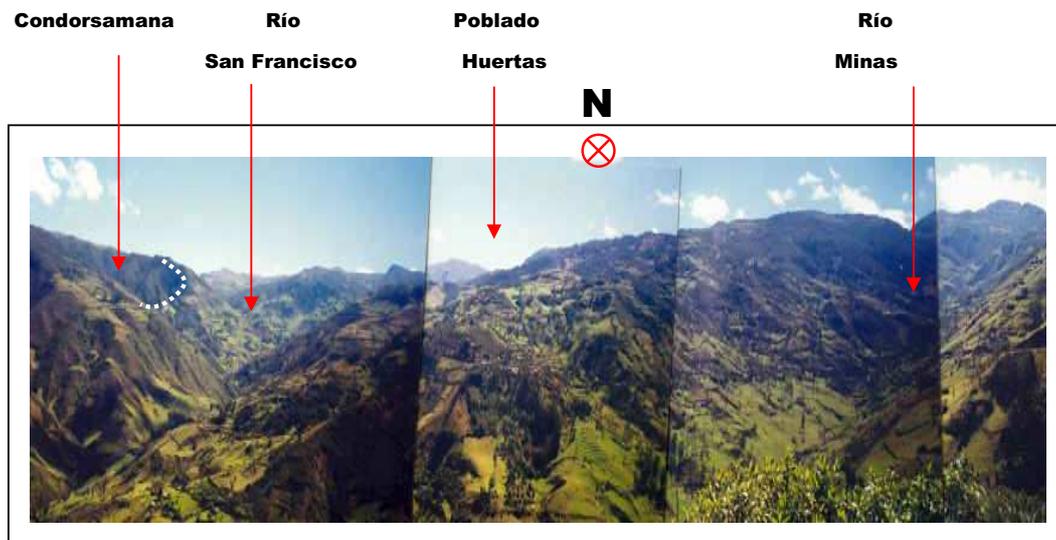


Foto 1.- Vista panorámica de morfología y drenajes principales del límite norte del área de estudio, mirando desde Tuntún (UTM: 679229 E / 9652142 N).

Las lluvias se presentan fuertes en la época invernal (Diciembre - Abril), con un régimen de costa, y precipitaciones medias anuales entre 1.000 y 1.500 mm.

Esta región con todas estas características y de acuerdo al mapa bioclimático de Cañadas (1983) se ubica en la zona de vida "bosque húmedo Montano" (bhM).

En cuanto a la flora y debido a la presencia de suelo bastante fértil, tenemos la existencia de una gran diversidad de especies de árboles y arbustos en las quebradas que presentan fuertes pendientes (p.e. la quebrada Porotos). Estos incluyen romerillo, yashipa, pumamaqui, suros, tipo, cumán, entre otros. Son típicas en las zonas de páramo las quinuas y orquídeas. En los sectores de bajas pendientes (p.e. Tendales) los bosques han sido deforestados para dar paso a cultivos principalmente de papas y extensas áreas de pastizales.

La fauna incluye pequeños mamíferos como conejos, zorrillos, cuchuchos, roedores. Las aves frecuentemente observadas son perdices, aves de rapiña y muchas aves menores. Existen truchas en los drenajes. Hay que anotar la presencia de ganado vacuno y caballo, además chanchos, ovejas y aves de corral.

1.5.4.- ASPECTOS SOCIO - ECONÓMICOS

Santa Isabel, la capital del cantón que lleva el mismo nombre, es el poblado cercano más importante, al cual pertenece la parroquia de Shaglli, donde están asentadas pequeñas comunidades como Tuntún, Huertas, Saramagrande. Todos estos poblados tienen escuelas. La parroquia de Shaglli tiene un colegio y además posee los servicios básicos de agua, luz y una pequeña central telefónica. Las actividades económicas principales son la agricultura, la ganadería y la piscicultura, así como la producción de yogurt y quesos.

En Santa Isabel se comercializa todos los productos agrícolas y ganaderos de la zona, incluidos los que se producen en Shaglli. El cantón Santa Isabel cuenta con los servicios básicos de agua potable, luz, teléfono, alcantarillado y servicio de recolección de basura. También, por ser el centro donde confluyen las actividades socio-económicas, cuenta con varios centros de enseñanza secundaria y una infraestructura comercial.

1.5.5.- ASPECTOS LEGALES

Los títulos de las concesiones mineras de Shaglli 1 y Shaglli 2 han sido otorgados por el Estado ecuatoriano, con una duración de 30 años, a nombre del Ing. Washington Palacios, principal de la Compañía Consultora Geológica Minera, establecida en Quito - Ecuador.

Estos títulos otorgan todas las facultades al concesionario para realizar las fases mineras orientadas a explorar, explotar, beneficiar, fundir, refinar y comercializar las sustancias minerales que puedan existir y obtenerse en el área concesionada.

Hay que anotar, que acorde a la realidad política actual que atraviesa nuestro país, la minería se ha visto afectada, debido a declaraciones hechas por el presidente de la Asamblea Nacional Constituyente en contra de la minería, así como por la revocatoria de 3100 concesiones hacia el Estado (Abril 2008), a lo que se suma la modificación de la Ley Minera, con una moratoria minera y suspensión de actividades. Esto ha constituido razones suficientes que han desmotivado la inversión extranjera y el abandono de compañías mineras.

1.6.- TRABAJOS ANTERIORES

Las fuentes escritas a las que se recurrió, fueron: reportes, libros, mapas geológicos, informes no publicados, páginas de internet, así como trabajos mineros (túneles) realizados en el área de Shaglli y la subzona de Yashipa, las mismas que se resumen a continuación.

- El área de Shaglli fue sujeta a actividades de prospección regional por parte de compañías como TECK en la década del 80, RTZ en los primeros años de la década de los 90 y IAMGOLD a finales de los 90. Los resultados no estuvieron disponibles para la elaboración de este trabajo. A partir de comunicación personal de mineros asentados aún en la zona (Durán, G. 2006), podemos señalar que las vetas de Yashipa no fueron conocidas por RTZ y IAMGOLD.
- Existe un total de aproximadamente 808 m lineales de trabajos subterráneos, que corresponden a 13 túneles, con una variación vertical de 104 m y que fueron realizados en el sector de la quebrada Yashipa (UTM: 680128 E / 9650730 N) en la década de los 90 por una decena de habitantes de Shaglli. Dichos trabajos se hicieron con el propósito de interceptar vetas de cuarzo con cantidades significativas de oro, según comunicación personal de los antiguos mineros, asentados aún en la zona. Además existía una pequeña infraestructura que consistía de un molino chileno que a la presente fecha está desmantelado. Estas labores e infraestructura fueron abandonadas por la baja en el precio del oro en los años 90's, así como por el daño del molino. Esto obligaba a enviar el material minado a Portovelo para su aprovechamiento, aumentando tanto el costo de operación que las utilidades eran nulas, lo que obligó a suspender la operación minera artesanal en Yashipa.
- Pratt et al. (1997) elaboraron el Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 3° 00' S y 4° 00' S a escala 1:200.000, el cual se presenta junto al informe respectivo. Este trabajo, es una importante

contribución para el conocimiento de la geología del área, puesto que nos propone un sumario geológico, que incluye a la litoestratigrafía, dominada por la secuencia volcanoclástica del Grupo Saraguro, que es el encajante del intrusivo de Shaglli y las vetas auríferas de Yashipa. También describe a fallas principales, como el Cinturón Ganarín, que constituye una importante estructura regional, donde se han emplazado numerosas intrusiones y prospectos epitermales de baja y alta sulfuración cercanos a Shaglli, como Cañaribamba al norte de Santa Isabel, y Quimsacocha al norte de San Fernando. Este informe finalmente presenta una historia geológica del Sur del Ecuador.

En este trabajo se exhibe un aporte de 15 dataciones en K/Ar y trazas de fisión en zircón (ZFT). Una edad corresponde al complejo intrusivo de Shaglli, específicamente a la granodiorita de Tuntún (17,64 +/- 0,61 Ma, UTM: 679300 E / 9651800 N). Asimismo se hace una descripción de las unidades mapeadas, combinando para ello estratigrafía informal (unidades) y formal (grupos y formaciones). Se define también a nuevas unidades - formaciones, y se hace una interpretación del evento - ambiente en las que se depositaron.

Como ya se señaló, las rocas volcánicas que dominan el área corresponden al Grupo Saraguro, de edad (Eoceno Medio / Tardío - Mioceno Temprano), el mismo que comprende secuencias andesíticas y secuencias ignimbríticas de composición dacítica y riolítica.

Aunque la mayoría de afloramientos mapeados constan como Saraguro no diferenciado. Pratt et al. (1997) dividió al Grupo Saraguro en una unidad (Portovelo) y en cinco formaciones (Las Trancas, Plancharumi, La Fortuna, Jubones, La Paz).

La secuencia Post Saraguro, incluye andesitas y brechas piroclásticas andesíticas de la Fm. Santa Isabel del Mioceno Temprano (18,4 +/- 2 Ma), interdigitada con capas de conglomerados, areniscas y lutitas rojas del

Grupo Ayancay del Mioceno Medio. Otras formaciones referidas son las tobas dacíticas de la Fm. Turubamba, rocas sedimentarias y volcanoclastos de la Fm. Turi y Uchucay del Mioceno Tardío (8 - 9 Ma) y la Fm. Quimsacocha del Mioceno - Plioceno (?). Finalmente está la Fm. Tarqui del Plioceno, que cubre en inconformidad las rocas de las formaciones antes mencionadas.

También es importante destacar, que Pratt et al. (1997) hacen mención al funcionamiento de fallas syndeposicionales, desarrolladas por encima de fallas profundas, como es el caso del sistema de fallas Girón y el Cinturón Ganarín; las mismas que han sufrido cambios fuertes en su régimen tectónico y juegan un rol importante en la evolución geológica - metalogénica del área.

Así tenemos que Pratt et al. (1997) consideran un episodio compresivo para el Oligoceno Tardío - Mioceno Temprano (23 Ma).

Posteriormente, un régimen extensivo E - W en el Mioceno Temprano (18 Ma), relacionado con la formación de centros volcánicos y el emplazamiento de intrusiones de alto nivel como en Shaglli.

En cuanto a la geología económica de la Cordillera Occidental entre 3° 00' S a 4° 00' S se la estudiará con más detalle en el Capítulo 2. Pero hay que mencionar que Pratt et al. (1997) hacen una clasificación de los diferentes estilos de mineralización, describiendo cinco tipos de ambientes, así tenemos:

- 1) Ambiente de pórfido,
- 2) Ambiente Mesotermal,
- 3) Ambiente Epitermal,
- 4) Ambientes Mesotermales con sobreimposición de Sistemas Epitermales
- y 5) Sulfuros Masivos Volcanogénicos.

Con lo expuesto en este breve resumen del trabajo planteado por Pratt et al. (1997), el área de Shaglli y la subzona de Yashipa, por estar ubicadas

en el Cinturón Ganarín (zona con un alto potencial minero), a primera vista tienen una buena expectativa de exploración con miras a encontrar un yacimiento mineral.

- Un trabajo de relevancia es el realizado por el Proyecto PRODEMİNCA (2000). Este trabajo incluye a cinco volúmenes sobre Evaluación de Distritos Mineros del Ecuador, conteniendo en cada uno de ellos información específica (ambiente tectónico, litología dominante, rasgos estructurales, mineralización metalífera) de diferentes tipos de yacimientos reconocidos en el Ecuador.

De los cinco volúmenes publicados por PRODEMİNCA, los N° 2 y 4 son los que tienen un mayor interés como fuente de consulta para el desarrollo de la tesis, puesto que describen investigaciones sobre depósitos porfídicos, epi - mesotermales y epitermales relacionados con intrusiones de la Cordillera Andina. Algunos de estos depósitos se encuentran cercanos a Shaglli - Yashipa en el área denominada Distrito Azuay (Figura 5).

El Distrito Azuay es un área en el que es común la presencia de ocurrencias minerales, las que están relacionadas directamente con la actividad magmática y/o fallas. Ocupa la totalidad de la provincia del Azuay excepto por su prolongación al NW.

Para su mejor estudio el Distrito Azuay tiene tres divisiones metalogénicas:

- 1) Subdistritos (Pucará - Alausí, Loja y El Oro)
- 2) Cinturones (Ganarín, Collay - Shincata y Tres Chorreras - La Playa)
- 3) Campos Minerales (Molleturo, Ponce Enríquez y Catamayo)

Recurrimos a dichas divisiones para ubicar al área de estudio dentro del Cinturón Ganarín, donde ocurre la mayoría de mineralización epitermal, que a su vez está incluido en el Subdistrito Pucará - Alausí. Se han documentado varios depósitos epitermales vecinos a Shaglli y Yashipa, como: Quimsacocha (alta sulfuración, relacionado a caldera), Cañaribamba

(baja sulfuración relacionado a un complejo de diatrema), Ganarín (baja sulfuración, veta bonanza), entre otros.

Como dato importante se menciona en el Volumen N° 2, que los estilos de mineralización cambian desde a) los pies de los cerros y las áreas intensamente diseccionadas, donde la erosión ha destechado los pórfidos b) las chimeneas de brechas mesotermales y c) los sistemas de vetas epitermales hasta el alto páramo, donde ha habido poca erosión y predominan los depósitos epitermales.

Para interés del lector, toda la información descriptiva de localización, características geológicas - metalogénicas de las distintas ocurrencias minerales en la Cordillera Andina, se presenta completamente en estos volúmenes.

- El trabajo de Williams et al. (2000) presenta el resultado de geoquímica regional, con muestreo de sedimentos en los drenajes de la Cordillera Occidental comprendidos entre 2° 00' S y 4° 00' S, que contienen la mayoría de ocurrencias epitermales conocidas y los terrenos favorables para este estilo de mineralización en el sur del Ecuador. En este trabajo se recolectó 4.850 muestras, con una densidad promedio de una muestra por cada 2,57 km².

De los resultados obtenidos, se refleja una imagen geoquímica regional anómala para oro y elementos pathfinders para oro como el Hg, en zonas relacionadas principalmente con minas y prospectos conocidos, como por ejemplo las mineralizaciones de Portovelo - Zaruma, Bella Rica, y de nuestro mayor interés en el Cinturón Ganarín, donde se encuentra el yacimiento de Quimsacocha y los prospectos de Ganarín y Cañaribamba, este último alejado ~6 km al SE del área de estudio.

Los prospectos de Ganarín y Cañaribamba son claramente anómalos en Au y As. También ocurre enriquecimiento menor en Sb, pero los contenidos

de Hg y metales base son bajos. En varios sitios cerca de la intrusión de Shaglli, la alteración geoquímica en su derredor es extensa y se reportan valores altos de Hg. Las ocurrencias están acompañadas por enriquecimiento de Au, As moderadamente anómalo y localmente Mo y Pb elevados.

Por otro lado, es importante señalar que el Hg tiene una expresión anómala periférica alejada del principal objetivo o blanco económico (debido a su alta movilidad). Así tenemos por ejemplo en Quimsacocha, los valores altos de Hg (20 - 50 ppb) están distanciados 10 km de la caldera. Caso similar se produce en Chilla, donde el valor de Hg (14,6 ppb) representa una expresión periférica del sistema hidrotermal.

Estos resultados constituyen una herramienta de exploración en la Cordillera Occidental, particularmente en sistemas de baja sulfuración.

Debido al contraste litogeoquímico existente en esta parte de la cordillera, producto del mosaico de terrenos como: piso oceánico (Pallatanga), arco de islas (Macuchi), volcánicos de arco continental (Saraguro), lavas intermedias y ácidas (Post Saraguro), Williams et al. (2000) realizaron una normalización litogeoquímica de 15 unidades de la Cordillera Occidental entre 2° S - 3° S.

Para el caso del Grupo Saraguro, que es el encajante de las fases intrusivas de Shaglli, así como de la mineralización en Yashipa, el Valor de Fondo o Background Normalizado para Au en sedimentos fluviales está en el orden de 37 - 90 ppb, comparado con los 50 ppb que es el Valor de Fondo a nivel regional. Es por esto que muchos objetivos de exploración son anomalías sólo en el contexto de su ambiente litológico específico.

En términos generales podemos mencionar de este trabajo, que una respuesta anómala para Au en sedimentos fluviales, va a depender en primer lugar de la cercanía con un prospecto minero o una zona

mineralizada. Sin embargo, no hay que olvidar que la fisiografía de la Cordillera Occidental ejerce un importante control sobre la dispersión geoquímica de muchos elementos; por ejemplo, en zonas de alto páramo la dispersión hidromórfica es restringida.

En segundo lugar un factor dominante en la dispersión son las litologías (contaste litogeoquímico) en las que se encuentran los drenajes que fueron muestreados. Por lo que hay que tomar muy en cuenta, todos los drenajes tributarios de los ríos “principales muestreados”, ya que los valores de Au se verán también influenciados por el tipo de sustrato rocoso que atraviese.

Es por esto que una adecuada interpretación geoquímica para identificar sitios mineralizados, no sólo debería tomar en cuenta los valores altos, sino también los bajos (inferiores al Valor de Fondo).

- Un aporte de la geología Neógena y la geodinámica de la región interandina del sur del Ecuador, es el realizado por Hungerbühler et al. (2002). En este trabajo se expone un modelo sedimentario y tectónico, así como se reseña las formaciones sedimentarias y volcánicas Terciarias en base a 150 dataciones en un área que comprende los 2° S a 4° 20' S.

Se señala que las formaciones del Paleógeno al Mioceno Temprano, son en su mayoría rocas piroclásticas y rocas volcánicas intermedias a ácidas. En cuanto a las series sedimentarias Neógenas, estas descansan en discordancia sobre el basamento metamórfico o rocas volcánicas y sedimentarias más antiguas. Ellas fueron depositadas en dos estados, separadas por una inconformidad entre los 10 - 9 Ma.

1) Durante el Mioceno Medio - Tardío (15 - 10 Ma), una etapa de subsidencia extensional en la región interandina, produce un estado “Pacífico Costero”.

2) Se produce una inversión tectónica en el Mioceno Tardío, iniciándose una compresión orientada E - W (10 - 9 Ma).

En el Trabajo de Hungerbühler et al. (2002) se señala también, que el sur del Ecuador tuvo una actividad tectónica variable, presumiblemente controlada por la colisión y acoplamiento de la cordillera asísmica de Carnegie con el margen ecuatoriano desde los 9 Ma.

De las relaciones existentes entre los datos de este reporte con el área de Shaglli y la subzona de Yashipa, se puede exponer lo siguiente:

- Al Grupo Saraguro se le divide en la Fm. Loma Blanca y la Fm. Saraguro, con edades del Eoceno Tardío y del Oligoceno Tardío a Mioceno Temprano, respectivamente.
- Del esquema estratigráfico propuesto en este reporte, las rocas volcanoclásticas de la Fm. Saraguro son el encajante de los cuerpos intrusivos (Shaglli - Yashipa), así como de la mineralización en Yashipa.
- A la secuencia sedimentaria del Grupo Ayancay (asignada por Pratt et al., 1997), se la reemplaza por la Fm. Burrohuaico (volcanoclastos, areniscas y conglomerados) del Mioceno Medio de ambiente fluvial y localmente con facies de abanicos aluviales.
- No se reconoce a la Fm. Turubamba del Mioceno Tardío propuesta por Pratt et al. (1997) y mapeada para la tesis en la zona de Carachula (ubicada a 3 km al NE de Yashipa). Puesto que en este reporte la zona de Carachula está mapeada como Fm. Saraguro.
- La Fm. Santa Isabel (lavas andesíticas, brechas volcánicas coincide plenamente con la propuesta por Pratt et al. (1997). Pero en este reporte, al igual que en el mapeo de la tesis, ésta formación no se la reconoce en el área de estudio como propone preliminarmente Pratt.
- En la zona de Quimsacocha, se mapea la Fm. Tarqui y no así la Fm. Quimsacocha propuesta por Pratt et al. (1997).

- Otro trabajo más reciente, lo realizó la Compañía propietaria de la concesión (Consultora Geológica Minera), a cargo de Villegas et al. (2005). Ellos se encargaron del muestreo de sedimentos fluviales y rocas en un número de 64 y 41 respectivamente, en drenajes ubicados al norte de la concesión Shaglli 1, como la quebrada Tarugopamba y Tasqui, así como en la quebrada Porotos ubicada en el centro de Shaglli 2. Los valores obtenidos superan los 100 ppb de Au, lo que comparado con valores reportados por PRODEMINCA (2000) en el mismo tipo de muestras, confirma que la zona de Shaglli presenta una anomalía significativa de Au.

Otro aporte importante de este mismo estudio es el muestreo de sedimentos fluviales en la quebrada Condorsamana y Shordan ubicadas en el margen noroccidental de Shaglli 1, donde el contenido de Au supera los 1.000 ppb y que se la debe considerar para estudios futuros.

Además realizaron mapeo geológico preliminar, definiendo las unidades litológicas de la zona, como: Grupo Saraguro definida como tobas de composición andesítica de color verde, masivas, textura porfirítica - brechosa. La Fm. Santa Isabel caracterizada por tobas de composición andesítica menos masivas que las del Grupo Saraguro y con ausencia de clastos. La Fm Turubamba que corresponde a tobas riódacíticas y la Fm. Turi que corresponde a flujos de lodo. Además, Villegas et al. (2005) reconocen rocas intrusivas que incluyen tanto al intrusivo de Shaglli que se lo define como una granodiorita, como a varios cuerpos de roca subvolcánica de composición andesítica con mineralización diseminada de sulfuros.

Hay que destacar que en este informe se sobredimensiona el espesor de las vetas de cuarzo de Yashipa, con anchos que alcanzarían hasta los 2 m. Por otro lado, a la roca caja de la mineralización de Yashipa se la define como tobas andesíticas, pero no se las discrimina a que formación corresponde (Grupo Saraguro o Fm. Santa Isabel).

- En el estudio preparado por Beate (2005) para Doubloon Exploration, se define al intrusivo de Shaglli como un cuerpo multifásico de plutones de composición diorítica y granodiorítica, intruyendo a las tobas de Saraguro.

También se muestrearon 18 vetas en el área de Shaglli y la subzona de Yashipa, para análisis químico, donde define dos tendencias que cortan tanto al intrusivo de Shaglli como a las tobas de Saraguro:

a) vetas con rumbo NW y moderado buzamiento al SW en la zona de Tendales, a 2 km al norte del poblado de Shaglli, que cortan el lóbulo norte de la granodiorita. Estas vetas posiblemente conectarían al NW con las vetas de Condorsamana, donde Villegas et al. (2005) reportan valores anómicos de Au, junto a valores bajos de As.

b) vetas subverticales con rumbo NE, que cortan el borde E y SW del intrusivo de Shaglli, así como vetas en la quebrada Macar (1.5 km al NE de Yashipa) cuya caja son las tobas de Saraguro y vetas en la quebrada Yashipa, hospedadas en la granodiorita (?). Estas últimas presentan valores anómalos de Au, Cu, Mo, Pb, Sb, y valores bajos de Ag, As, Bi.

La mineralización de estas vetas es pirita <10%, con ganga de cuarzo cristalino en texturas de espacios abiertos. El halo de alteración no excede el metro, y esta constituido por sericita dentro de propilitica, también es común encontrar limonita. En algunos casos estas vetas presentan evidencia de reactivación post - mineral produciendo una salbanda de sericita con fragmentos de veta.

En el río Masucay una muestra de rodado de brecha hidrotermal dio anomalía de 326 ppb para Au y valores de 102 g/t para Ag, así como anomalías en As, Sb, Hg y Pb.

Además, una muestra de veta acumulada en una pila de material próximo a procesarse en el sector de Yashipa dio valores de 31,5 g Au/t. La mineralización de estas vetas es comúnmente epi-mesotermal, la ganga

corresponde a sílice calcedónico como un estado tardío rico en Au (?), dentro de una mineralización temprana de cuarzo - sericita - pirita.

Se menciona también la presencia de una carapacho de brecha (?) en el margen oriental (río Masucay) del intrusivo de Shaglli, conteniendo altas concentraciones de magnetita y valores anómalos de Zn.

De los resultados aquí expuestos, se puede mencionar que se confirma la presencia de mineralización en el área de Shaglli y la subzona de Yashipa, que a su vez son consistentes con datos de anomalías de sedimentos fluviales por parte de Villegas et al. (2005) y reportados también por PRODEMİNCA (2000).

Es importante destacar que la presencia de vetas afectan tanto al intrusivo de Shaglli como al encajante (tobas de Saraguro), no siendo las únicas litologías afectadas, ya que como veremos más adelante en el desarrollo del trabajo, hay “vetas - estructuras” que afectan también a la Fm. Turubamba.

Con respecto al denominado carapacho de brecha, no es otra cosa que un subvolcánico andesítico que corta al intrusivo de Shaglli en la zona del río Masucay. Es común hallar varios de estos cuerpos en distintas localidades alrededor del intrusivo de Shaglli, como en Yashipa, Tasqui y Aguarongo.

- Un trabajo preparado por Hedenquist (2006), para la compañía CORNERSTONE RESOURCES INC, y que está accesible en Internet (www.cornerstoneresources.com), se lo realizó en el sur de la concesión Shyri, la misma que abarca los sectores de Cañaribamba y Vetas Grandes. Este último sector está ubicado a tan sólo 3,5 km al Este de Yashipa.

Previo a este trabajo, geólogos de la compañía CORNERSTONE realizaron mapeo geológico y una malla de suelos en la zona de Vetas Grandes. Ellos definieron un corredor estructural de 500 m de ancho, con una serie de

vetas epitermales con tendencia ENE, así como zonas con anomalía en Au y bajos contenidos de metales base.

Según Hedenquist estas vetas se prolongarían al WSW por lo menos 2 km hacia la intrusión de Shaglli y con un desnivel de 500 m. Este dato es consistente con lo mapeado en Shaglli, puesto que se reconoció zonas de falla y vetas a lo largo de las quebradas Masucay y Yashipa, así como vetas en la quebrada Macar, todas con tendencia ENE.

Se menciona que el control de la mineralización es estructural, con intersección de vetas con tendencia ENE (similar a las vetas de Yashipa), que cortan a estructuras de alto ángulo y con tendencia NS. Se tiene las mayores leyes de Au en estas intersecciones.

Las vetas tienen una textura variable que parece relacionarse con la elevación, pero también está en función de los procesos. Así tenemos que las vetas en cotas más elevadas (3.450 m), presentan textura de cuarzo cristalino fino y masivo, localmente brechado. Con el incremento de profundidades (3.420 m), el cuarzo se presenta como bandas coloformes y cuarzo pseudomorfo de calcita. Ambas texturas indican un proceso de ebullición rápida, que permitió la saturación de sílice amorfa y la depositación de gel de sílice en bandas con altas leyes de Au.

Hay una variedad de alteración que alcanza unas decenas de metros, con presencia de illita - pirita y variable silicificación conocida como (QIP). Esta asociación mineral indica una paleotemperatura $< 200^{\circ}$ C y paleopropundidades de por lo menos 150 m.

1.7.- DESARROLLO DEL TRABAJO

A continuación, pongo a disposición del lector una breve explicación de los siete capítulos que consiste el trabajo.

En el capítulo segundo se resume la historia geológica regional del Terreno Chaucha al SW del Ecuador, más específicamente en el Distrito Azuay (lugar donde la ocurrencia mineral, entre ellos Shaglli y Yashipa es importante, detalle ver en 2.3). También se describe las principales estructuras, como las fallas Girón, Bulubulu, Jubones y el Cinturón Ganarín. En este cinturón se han emplazado el complejo multifásico de Shaglli, los subvolcánicos de Yashipa, Masucay, así como el Sistema Vetiforme de Yashipa.

La geología regional presentada en este capítulo, se basó en el mapa de la Cordillera Occidental del Ecuador entre 3° 00'S - 4° 00'S, a escala 1:200.000, junto al reporte respectivo elaborados por Pratt et al. (1997). Se harán también algunas observaciones del trabajo de Hungerbühler et al. (2002), respecto a las formaciones Neógenas presentadas en ese reporte.

En el tercer capítulo se presenta la geología local, alteración, mineralización y estructuras existentes en el área de Shaglli, y se basa en el mapeo de superficie de 36 km². Además se presenta un análisis petrográfico de 6 láminas delgadas, definiendo al complejo intrusivo de Shaglli, que incluye tres diferentes pulsos. De igual manera se describe la secuencia volcanoclástica del Grupo Saraguro como encajante de dichos intrusivos, la Fm. Jubones, y la secuencia Post Saraguro aflorante en la zona de Carachula, que es la Fm. Turubamba.

Adicionalmente se describe la presencia de siete cuerpos subvolcánicos de composición andesítica, uno de los cuales aflora en la quebrada Yashipa, el mismo que mereció mayor detalle en su descripción al momento del mapeo, por la cercanía con las vetas auríferas y su relación con la mineralización en Yashipa.

El capítulo cuarto corresponde a la geología y geoquímica de Yashipa. En esta área se mapeo 35,7 ha. A partir del análisis petrográfico de 13 láminas delgadas se discrimina un pórfido hornbléndico (P^{Hb}) de un dique andesítico (D^A), los mismos que están intruyendo a las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

También se presenta los resultados del mapeo subterráneo en 13 túneles hábiles en Yashipa a escala 1:200, donde la roca caja de la mineralización son las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

A partir de las cuatro intersecciones de la veta en los diferentes niveles de túneles, se generó un modelo 3D para el Sistema Vetiforme de Yashipa (**SVY**) y se hace una descripción mineralógica de 2 secciones pulidas de las vetas.

También se realiza una interpretación geoquímica de las muestras de suelos (435) tomadas en Yashipa, definiéndose los valores de fondo, umbral de anomalía y anomalías para 12 elementos que presentaron un comportamiento anómalo, como: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, As, Hg, Sb, Mo, Ba, Co y Ni, con su respectivo análisis de ocurrencia y distribución.

En el capítulo quinto se presenta una valoración del potencial aurífero para Yashipa, a partir del levantamiento geológico subterráneo en los túneles y al muestreo de vetas en los diferentes niveles. Se usa un método geométrico, y con ello se definieron los Recursos Minerales Inferidos (**RMI**) e Hipotéticos (**RMH**). A partir de estos resultados, se realiza un análisis económico en Yashipa, que sirve para la toma adecuada de decisiones en abrir o no una mina. Para lo cual se compara dos alternativas de explotación: a) un método de explotación artesanal y b) un método de explotación tecnificada.

En el capítulo sexto se presentan las conclusiones y recomendaciones.

En el capítulo séptimo se enlista alfabéticamente las referencias citadas en el texto.

Finalmente se presentan 9 anexos que incluyen un glosario de términos, descripciones petrográficas de muestras de mano y láminas delgadas de rocas del área de Shaglli y de la subzona de Yashipa. Además, descripción mineralógica de secciones pulidas de vetas del SVY y análisis químico para Au y Ag de las vetas de Yashipa.

CAPITULO 2

GEOLOGÍA REGIONAL

2.1.- LITOESTRATIGRAFÍA

El área de estudio se encuentra ubicada en los flancos orientales de la Cordillera Occidental del Ecuador, dentro del terreno continental Chaucha. El basamento del área corresponde a los metasedimentos de Chaucha (como se presenta en la figura 2) de edad paleozoica, que está separada del terreno Alao (andesitas y metabasaltos) de edad jurásica, por el sistema de fallas dextrales Girón (Litherland et al., 1994).

De igual manera, el sistema de fallas dextrales Bulubulu (que se encuentra distanciada 17 km al NNW de Shaglli - Yashipa) y que tiene un rumbo NE a NNE; separa el terreno continental de Chaucha de las rocas de afinidad oceánica de Pallatanga de edad cretácica.

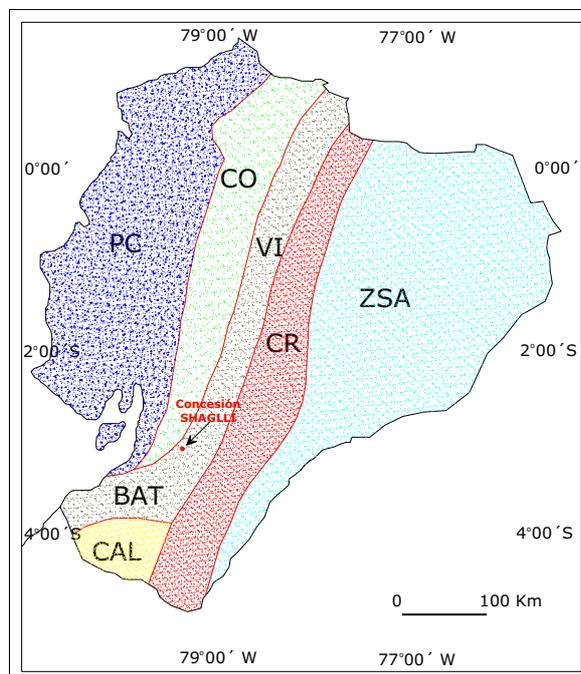


Figura 2. Estructura Geomorfológica del Ecuador (PC: Planicie Costera, CO: Cordillera Occidental, VI: Valle Interandino, BAT: Bloque Amotape - Tahuín, CAL: Cuenca Alamor - Lancones, CR: Cordillera Real, ZSA: Zona Sub - Andina.

Las características de las unidades geológicas que se encuentran en el área de estudio y sus cercanías, se presentan en la figura 4 y se detallan a continuación:

2.1.1.- TERRENO CHAUCHA (PALEOZOICO)

Este terreno comprende rocas metamórficas, que constituye la continuación hacia el Norte del Complejo Metamórfico de El Oro del Paleozoico al Cretácico. Este terreno se ha interpretado como un prisma de acreción, pegado al mosaico de terrenos de la Cordillera Real durante el evento Peltetec (Aspden et al., 1995).

Predominan los metasedimentos incluyendo filitas, pizarras, psamitas y conglomerados hojosos de grado bajo a muy bajo (esquistos verdes bajos a subesquistos verdes). Facies metamórficas de grado más alto (esquistos biotíticos, ortogneises con granate y esquistos azules) están intercaladas y yuxtapuestas con estas rocas de bajo grado.

El Terreno Chaucha está expuesto en ventanas falladas a lo largo del Sistema de fallas Bulubulu (Pratt et al., 1997). Un claro ejemplo es el encontrado a 1 km al SE del poblado de Cebadas (UTM: 671058 E / 9664189 N) que serían las rocas más antiguas cercanas al área de estudio donde es común encontrar lutitas negras y esquistos grafitosos, con parches de pirita fina con alteración supérgena de limonita y hematita, y vetillas de cuarzo.

Los afloramientos esporádicos en esta área dificultan el reconocimiento de la geología hasta llegar a Cebadas, pero se piensa que la secuencia se repetiría una decena de kilómetros hacia el Norte.

2.1.2.- TERRENO PALLATANGA (CRETÁCICO)

Comprende la Unidad Pallatanga, definida por McCourt et al. (1997) y corresponde a una asociación ofiolítica, dominada por una gruesa secuencia de basaltos masivos y en almohadillas, con hialoclastitas, intercalaciones de cherts, e

intrusiones gabroicas y ultrabásicas. Intrusiones finogranulares con textura variolítica son comunes, y la similitud petrográfica con las lavas, sugieren que las intrusiones son contemporáneas.

En el sector de Las Palmas (UTM: 667807 E / 9664666 N) a 14 km al NW de Shaglli, aparecen afloramientos a manera de crestos de lavas basálticas de color negro y tonalidades verdes con textura porfirítica.

La edad de la Unidad Pallatanga no está bien establecida, aunque (Reynaud et al., 1999) propone una edad en Sm/Nd de 123+/-13 Ma al Oeste de Quito.

A estas rocas se superponen discordantemente los volcanoclastos del Grupo Saraguro (Eoceno Tardío - Mioceno Temprano) que a su vez son intruidas por dioritas y granodioritas neógenas (Pratt et al., 1997).

2.1.3.- UNIDAD YUNGUILLA (CRETÁCICO TARDÍO)

Es una secuencia turbidítica de edad Maastrichiano, según ensambles de microfósiles de un estudio realizado por Petroproducción (1996).

A partir del trabajo de Pratt et al. (1997) menciona que a esta Unidad se la encuentra cerca de la población de Manú. La base de esta unidad no aflora, y los contactos definidos están sobreyacidos por la Unidad Sacapalca y/o el Grupo Saraguro. En Manú, esta unidad comprende areniscas finas y gruesas con estratificación cruzada, interdigitadas con filitas chertosas y carbonosas.

Esta unidad es marina y predominantemente turbidítica, con aporte volcánico y metamórfico con presencia de minerales pesados como monazita, turmalina, rutilo, titanita, y zircón muy redondeado que sería indicativo de un ciclo sedimentario secundario, derivado de rocas sedimentarias o metasedimentarias preexistentes.

2.1.4.- UNIDAD SACAPALCA (PALEOCENO A EOCENO TEMPRANO)

Esta unidad fue descrita por primera vez por Kennerley (1973), la misma que alcanza los 2.000 m de espesor. Comprende una secuencia de rocas volcánicas andesíticas con foliación de flujo bien preservada de color púrpura y rojizo. Así como rocas sedimentarias (limonitas rojas, areniscas y conglomerados) con escasas tobas de composición dacítica y riolítica. La secuencia andesítica puede ser mapeada sin interrupción desde el río León y la Cría, que antes fue mapeada como Grupo Saraguro y según Pratt et al. (1997), es asignada a Sacapalca.

En Catamayo a esta unidad se la incluye estratos no definidos del Paleoceno a Eoceno Temprano, que son intruídos por el plutón de San Lucas de 39,1 +/- 3 Ma (Steinmann, 1997), el intrusivo El Tingo 21,2 +/- 2,6 Ma (Hungerbühler, 1997) y el plutón Rodanejo 38,7 +/- 5,6 Ma (Hungerbühler, 1997). La variación de edades puede ser explicada parcialmente por las diferentes historias de enfriamiento post - cristalización que ha sufrido la roca (Hungerbühler et al., 2002).

Esta unidad según Pratt et al. (1997) representa depósitos en un ambiente terrestre de volcanes andesíticos y por flujos de escombros.

2.1.5.- GRUPO SARAGURO (EOCENO TARDÍO – MEDIO (?) A MIOCENO TEMPRANO)

Este Grupo al ocupar la mayor parte del área de estudio y por ser el encajante de los cuerpos intrusivos de Shaglli, así como de la mineralización de Yashipa se describe con mayor detalle, utilizando para ello información de algunos autores principalmente Pratt et al. (1997), así como aportes del trabajo de Hungerbühler et al. (2002).

Así tenemos que Kennerley (1973), Dunkley y Gaibor (1997), McCourt et al. (1997) y Pratt et al. (1997), denominaron a secuencias volcanoclásticas y lavas de composición andesítica a riolítica, subordinado por rocas sedimentarias del Terciario Superior como Grupo Saraguro.

El espesor del grupo es variable; alcanzando en Shaglli 1.000 m, pero en otras áreas sobrepasa los 3.000 m. El adelgazamiento del Grupo Saraguro y la mayor proporción de intercalaciones sedimentarias hacia el este (cerca de la cuenca de Cuenca), implica una sobreposición lateral sobre las rocas metamórficas de la Cordillera Real, lo que quiere decir que fue un área morfológicamente positiva durante la depositación, en la cual la falla Girón definía el margen este de un graben local (Pratt et al., 1997).

La base de esta secuencia volcánica no ha sido datada y podría extenderse incluso hasta el Eoceno Medio (Hungerbühler et al., 2002).

Acogiendo los resultados del trabajo de Pratt et al. (1997) y según análisis petrográficos de rocas del Grupo Saraguro, se le identifican tres composiciones, así tenemos:

- a) Tobas andesíticas de color verde, con abundante plagioclasa, anfíbol y cristales de augita. La textura vitroclástica es rara y la foliación de soldadura es poco desarrollada.
- b) Tobas dacíticas que contienen feldespato +/- anfíboles y algunos cristales de cuarzo en una matriz café a rosada. Lapilli de pómez son comunes.
- c) Tobas riolíticas blancas, café claras y rosadas. Textura vitroclástica es común; la biotita es un componente importante en algunas tobas.

La mayor parte del Grupo Saraguro está indiferenciado, pero Pratt et al. (1997) lo dividió en cinco Formaciones (Las Trancas, Plancharumi, La Fortuna, Jubones y La Paz) y además la Unidad Portovelo. A su vez, estas divisiones según PRODEMINCA (2000) comprenden esencialmente dos secuencias: Una secuencia inferior predominantemente andesítica - dacítica de edad Eoceno Tardío a Oligoceno Tardío (Unidad Portovelo y Fm. Las Trancas) y otra superior del Oligoceno Tardío al Mioceno Temprano de tobas de flujo de cenizas riolíticas (Fm. Plancharumi, Fm. La Fortuna, Fm. Jubones y Fm. La Paz).

La edad más antigua reportada para el Grupo Saraguro por Dunkley y Gaibor (1997) en K/Ar es de 38,6 +/- 1,3 Ma (límite entre Eoceno Tardío) y la edad más joven, la reportó Pratt et al. (1997) para la Fm. La Paz con 22,5 +/- 0,9 Ma correspondiente al Mioceno Temprano.

Además, es importante mencionar que Hungerbühler et al. (2002), para resolver la complicada estratigrafía del Grupo Saraguro, lo dividió en 2 formaciones. 1) Fm. Loma Blanca y 2) Fm. Saraguro, ambas incluyen a piroclastos de composición intermedia a ácida.

En este trabajo se data a la Fm. Loma Blanca en base a trazas de fisión en zircón (ZFT), dando edades entre 40,6 Ma +/- 5,4 Ma y 42,2 Ma +/- 3,4 Ma, correspondientes al Eoceno Medio. Así mismo, la Fm. Saraguro que corresponde en la parte baja a tobas de composición andesítica a dacítica y en la parte superior contiene horizontes ignimbríticos de una gran extensión areal dieron edades entre el Oligoceno Tardío a Mioceno Temprano.

Con respecto a las nuevas edades presentadas por Hungerbühler et al. (2002), podrían en el futuro ayudar a redefinir la compleja estratigrafía de este grupo.

2.1.5.1.- Formación Las Trancas (Oligoceno)

Comprende tobas de lapilli líticas, brechas tobáceas, tobas de composición andesítica a riolítica, conglomerados con clastos metamórficos y areniscas ricas en cuarzo, muscovita, feldespato y fragmentos volcánicos. Esta formación está interdigitada con parte del Grupo Saraguro no diferenciado, por lo que se le atribuye una edad Oligocénica (Pratt et al., 1997).

Esta formación adopta este nombre por encontrarse en el área llamada Las Trancas (UTM: 658200 E / 9652500 N) a 20 km al Oeste de Shaglli, y podría estar limitada en el oeste por el lineamiento Chaucha - Río Jerez (Pratt et al., 1997).

2.1.5.2.- Unidad Portovelo (Oligoceno?)

Según el trabajo de Pratt et al. (1997), esta unidad corresponde a rocas sedimentarias intercaladas con ignimbritas, es común también lavas andesíticas porfiríticas, pillow lavas y tobas de cristales que sobreyacen discordantemente sobre el basamento metamórfico. Aflora al norte de la falla Piñas - Portovelo. Esta Unidad presenta una extensiva alteración propilítica y se sugiere que el ambiente de depositación fue producto de un arco calco - alcalino. Antes fue considerada como parte de las formaciones Celica y/o Piñón, sin embargo a pesar de no tener un control en edad, se la relaciona como parte del Grupo Saraguro.

2.1.5.3.- Formación Plancharumi (Oligoceno)

Comprende una secuencia de depósitos volcanoclásticos de composición riolítica y sedimentos fluviolacustres, con lavas y brechas riolíticas. Es sobreyacida por la Fm. Jubones y una edad en ZFT de 25 +/- 1,1 Ma ha sido reportada por Dunkley y Gaibor (1997).

2.1.5.4.- Formación La Fortuna (Mioceno Temprano)

Comprende a una ignimbrita, petrográficamente similar a la Fm. Jubones, pero con mayor cantidad de matriz fina. Esta formación fue datada por Pratt et al. (1997) en ZFT y da una edad de 23,2 +/- 0,8 Ma. El espesor estimado es de unos 600 m y cubre al menos 450 km². La similitud en edad y química entre esta formación y la Fm. Jubones sugiere que la fuente para ambas podría ser la caldera de Jubones.

2.1.5.5.- Formación Jubones (Mioceno Temprano)

Corresponde a un flujo de ceniza riolítica rica en cristales de cuarzo, plagioclasa y biotita, y ocurre cerca del tope del Grupo Saraguro. El área que cubre esta formación es de al menos 2.700 km², con un espesor máximo de 500 m. El

volumen de erupción está estimado en 350 km^3 , e igual o mayor volumen debió perderse por erosión (Pratt et al., 1997).

Mayores espesores de esta formación se encuentran alrededor de las zonas de Pachagmama y río Minas, todas ellas ubicadas en el cinturón Ganarín. Por lo que se propone que la ubicación de la caldera de Jubones está a 13 km al SSW de Shaglli, en el sector de Pachagmama. En este lugar, además se encuentra la intrusión más grande del cinturón Ganarín, que corresponde a una riolita con bandeamiento de flujo de 1 km de ancho (Pratt et al., 1997).

Al Oeste del cantón Santa Isabel, la Formación Jubones ha sido datada para K/Ar en biotita, dando una edad de $22,76 \pm 0,97 \text{ Ma}$ correspondiente al Mioceno Temprano (Pratt et al., 1997).

2.1.5.6.- Formación La Paz (Mioceno Temprano)

Comprende una ignimbrita rica en plagioclasa y cristales gruesos de cuarzo bipiramidales. Esta formación fue previamente incluida como parte de la Fm. Tarqui; pero análisis en ZFT, dieron una edad de $22,5 \pm 0,9 \text{ Ma}$ correspondiente al Mioceno Temprano (Pratt et al., 1997).

Esta formación cubre un área de alrededor 600 km^2 y se encuentra en las localidades de La Paz, Oña y Saraguro (margen inferior derecha de figura 4). Esta formación es preservada al S y SE de la falla Girón, encima de la Fm. Jubones; indicando con esto que la parte norte de la falla Girón sufrió un levantamiento y erosión, precedido por la depositación de la Fm. Santa Isabel (Pratt et al., 1997).

El ambiente de depositación en su mayor parte fue terrestre, dominado por una facie de caldera. Sin embargo niveles turbidíticos interdigitados en la parte baja, sugieren también un ambiente marino (Pratt et al., 1997).

2.1.6.- FORMACIÓN SANTA ISABEL (MIOCENO TEMPRANO)

Fue previamente asignada en la Fm. Saraguro por Kennerley (1973). Sin embargo Hungerbühler (1997) y Helg (1997) introducen el nuevo término de Santa Isabel, idéntica a la Fm. Santa Isabel de Pratt et al. (1997). Más, hay que anotar que su distribución areal en la zona de Shaglli - Yashipa identificada en el mapa de Cordillera Occidental elaborado por Pratt et al. (1997) no coincide con el trabajo de Hungerbühler et al. (2002) y con lo observado en campo para el mapeo realizado para la tesis.

La Fm. Santa Isabel comprende flujos de lava intermedia, brechas volcánicas y niveles de tobas. Esta formación alcanza espesores que varían entre los 500 a 1.500 m (Hungerbühler et al., 2002).

Aflora ampliamente en el sector de San Fernando y está subyacida por la Fm. Turi. Análisis en ZFT en la base de esta formación dan una edad de 18,4 +/- 0,8 Ma, correspondiente al Mioceno Temprano (Hungerbühler et al., 2002).

Está localmente interdigitada con el Grupo Ayancay definido por Kennerley et al. (1973), pero renombrado por Hungerbühler (1997) y Helg. (1997) como Fm. Burrohuaico, que incluyen a conglomerados, areniscas, limonitas rojas con escasas tobas de caída aérea, lechos de yeso y finas capas de carbón).

2.1.7.- FORMACIÓN UCHUCAY (MIOCENO TARDÍO)

Está confinada al área de Santa Isabel, sobreyaciendo las rocas sedimentarias del Gpo. Ayancay o su equivalente la Fm. Burrohuaico, con una fuerte discordancia angular. Comprende conglomerados amarillos. Su máximo espesor es probablemente 100 m (Pratt et al., 1997). Se asumía que era del Pleistoceno, pero una nueva edad en ZFT reporta 9,4 +/- 1,6 Ma (Hungerbühler et al., 2002).

2.1.8.- FORMACIÓN TURI (MIOCENO TARDÍO)

Esta formación cubre al Grupo Ayancay entre Zula y Tarqui. Fue descrita por primera vez por Erazo (1957). Comprende tobas andesíticas, brechas tobáceas, conglomerados y areniscas con un fuerte componente detrítico andesítico. El espesor máximo es de 1.080 m. Aunque previamente fue considerada de edad pleistocénica por Bristow y Parodiz (1982), una datación con trazas de fisión demuestra una edad del Mioceno Tardío (8-9 Ma) (Steinmann, 1997). La depositación fue dominada por flujo de escombros que fueron derivados de pequeños edificios volcánicos (Pratt et al., 1997).

Para su mejor estudio, Hungerbühler et al. (2002) dividió a esta formación en 2 miembros, el Mb. Turi y Mb. Santa Rosa. El Mb. Turi comprende conglomerados y areniscas con estratificación cruzada con un espesor que alcanza los 300 m y que fueron depositadas en un sistema fluvial. Además se dataron cinco muestras en ZFT con edades entre 9,6 +/- 1,8 Ma y 8 +/- 1,2 Ma, Hungerbühler et al. (2002). Mientras que el Mb. Santa Rosa está compuesto por conglomerados con lentes de areniscas gruesas, que fueron depositadas en facies de abanicos aluviales.

Ambos miembros son cubiertos inconformemente por los volcánicos de la Fm. Tarqui (Hungerbühler et al., 2002).

2.1.9.- FORMACIÓN TURUBAMBA (MIOCENO TARDÍO ?)

Descrita por Pratt et al. (1997), comprende tobas riolíticas y dacíticas con cantidades menores de lapilli de pómez. Fragmentos de carbón, vetas de caolín, conglomerados piritosos de una toba fina en una matriz indistinguible, pirita fina diseminada son un rasgo común que puede ser relacionado con depósitos epitermales.

Esta formación tiene un espesor de 360 m aproximadamente y es producto de numerosos depósitos ignimbríticos, ninguno de ellos representa erupciones mayores, con períodos de sedimentación lacustre y fluvial. Sobreyace a la Fm.

Turi, por lo que tendría una edad menor a los 8 Ma y está sobreyacida por la Fm. Quimsacocha (Pratt et al., 1997).

Hay que mencionar que en el reporte y mapa preparados por Hungerbühler et al. (2002) no reconocen a la Fm. Turubamba propuesta por Pratt, et al. (1997) y mapeada para la tesis en la zona de Carachula (ubicada a 3 km al NE de Yashipa).

2.1.10.- FORMACIÓN QUIMSACOCA (MIOCENO TARDÍO)

Comprende lavas andesíticas comúnmente con foliación de flujo y brechas tobáceas de composición andesítica. Esta formación ocurre alrededor de la caldera de Quimsacocha, y es interpretada como productos proximales del estratovolcán de Quimsacocha. El espesor mínimo es de 160 m. Sobreyace a la Fm. Turubamba (Pratt et al., 1997). Esta formación no es reconocida por Hungerbühler et al. (2002) y la mapean como Fm. Tarqui.

2.1.11.- FORMACIÓN TARQUI (MIOCENO TARDÍO)

Es la serie volcánica del Mioceno Tardío que tiene mayor distribución en el sur del Ecuador (Hungerbühler et al., 2002). Comprende principalmente tobas de composición riolítica, pobremente consolidadas con eventos de caída de ceniza, junto a conglomerados, areniscas y limolitas ricas en cuarzo. Fue mapeada sólo a lo largo de Saraguro y en el flanco este de la caldera de Quimsacocha. Las condiciones de depositación fueron terrestres (Pratt et al., 1997).

Stocks dacíticos invaden a la formación y son datadas en K/Ar con una edad de 9,6 +/- 0,5 Ma (Pratt et al., 1997), dando una edad mínima de Tarqui de aproximadamente 10 Ma. Esto sugiere que la Fm. Turi y Fm. Tarqui pueden ser parcialmente contemporáneas.

Según el esquema estratigráfico de Steinmann (1997) y Hungerbühler (1997), esta formación incluye a algunos depósitos volcánicos que por rasgos litológicos comunes y por edades, pueden ser clasificadas como miembros de la Fm. Tarqui (p.e Mb. Tarqui y Mb. Llaqueo). El Mb. Tarqui consiste enteramente en depósitos volcánicos de caída con espesores que alcanzan los 300 m. Así mismo Steinmann (1997) dató estas rocas, que revelan edades en ZFT entre 6,8 +/- 0,8 Ma y 5,5 +/- 0,6 Ma. El Mb. Llaqueo representa depósitos de abanicos aluviales con canales llenos de sedimentos y flujos de escombros. Una edad en ZFT para la parte más joven del Mb. Llaqueo da 5,1 +/- 0,6 Ma (Steinmann., 1997).

2.1.12.- ROCAS INTRUSIVAS

Dos principales tipos de intrusiones son reconocidas en el área de estudio: 1) granitoides y 2) intrusiones subvolcánicas.

Los granitoides fueron emplazados a lo largo de estructuras regionales, e intruyen rocas metamórficas, formaciones cretácicas, la Unidad Sacapalca y la parte baja del Grupo Saraguro (PRODEMICA, 2000).

Además varían en su tamaño de grano (grueso a fino) y con edades Miocénicas que van desde los 16 a 19 Ma, como son: los intrusivos de Uzhcurumi (19,92 Ma +/- 0,18 Ma) y el complejo intrusivo de Shaglli (17,64 +/- 0,61 Ma). Donde a partir del análisis geoquímico presentan un bajo contenido de K, con escaso feldespato de potasio, definiendo a las rocas como tonalitas (Pratt et al., 1997).

Adicionalmente, se menciona que las granodioritas del Río Ortega ubicado en el Cinturón Ganarín y Paccha - Condorcillo a 30 km al Este de Shaglli, presentan similitud textural con el complejo intrusivo de Shaglli. Estos cuerpos tienen características de enfriamiento brusco por cristalización del magma en un nivel somero, como son: cristales de plagioclasa zonada y finogranular, presencia de fases minerales en claro desequilibrio como hornblenda con anillos de biotita en una matriz parcialmente vítrea con textura intersertal (Pratt et al., 1997).

Aunque no se precisa la edad de emplazamiento, también existen intrusiones subvolcánicas de composición andesítica, dentro del Grupo Saraguro y las formaciones más jóvenes vecinas a Shaglli, como son los cuerpos hipabisales de Tasqui (UTM: 680537 E / 9653130 N), Puculcay (UTM: 674988 E / 9659332 N) y el cuerpo subvolcánico de Yashipa (UTM: 680226 E / 9650940 N).

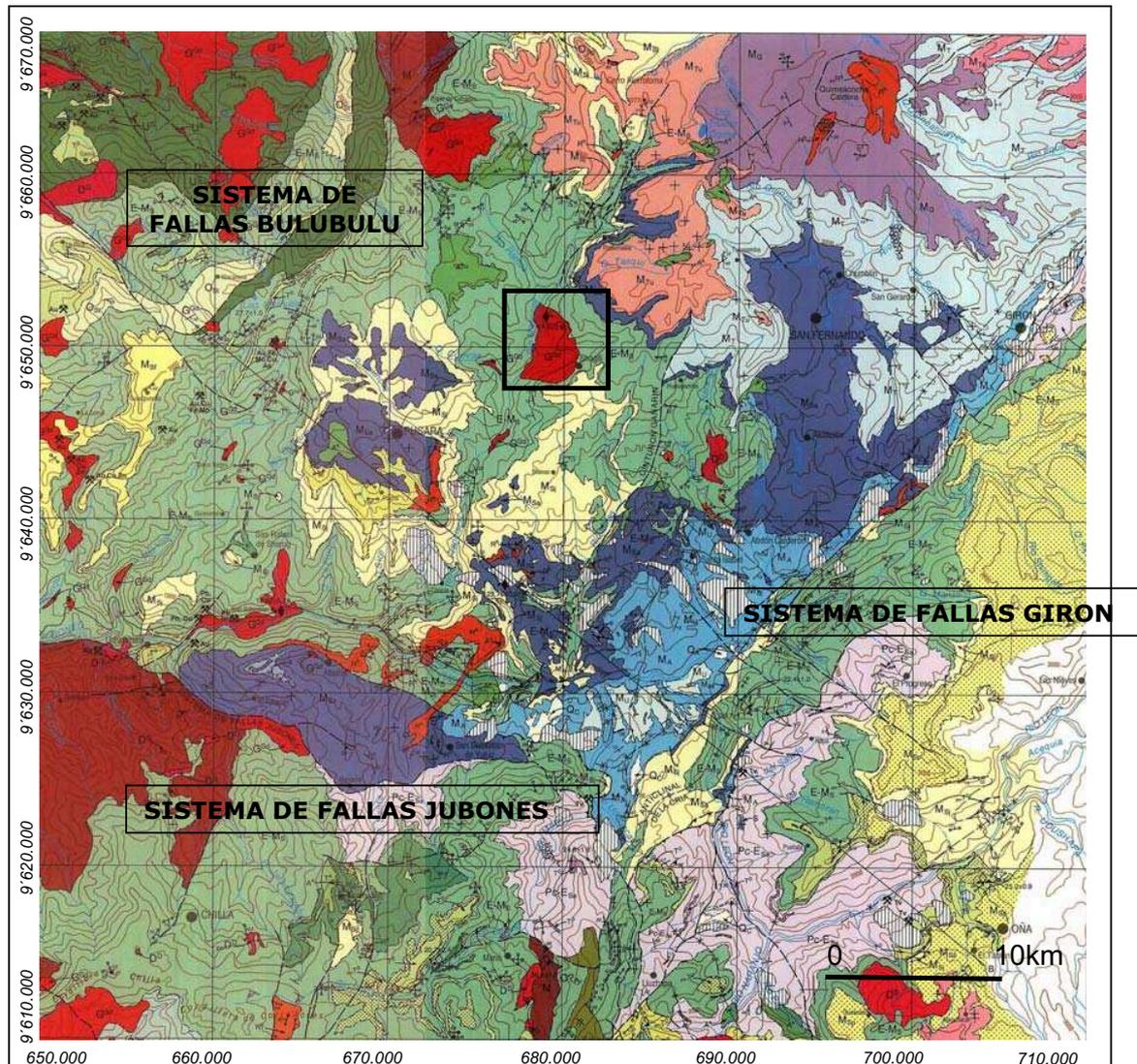
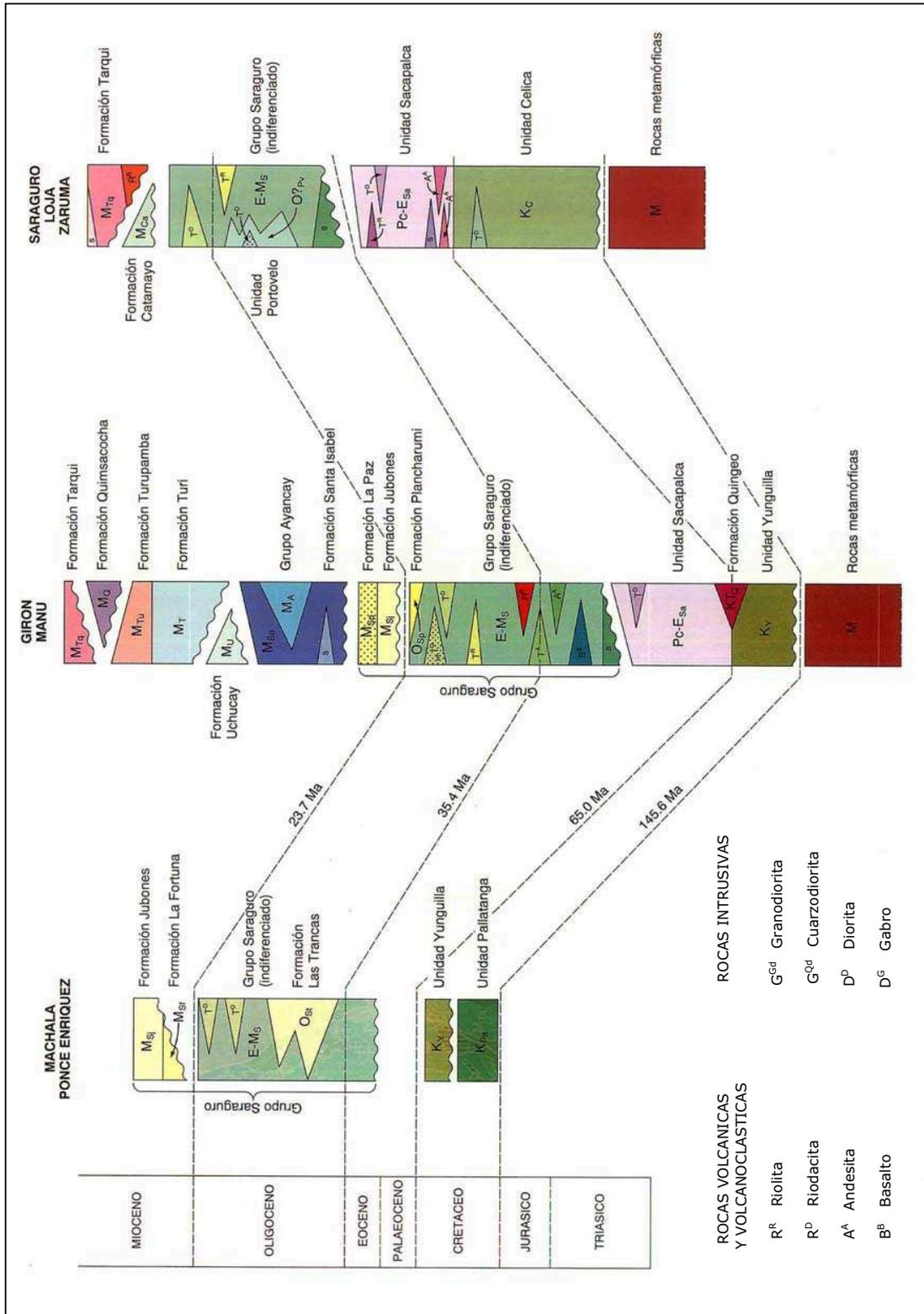


Figura 3. Mapa geológico parcial del Distrito Azuay (Tomado de Pratt et al., 1997), con el área de estudio en recuadro negro (centro superior).

LEYENDA CRONOESTRATIGRÁFICA



- ROCAS VOLCÁNICAS Y VOLCANOCLÁSTICAS
- R^R Riolita
 - R^D Riodacita
 - A^A Andesita
 - B^B Basalto
- ROCAS INTRUSIVAS
- G^{Gd} Granodiorita
 - G^{Cd} Cuarzodiorita
 - D^D Diorita
 - D^G Gabro

2.2.- ESTRUCTURAS

La tectónica y evolución magmática en los Andes del Ecuador fue controlada durante el Terciario por varios factores, tales como el cambio en la rata de subducción, oblicuidad, ángulo de subducción y el inicio de una fase compresiva (9,5 Ma) producto de la colisión de la Cordillera asísmica de Carnegie con el margen del Ecuador (Hungerbühler et al., 2002).

En el contexto regional, la zona de estudio se encuentra equidistante (15 a 17 km) entre dos estructuras de rumbo andino, como son los Sistemas de Fallas Girón al este y Bulubulu al oeste. Estas estructuras representan límites de terrenos litotectónicos mayores y serían los principales controles en los patrones magmáticos y metalogénicos en el área (PRODEMINCA, 2000).

Además, existe la presencia de fallas transversales mayores de rumbo E - W, como son las fallas Jubones y Piñas - Portovelo. Estas fallas subdividen a los terrenos en bloques caracterizados por diferentes niveles de erosión y por tanto determinan en gran medida la conservación de los sistemas mineralizantes (PRODEMINCA, 2000).

Finalmente la zona de estudio se encuentra dentro del cinturón Ganarin caracterizado por una faja estructural con rumbo NNE, que ejerce un importante control del volcanismo regional y metalogénesis (PRODEMINCA, 2000).

A continuación vamos a describir con mayor detalle cada una de las estructuras que controlan el emplazamiento de intrusiones, así como de mineralización metalífera en la zona de estudio y sus cercanías.

2.2.1.- SISTEMA DE FALLAS GIRÓN

Comprende pliegues cerrados, fallas inversas y cabalgamientos con rumbo N a NNE, que en muchos lugares tiene un carácter inverso. El sistema de fallas Girón se une con los cabalgamientos vergentes al E del sistema de fallas Jubones. El tectonismo principal del sistema de fallas Girón puede datarse en forma precisa porque en Uchucay, esta formación trunca pliegues relacionados con

cabalgamientos dentro del Grupo Ayancay (10 Ma) con una fuerte discordancia angular. Este cabalgamiento relacionado al sistema de fallas Girón está en alrededor de 10 Ma (Pratt et al., 1997).

2.2.2.- SISTEMA DE FALLAS BULUBULU

El sistema de fallas Bulubulu, llamado en el sur por Pratt et al. (1997) como Lineamiento Chaucha - Río Jerez, es el límite tectónico entre los terrenos de Pallatanga y Chaucha, que en este sector no tiene una clara expresión cartográfica y ha sido situada con ayuda de fotointerpretación. El límite entre ambos terrenos no es fácil de situar en esta zona, ya que existe cobertura de rocas del Grupo Saraguro que uniformiza la geología observable (PRODEMINCA, 2000).

Un lineamiento escogido como límite de terrenos presenta características geológicas que apoyan la existencia del sistema de fallas Bulubulu, así tenemos:

- i) Es el límite oriental de los afloramientos de la Unidad Pallatanga.
- ii) Los estratos del Grupo Saraguro que en general están subhorizontales muestran buzamientos altos que indican actividad tectónica (Dunkley y Gaibor, 1997) y iii) Separa los dominios de las formaciones Jubones y La Fortuna, indicando que la actividad de esta "sutura" ha perdurado al menos hasta el Mioceno Temprano (Pratt et al., 1997).

Al sur de la laguna de Narihuiña (UTM: 665900 E / 9654600 N), esta falla parece bifurcarse continuando como un cinturón denominado Tres Chorreras y que controlaría depósitos de brecha polimetálicos con oro de Tres Chorreras, La Tigra y Guabisay (PRODEMINCA, 2000).

2.2.3.- SISTEMA DE FALLAS JUBONES

El Sistema de Fallas Jubones yuxtapone los basaltos de la Unidad Pallatanga con el Complejo Metamórfico de El Oro y marca el límite sur del Terreno Pallatanga, PRODEMINCA (2000). A lo largo de gran parte de su longitud es interpretada como una falla inversa vergente al norte, pero también hay evidencias de movimiento transcurrente sinistral. El sistema de fallas se curva al sur en

Ushcurrumi, donde forma el contacto entre las andesitas de Santa Isabel y el basamento metamórfico cubierto por Saraguro (Pratt et al., 1997).

2.2.4.- CINTURÓN GANARIN

Es una zona estructural mayor identificada por Pratt et al. (1997). Este cinturón tiene un rumbo NNE, que se extiende aproximadamente 80 km desde Quimsacocha hasta el sur de Zaruma y comprende fallas syndeposicionales, que tienen un importante control en la distribución de la actividad volcánica e intrusiva de la región. Además pueden limitar el lado oeste de la cuenca de Cuenca y explicar la presencia de los depósitos de aguas termales y travertinos en Baños (PRODEMINCA, 2000).

Aquí se ubican zonas con alteración hidrotermal y una alta concentración de intrusiones subvolcánicas de riolita y andesita, así como se reconocen tres calderas: Quimsacocha, Jubones y Condorcocha (UTM: 680000 E / 9658000 N). Esta última está definida por un anillo de stocks andesíticos de forma elíptica (13 km EW y 8 km NS) y que intruyen rocas del Grupo Saraguro (Beate, 2005).

Las ocurrencias minerales dentro del cinturón incluyen depósitos epitermales de alta sulfuración de la caldera de Quimsacocha, los sistemas vetiformes de baja sulfuración de Ganarín y Yashipa, la diatrema de Shyri y el sistema epimesotermal de Portovelo - Zaruma, entre otros.

2.3.- GEOLOGÍA ECONÓMICA

La mayoría de minas y prospectos de la Cordillera Occidental entre 3° - 4° S, se encuentran ubicados en el "Distrito Mineral Azuay". Este distrito ocupa la totalidad de la provincia del Azuay excepto por su prolongación al NW. El borde norte incluye el batolito de Chaucha (13+/- 1Ma datado por Kennerley, 1980) y el borde sur está definido por los límites fallados del Complejo Metamórfico de El Oro. Se encuentra entre las coordenadas 79° 00' W - 79° 50' W y 2° 40' S - 3° 50' S.

Este distrito incluye a los subdistritos de Pucará - Alausí, Ponce Enríquez, Zaruma - Portovelo, los campos minerales de Molleturo y Catamayo, así como los cinturones de Ganarín, Tres Chorreras, Alao y Collay - Shincata (PRODEMINCA, 2000).

El área de estudio se encuentra en el Subdistrito Pucará - Alausí que a la vez incluye al cinturón Ganarín (donde ocurre la mayor mineralización epitermal).

Se han documentado varias ocurrencias minerales en el Distrito Azuay (Figura 4) y que en base al reporte de Pratt et al. (1997) se resumen a continuación:

1.- Ambiente de Pórfido asociado con stocks de andesita (microdiorita), caracterizado por la presencia de sulfuros diseminados o stockworks en facies intrusivas, como por ejemplo: El pórfido microdiorítico de Cu - Au de Gaby (UTM: 642800 E / 9662000 N), la granodiorita de Fierro Urco (UTM: 683000 E / 9591600 N), la granodiorita del Río Ortega (UTM: 659300 E / 9601100 N).

Asimismo, Pratt et al. (1997) considera que el complejo intrusivo de Shaglli tiene un potencial de pórfido, por la presencia de pirita relleno de fracturas y diseminada en la roca hasta un 5%. Además por mostrar amplias zonas con alteración argílica tanto en la intrusión como en el encajante, lo que produce colores naranjas en el camino que conduce al poblado de Shaglli.

2.- Ambientes Epitermales relacionados con centros eruptivos y estructuras regionales como el Cinturón Ganarín, donde predominan prospectos epitermales de alta sulfuración como Quimsacocha (UTM: 697800 E / 9664500 N), y de baja sulfuración que descritos de norte a sur se cita a los siguientes: Cañaribamba (UTM: 686000 E / 9643700 N), Dandán (UTM: 681000 E / 9636500 N), Ganarín (UTM: 679700 E / 9635500 N), Pachagmama (UTM: 675000 E / 9631500 N), Trigopamba (UTM: 675800 E / 9629000 N) y Cuchicorral (UTM: 672000 E / 9627900 N). A estos prospectos hay que sumar la localidad de Yashipa con sus vetas auríferas, así como el nuevo prospecto descubierto por CORNERSTONE

RESOURCES INC llamado Vetas Grandes (UTM: 684600 E / 9650500 N), alejado apenas 3,5 km al Este de Yashipa.

3.- Ambientes Mesotermales con brechas y vetas polimetálicas, depósitos que están asociados a intrusiones granodioríticas en contacto con ignimbritas. En el área se identifica varios prospectos, distanciados aproximadamente 20 km al Oeste de Shaglli. Estos prospectos están controlados por el lineamiento Chaucha - Río Jerez que se extiende desde Chaucha al norte, hasta San Pablo de Cebadas, mas al sur no es claro la continuidad, pero controlaría también a los prospectos de oro de Tres Chorreras (UTM: 663700 E / 9650500 N), La Tigrera (UTM: 651200 E / 9644600 N) y La Playa (UTM: 652000 E / 9643000 N).

4.- Ambientes Mesotermales con sobreimposición de Sistemas Epitermales, se cita a la principal mina que ha tenido nuestro país como es Portovelo - Zaruma (UTM: 654200 E / 9593000 N), que constituye vetas de cuarzo polimetálicas (auríferas) con un amplio contenido de sulfuros (pirita, calcopirita, esfalerita, galena, bornita) y vetas epitermales de cuarzo - calcita ricas en metales preciosos y pobre en sulfuros. El ensamble mineral es interpretado como un modelo mesotermal de precaldera con sobreimposición de un sistema epitermal de postcaldera. Otros prospectos que encajan en este modelo son las vetas polimetálicas de Bella Rica (UTM: 643600 E / 9661300 N) y San Gerardo (UTM: 654100 E / 9663000 N).

5.- Sulfuros Masivos Volcanogénicos (VMS), se encuentra al NE de San Fernando (UTM: 696100 E / 9658500 N) cerca de Quimsacocha. Ocurre en las tobas ácidas de la Fm. Turubamba, donde es común encontrar clastos de conglomerados piritosos en una matriz fina también con pirita diseminada; y se sugiere que estaría relacionado con mineralización epitermal del Cinturón Ganarín.

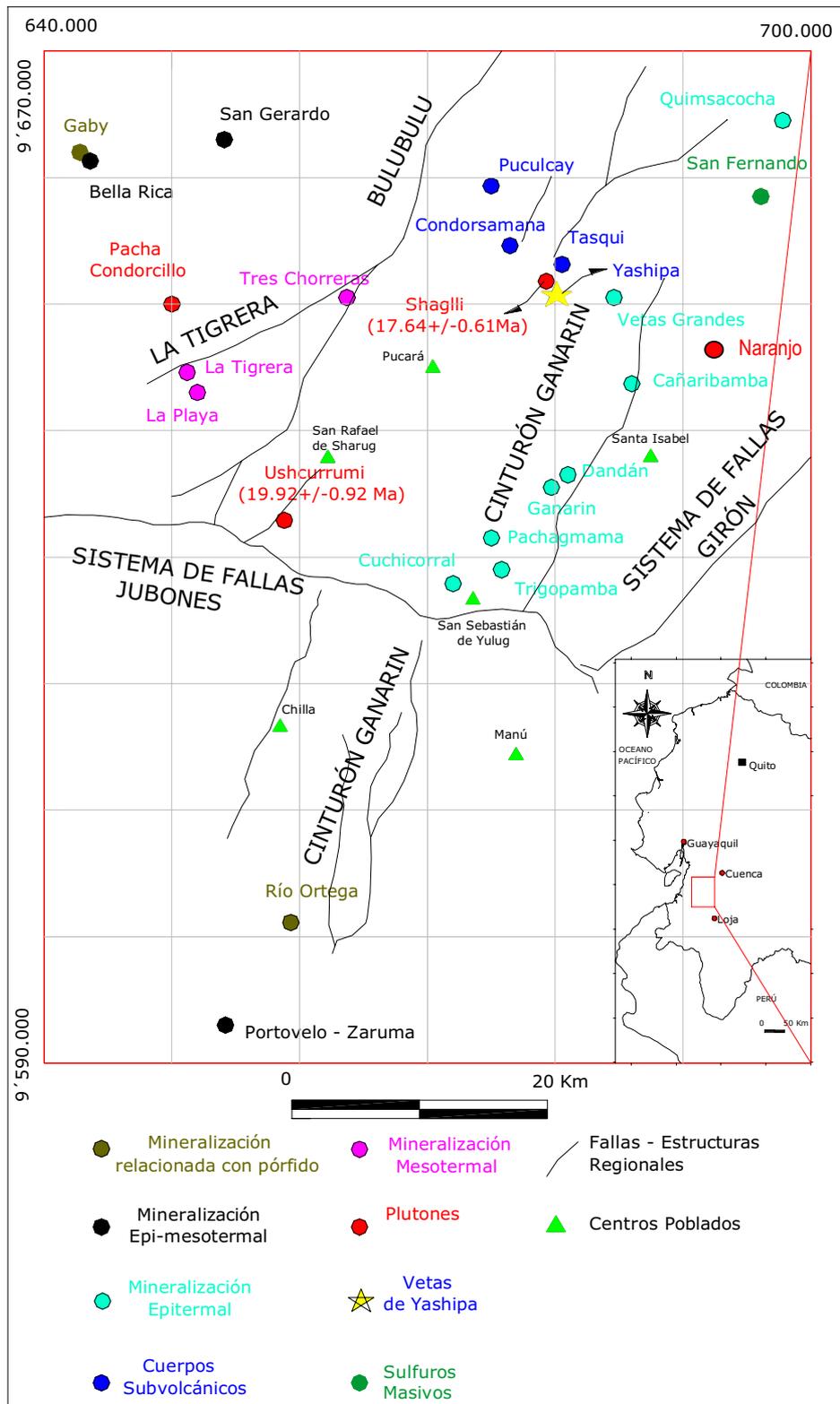


Figura 4. Mapa parcial del Distrito Azuay, ubicando los prospectos mineros de la Cordillera Occidental entre 3° S - 4° S.

2.4.- HISTORIA GEOLÓGICA

Los metasedimentos paleozoicos del Terreno Chaucha corresponden al basamento y son las rocas más antiguas del área de estudio, y constituyen la continuación hacia el Norte del Complejo Metamórfico de El Oro del Paleozoico al Cretácico (Aspden et al., 1995). Los basaltos del Terreno Pallatanga (Cretácico Medio a Tardío) aflorantes a 14 km al NW de Shaglli, se interpretan como una secuencia ofiolítica que fue acrecionada al margen del continente sudamericano en el Cretácico Tardío. El límite tectónico entre estos dos terrenos, corresponde al sistema de fallas de dirección NE a NNE de Bulubulu (PRODEMINCA, 2000).

Desde el Terciario la actividad del arco volcánico - magmático continental en el Ecuador ha sido continua generando los productos del Grupo Saraguro (Eoceno Tardío - Mioceno Temprano), que corresponden a erupciones en gran escala de flujos piroclásticos dacíticos - riolíticos, seguidos por voluminosas lavas andesíticas (Dunkley y Gaibor, 1997). Eventos posteriores fueron dominados por actividad volcánica explosiva ácida, con la erupción en el Oligoceno Tardío y en el Mioceno Temprano de flujos de ceniza riolítica, tales como las formaciones Fortuna, Jubones y La Paz (Dunkley y Gaibor, 1997).

En el Mioceno Temprano, se deposita la Fm. Santa Isabel, que comprende brechas tobáceas y lavas de composición andesítica. No fue mapeada en el área de estudio, aunque Pratt et al. (1997) la interpreta como producto de volcanismo fisural y de estratovolcanes. Esta formación está interdigitada con productos sedimentarios del Grupo Ayancay o su similar la Fm. Burrohuaico (Hungerbühler et al., 2002).

En el Mioceno Temprano (18 Ma) se produce un régimen extensivo E - W, formando centros volcánicos y generando el emplazamiento a lo largo de fallas NNE de intrusiones como el complejo multifásico en Shaglli (Pratt et al., 1997). El mismo que incluye a tres cuerpos de composición cuarzodiorítica y granodiorítica en cuyos bordes se desarrollaron, tanto cuerpos de brechas hidrotermales (p.e. Borde occidental de cuarzodiorita de Tuntún) como intrusiones de alto nivel de composición andesítica (p.e. Yashipa y Masucay).

En cuanto a las series sedimentarias Neógenas del sur del Ecuador, fueron depositadas en dos estados, y descansan en discordancia sobre el basamento metamórfico o rocas volcánicas y sedimentarias más antiguas.

El primer estado se produce durante el Mioceno Medio - Tardío (15 - 10 Ma), en una etapa de subsidencia extensional en la región interandina, que origina un estado "Pacífico Costero" y la formación de las ensenadas de Cuenca y Loja con la depositación de las Fms. Biblián, Loyola, Azoguez y Mangán (Hungerbühler et al., 2002).

En el segundo estado se produce una inversión tectónica, con compresión orientada E - W en el Mioceno Tardío (10 - 9 Ma), que se dio como resultado de la subducción de la cordillera asísmica de Carnegie con el margen ecuatoriano (Hungerbühler, et al 2002). Como respuesta de esta fase compresiva se produce una inconformidad en la secuencia Pacífico Costera con la secuencia intramontañosa recién formada (Fm. Turi y Fm. Tarqui) en las áreas de Cuenca y Girón (Hungerbühler, et al 2002).

Además, en las partes altas de la zona de estudio, afloran las secuencias del Mioceno Tardío de volcanoclastos de la Fm. Turubamba, Quimsacocha (Pratt et al., 1997). En el sector de Carachula ubicado a 3 km al NE de las vetas auríferas de Yashipa, existen fallas verticales en dirección ENE que cortan a la secuencia de Turubamba (< 8 Ma ?), y que controlarían el emplazamiento de cuerpos intrusivos hipabisales de composición andesítica, como el de las quebradas Masucay y Yashipa.

Finalmente, la subducción de la inferida placa Inca (12 - 10 Ma, Gutscher et al., 1999) al Sur de los 2° S fue la responsable del boyamiento de la placa, y subsecuentemente la gradual cesación de la actividad volcánica del Mioceno Tardío. La última erupción ocurrió hace 3.6 Ma como domos dacíticos de la caldera de Quimsacocha reportado por Beate (2001).

CAPITULO 3

GEOLOGÍA LOCAL

3.1.- INTRODUCCIÓN

El área de estudio cubre un cuadrángulo de 36 km², e incluye a las dos concesiones de Shaglli 1 (ubicada en el centro norte) y Shaglli 2 (ubicada en el centro sur - oriental). Hay que mencionar que la subzona de Yashipa (sitio donde se encuentran los túneles y el Sistema Vetiforme Yashipa) se la detallará específicamente en capítulo 4.

El área de Shaglli fue sujeta a estudios de prospección por parte de compañías mineras en las décadas de los 80 y 90. Además, Pratt et al. (1997) elaboraron un mapa de la Cordillera Occidental entre 3° S - 4° S a escala 1: 200.000 junto a un reporte, en el cual mapean la zona de Shaglli y describen su geología, así como zonas de alteración y mineralización.

Como ya se mencionó en el acápite anterior, esta zona por encontrarse dentro del Cinturón Ganarin, que alberga más de una docena de prospectos mineros, en su gran mayoría mineralización epitermal muy cercana a Shaglli (Figura 4). Es motivo de investigación con mayor detalle, con miras a aumentar el conocimiento geológico del área de estudio.

Para el mapeo geológico del área de estudio se emplearon dos mapas topográficos de las hojas de Santa Isabel y San Fernando a escala 1: 50.000 del IGM, los mismos que fueron digitalizados y ampliados a escala 1:25.000 y utilizados como escala de trabajo.

Además, se realizaron cuatro salidas de campo en la época seca de los meses de junio a agosto del 2005 y una salida en el mes de junio del 2006, situando como base el centro poblado de San Pablo de Shaglli. Desde donde se organizaron varias travesías siguiendo el camino principal, senderos y varios drenajes.

La primera salida cubrió la zona sur de Shaglli 2 que incluye a las quebradas Siriglla, Masucay, Aguarongo y parcialmente el río San Francisco. Además se realizaron recorridos desde Shaglli por el camino que conduce a Saramagrande y a Patahuasi (Figura 1).

En la segunda salida se cubrió la zona central norte, que incluye a las quebradas Porotos, Guagual, Tasqui, Huertas y parcialmente la quebrada Macar. De igual forma se recorrió por el camino principal llegando a Tendales, Tuntún, Huertas, así como a la zona de Carachula (límite norte de Shaglli 2).

La tercera salida se centralizó en el mapeo y muestreo de las quebradas Yashipa Mayo y Porotos, así como en el mapeo de los túneles y muestreo de las vetas y vetillas existentes (Ver detalle en capítulo 4).

Finalmente en la cuarta y última salida se realizó un breve recorrido por las zonas previamente visitadas, en la búsqueda de nuevos indicios de mineralización.

Así, de las cuatro salidas realizadas (excluyendo muestras de Yashipa) se recolectaron 59 muestras de mano de afloramientos (Mapa No.1 y ANEXO 4) de las cuales 6 fueron elegidas para análisis petrográfico. De igual forma se tomaron 12 muestras de canal y chips de vetas y zonas de alteración encontradas en el área (ANEXO 6), que fueron enviadas a Canadá a los laboratorios ALS Chemex para análisis químico para cuantificar las concentraciones de Au y Ag.

A continuación se presenta la litoestratigrafía, las estructuras, alteración y mineralización, así como la descripción de vetas y vetillas encontradas en el área de Shaglli.

3.2.- LITOESTRATIGRAFÍA

En base a los recorridos de campo en la zona de estudio y con la descripción petrográfica de muestras de mano y de varias láminas delgadas, se realizó el mapa geológico (Mapa No. 2) definiéndose con ello las diferentes unidades

litoestratigráficas, dominada por los volcanoclastos del Grupo Saraguro como encajante del intrusivo de Shaglli y de la mineralización de Yashipa.

Además, se describen litologías Post Saraguro como la Fm. Turubamba e intrusiones multifásicas de Shaglli (que se las diferenció en tres pulsos). Se identifican cuerpos de brecha hidrotermal y siete cuerpos subvolcánicos andesíticos ubicados en los bordes y/o cortando al intrusivo de Shaglli.

3.2.1.- GRUPO SARAGURO (E-Ms)

La secuencia volcanoclástica del Grupo Saraguro ocupa casi el 70% del área mapeada, y según Pratt et al (1997) tiene una edad del Eoceno Tardío a Mioceno Temprano. Aunque no se observó la base, tiene un nivel de exposición aproximado de 1.200 m. Estas rocas rellenan quebradas (p.e. Tasqui, San Francisco y Macar) y afloran también en los altos topográficos (p.e. Carachula). Corresponde a tres secuencias de volcanoclastos, que gradúan desde una composición andesítica (T^A) hacia abajo, dacítica (T^D) y riolítica (T^R) en el tope.

La primera secuencia e inferior son tobas pumíticas de composición andesítica de color crema verdoso, ricas en cristales de plagioclasa +/- hornblenda y con ausencia de cuarzo, en una matriz vítrea con textura vitroclástica. Como rasgo particular las pseudofiamme (fragmentos de pómez aplastados producto de compactación diagenética en frío) son reemplazadas por esmectita.

Hacia las partes altas del sector cercano a Carachula (UTM: 682710 E / 9652072 N) las tobas expuestas son de composición dacítica compuestas por 8 - 10 % de cuarzo, en una abundante matriz vítrea de color café. Finalmente el tope corresponde a tobas de color crema de composición riolítica ricas en cristales de cuarzo ≥ 15 % y tamaño superior a los 3mm.

3.2.1.1.- Secuencia Andesítica (T^A)

Es la que ocupa mayor distribución areal en comparación con las otras dos secuencias. Tiene una potencia aproximada de 600 a 700 m (ya que no se ve el contacto de la base con rocas más antiguas).

Aflora en las quebradas (p.e. río San Francisco UTM: 677896 E / 9648762 N), así como en zonas altas del río Masucay a 2.906 m (Muestra R-CH-59, UTM: 682708 E / 9650294 N). En uno de los afluentes del río Masucay (UTM: 682492 E / 9650012 N) es común encontrar rodados de estos volcanoclastos andesíticos con microvetillas de cuarzo a manera de stockwork y con fuerte silicificación, provenientes de zonas altas al este del área de estudio, probablemente del sector de Bola Rumi (UTM: 684224 E / 9649435 N).

En dos puntos de control, a 600 m aguas arriba de la quebrada Macar se identificó la misma secuencia de tobas andesíticas fuertemente compactadas, de color beige (Muestra R-CH-12, UTM: 681448 E / 9650470 N).

Avanzando hacia el Norte, en la cabecera del río Tasqui se identificó estas tobas con presencia de pseudofiamme alterándose a esmectita. Estas rocas son de color crema verdoso, con textura clástica - eutaxítica y matriz soportada (Foto 2). Hacia el Norte del río Tasqui, la secuencia se repite con afloramientos esporádicos.



Foto 2.- Toba pumítica andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. En rojo pseudofiamme alterándose a esmectita. Muestra R-CH-51 (UTM: 681264 E / 9653284 N).

Además, en el borde occidental de la concesión Shaglli 1, fue identificada esta secuencia; la misma que contiene cristales de hornblenda, en una matriz cloritizada, con feldespatos saussuritizados. La (Muestra R-CH-39, UTM: 677510 E / 9654080 N) contiene pirita fina diseminada y está ubicada en la Qda. Condorsamana lugar que presenta anomalía de oro en sedimentos (Villegas et al., 2005). Además en este sitio se identificaron varias vetas con rumbo N 140° y buzando 70° NE de hasta 0.5 m de ancho de cuarzo cristalino en forma de drusas.

3.2.1.2.- Secuencia Dacítica (T^D)

Estas rocas están expuestas en la parte oriental de Shaglli 2. Tiene un espesor aproximado de 500 m y sobreyace a la secuencia andesítica (el contacto es inferido). Estas rocas dejan expuestos crestones métricos subverticales (Foto 3) en dirección N 110° y controlan una loma de forma alargada. Su identificación no fue fácil, ya que están reemplazadas en su totalidad por una silicificación pervasiva y presentan brechación. Corresponden a tobas de composición dacítica con ojos de cuarzo entre un 5 a 8 %.

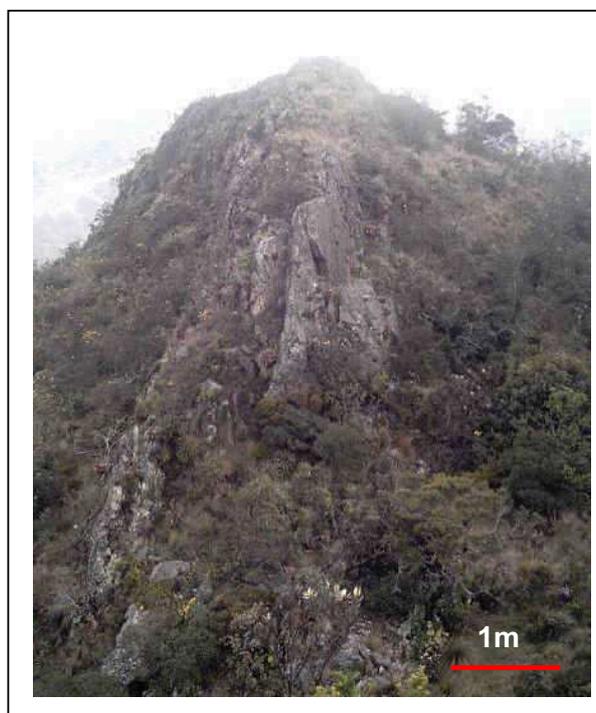


Foto 3.- Crestones silicificados en dirección ESE de tobas dacíticas (T^D) del Grupo Saraguro. (UTM: 682501 E / 9651518 N)

3.2.1.3.- Secuencia Riolítica (T^R)

En el mapeo se determinó un nivel de tobas de composición riolítica expuesto en el borde NE del área de estudio. Está en contacto fallado con la subyacente secuencia dacítica y se la mapeó a 500 m al Sur de Carachula.

Esta secuencia tobácea tiene un espesor de aproximadamente 100 m. Las rocas son de color crema, textura clástica con tamaño de grano grueso (> 3mm) y contenido de cuarzo en el orden del 15%, embebido en una matriz vítrea (Muestra R-CH-49, UTM: 682501 E / 9651518 N). Estas rocas difieren de la Fm. Jubones por la ausencia de cuarzo amatístico y biotita.

Hay que destacar, que la Fm. Turubamba del Mioceno Tardío está sobreyaciendo a esta secuencia riolítica del Grupo Saraguro, y no así la Fm. Santa Isabel descrita por Pratt et al. (1997).

3.2.2.- FORMACIÓN JUBONES (MSj)

Dos exposiciones de la Fm. Jubones son identificadas en el área de estudio. La primera en la Qda. Siriglla (UTM: 679768 E / 9648348 N) ubicada en la parte sur del área de estudio, y la otra a 500 m al este del poblado de Huertas (UTM: 678837 E / 9653446 N).

En la quebrada Siriglla, la ignimbrita de Jubones está sobreyaciendo a la secuencia andesítica del Grupo Saraguro (Foto 4). Corresponde a tobas soldadas ricas en cristales de cuarzo amatístico y tienen una matriz parcialmente cloritizada; el alto grado de compactación representa un emplazamiento a elevadas temperaturas del depósito (McPhie et al., 1993). Contiene > 77% de SiO₂ y fue datada cerca de Santa Isabel en 22,76± 0,97 Ma correspondiente al Mioceno Temprano (Pratt et al., 1997).

La otra exposición de la Fm. Jubones aparece en forma de lengua cerca del poblado de Huertas, extendiéndose posiblemente hacia el Norte. La roca contiene

biotita y cuarzo amatístico, localmente feldespatos saussuritizados (Muestras R-CH-32 y R-CH-37, ver ANEXO 4).

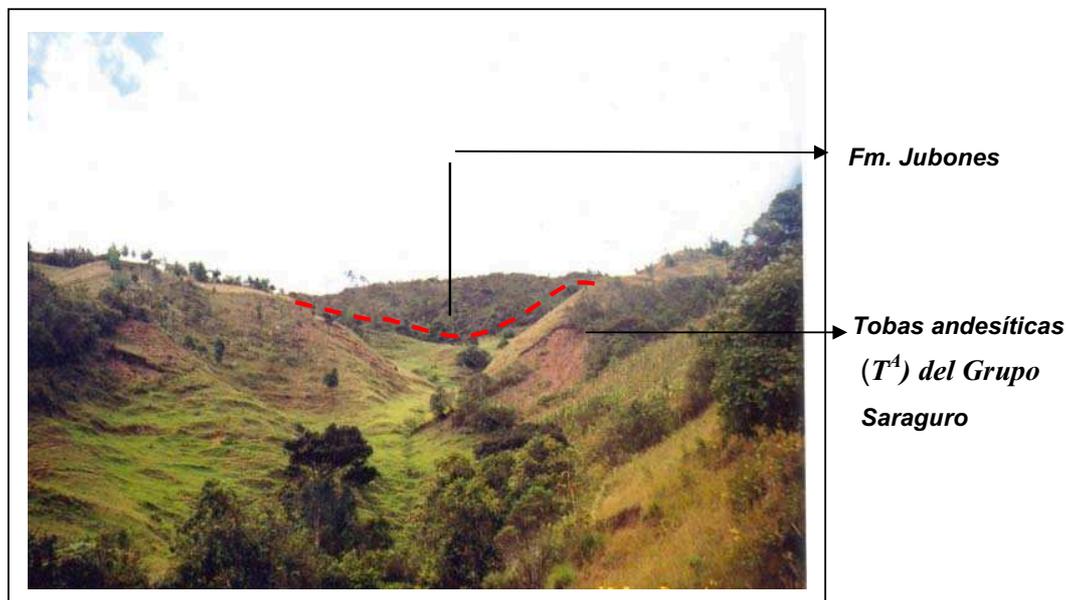


Foto 4.- Quebrada Siriglla (UTM: 679768 E / 9648348 N), mirando hacia el Este desde Saramagrande. Al fondo se observa la Fm. Jubones y las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro en primer plano.

3.2.3.- FORMACIÓN TURUBAMBA (MTu)

Esta formación se encuentra aflorante al norte de la concesión minera Shaglli 2, en el páramo de Carachula (UTM: 682756 E / 9651998 N), donde forma paredes de hasta 20 m de altura (Foto 5) de tobas con población heterolítica y fragmentos líticos de composición dacítica, fuertemente consolidados.

Corresponden a tobas matriz soportada y mal sorteada, asociadas con volcanoclásticos re TRABAJADOS subredondeados a redondeados de composición andesítica. Contiene fragmentos de lavas, pórfidos andesíticos e intrusivos (?), cuarzo >10% y pedazos de vetas de cuarzo blanco cristalino. El tamaño de sus componentes líticos puede graduar desde pocos centímetros a metros.

Rodados de tamaño métrico de la Fm. Turubamba se encuentran a 500 m al Este del puente del río Masucay (UTM: 681285 E / 9649746 N).



Foto 5.- Primer plano Pablo Chérrez y al fondo se muestra la Fm. Turubamba, formando paredes métricas de tobas líticas de composición dacítica.

3.2.4.- INTRUSIVOS

El cuerpo intrusivo de Shaglli está ubicado en la parte central del área de estudio cubriendo aproximadamente el 27% de dicha área (10 km^2), es común encontrar una alteración conspicua supergénica dada por la lixiviación de pirita, acompañada por óxidos de Fe y Mn. A partir de las descripciones de muestras de afloramientos y de láminas delgadas, se identificaron variación en su composición y textura. Por lo que, este cuerpo corresponde en realidad a un complejo de tres intrusiones de composición cuarzodiorítica a granodiorítica encajados en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Mapa No. 2).

Los tres cuerpos intrusivos definidos son:

- Cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd})
- Microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd})
- Granodiorita de hornblenda y biotita de Tuntún (G^{Gd})

3.2.4.1.- Cuarzodiorita de Shaglli (G^{2d})

La cuarzodiorita es el pulso primigenio y principal de los tres identificados. Es el de mayor volumen y cubre un área de aproximadamente 1.000 ha. Tiene una forma arriñonada en dirección Norte - Sur, siendo sus dimensiones de 5 km de largo x 2 km de ancho.

Está cortando a los volcanoclastos andesíticos (T^A) del Grupo Saraguro, y el contacto se lo puede seguir desde el corte de carretero que conduce a Huertas desde Shaglli en la parte norte, y desde Shaglli hacia el Sur dirigiéndose hacia Saramagrande. En la parte occidental del área, el río San Francisco limita al cuerpo intrusivo, donde su exposición es muy restringida por la ausencia de afloramientos; ya que están cubiertos por una abundante vegetación. Por lo tanto el contacto occidental de la cuarzodiorita se lo infiere a lo largo del cañón del río San Francisco.

Cuatro láminas delgadas fueron analizadas (ANEXO 2, muestras RY-CH-05, R-CH-18-19-29). Corresponden a una cuarzodiorita de grano medio, textura fanerítica - equigranular con cristales de 2 mm, moderadamente magnética, conformada por: 50 a 60% de euhedros de plagioclasa zonada (de composición $An_{28} Ab_{62}$ y $An_{30} Ab_{70}$ que corresponden al límite entre oligoclasa y andesina), feldespato de potasio 5 %, cuarzo 5%, hornblenda 15 a 20% alterándose a clorita, piroxeno 5%, magnetita 10% y pirita diseminada en un 2% (Foto 6).

Además se reconoció a 500 m al Sur del puente del río Masucay un afloramiento (Muestra R-CH-18, UTM: 680414 E / 9649140N) que consiste en una cuarzodiorita parcialmente silicificada con textura fanerítica - equigranular, el tamaño de grano es fino a medio, con 65% de cristales euhedrales de plagioclasa, 15% hornblenda, 5% feldespato, 8% magnetita y 2% de pitita. La totalidad del feldespato está saussuritizado y la característica especial de esta muestra es que presenta clastos digeridos de las tobas riolíticas de la Fm. Jubones (Foto 7). Esto implica una edad de emplazamiento de este intrusivo más joven al Mioceno Temprano, es decir menor a los 22,76 Ma.

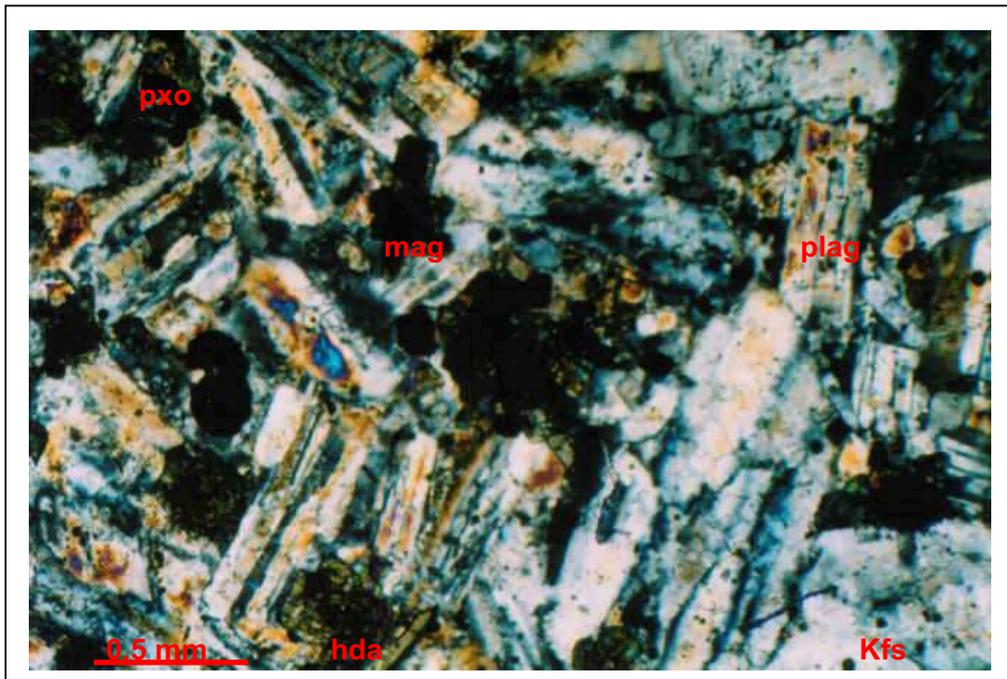


Foto 6.- Muestra R-CH-19 (lámina gruesa) de cuarzodiorita de Shaglli con plagioclasa (plag), hornblenda (hda), feldespato de potasio (Kfs), clinopiroxeno (pxo) y magnetita (mag).

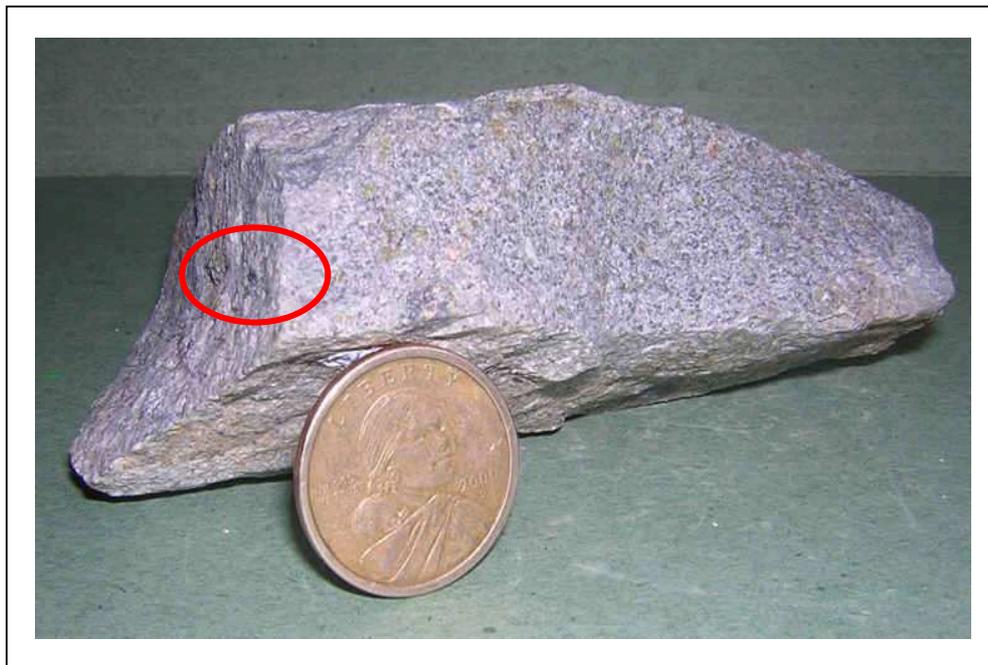


Foto 7.- Cuarzodiorita de Shaglli con clastos digeridos (en rojo) de la Fm. Jubones

3.2.4.2. – Microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd})

En el cañón del río San Francisco (Muestra R-CH-22, UTM: 677896 E / 9648762 N) en el límite SW del intrusivo de Shaglli, se identificó un cuerpo elongado (Foto 8) de composición cuarzodiorítica de grano fino. Este cuerpo tiene una textura fanerítica con 60 % de plagioclasa de composición $An_{52} Ab_{48}$, que corresponde a labradorita con tamaño < 1 mm y reemplazada parcialmente por arcillas, 20 % de hornblenda, 5% de feldespato de potasio y 5% de cuarzo. La roca presenta un leve magnetismo y contiene localmente pirita diseminada en un 5%.

Este intrusivo está limitado por una falla normal con rumbo N 130°, que forma una zona pantanosa, cuyo escarpe se degrada en el bloque que sube (Foto 9). Al estar cortando la microcuarzodiorita de San Francisco a la cuarzodiorita de Shaglli, se la considera como un pulso posterior.

3.2.4.3. – Granodiorita de Tuntún (G^{Gd})

Siguiendo el carretero hacia el poblado de Huertas, a 2,5 km al Norte de Shaglli; se encuentra la comunidad de Tuntún (UTM: 679220 E / 9652128 N). Aquí aflora el tercer intrusivo (Foto 10) que forma una colina pronunciada, con un tamaño aproximado de 500 m de largo x 250 m de ancho.

Se describió una lámina delgada de la muestra R-CH-27, que corresponde a una granodiorita de grano grueso (0,5 cm) con textura fanerítica - equigranular, 35% de cristales euhedrales de plagioclasa (de composición $An_{28} Ab_{72}$ que corresponde a oligoclasa), 20% de cuarzo, 20% de feldespato de potasio, 15% de hornblenda y 10% de biotita a manera de escamas (Foto 11).

Este cuerpo fue datado por Pratt et al. (1997) para K/Ar, dando una edad de 17,64 +/- 0,61 Ma correspondiente al Mioceno Temprano. La granodiorita es tardía con respecto a la cuarzodiorita de Shaglli.

Hay que destacar que en la zona de contacto sur entre el intrusivo de Tuntún con la cuarzodiorita de Shaglli, se encontró una veta de cuarzo (Muestra B04 -16, ver en subcapítulo 3.3.1) con salbanda de sericita y valores anómalos de Au y Ag.

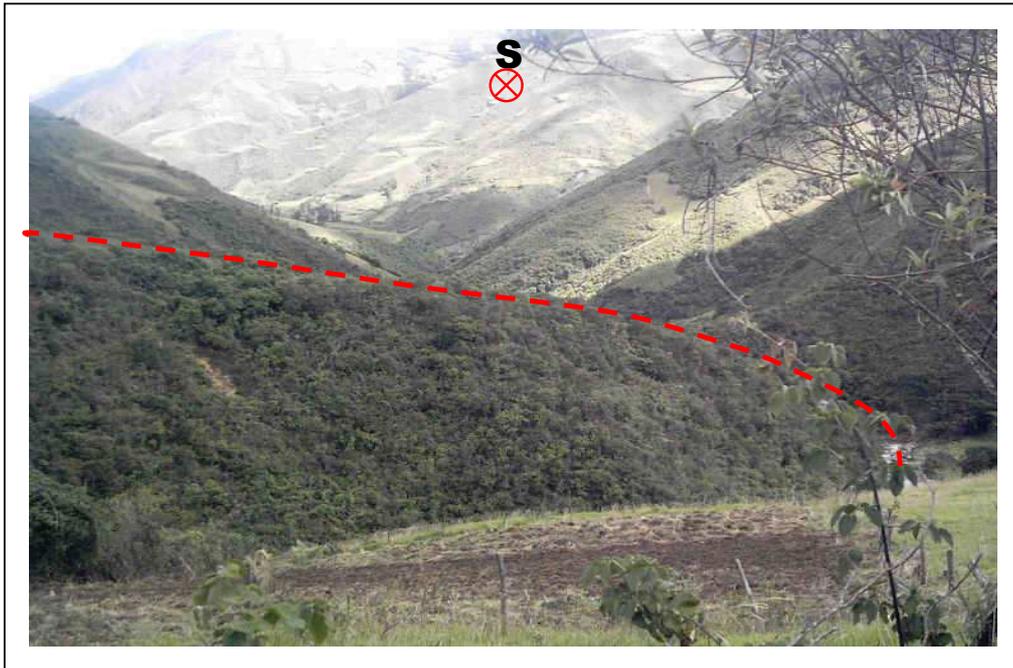


Foto 8.- Mirando hacia el Sur desde (UTM: 678723 E / 9648859 N).

Al fondo se observa el cañón del río San Francisco y se muestra (en línea segmentada roja) la forma elongada de la microcuarzodiorita de San Francisco.

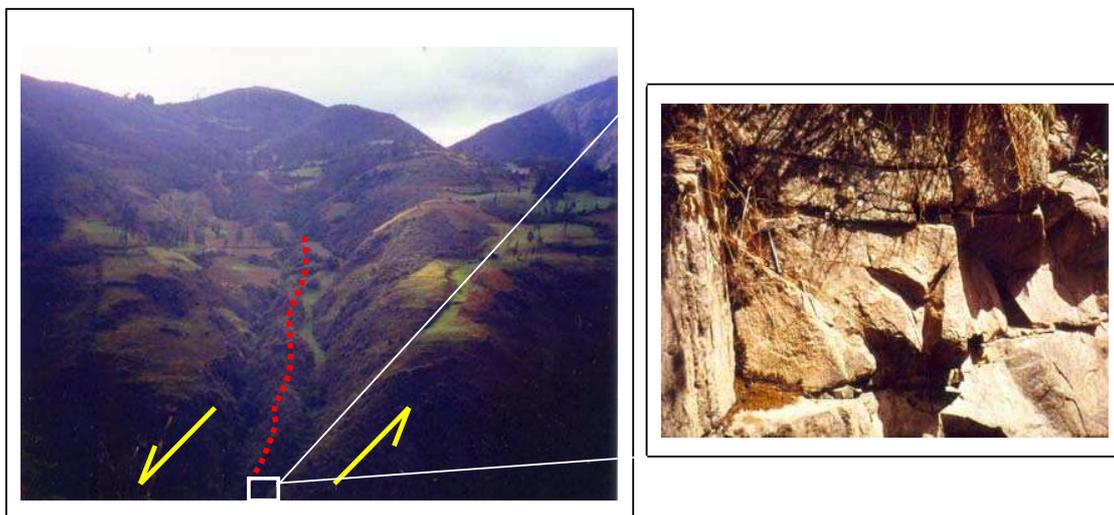


Foto 9.- Quebrada afluente del río San Francisco, mirando hacia el NW, donde se aprecia el trazo de falla normal (en rojo). A la derecha un afloramiento de la microcuarzodiorita, muestra R-CH-22 (UTM: 677896 E / 9648792N), con diaclasas N 120°/43° SW.

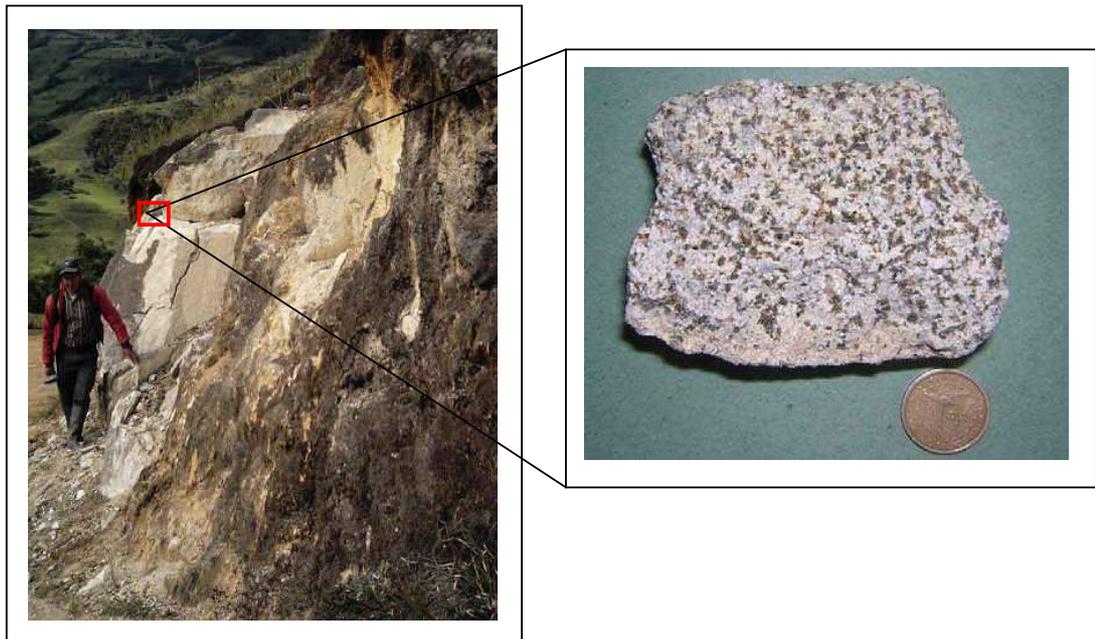


Foto 10.- Afloramiento y muestra R-CH-27 (UTM: 679220 E / 9652128 N), de la granodiorita de Tuntún.

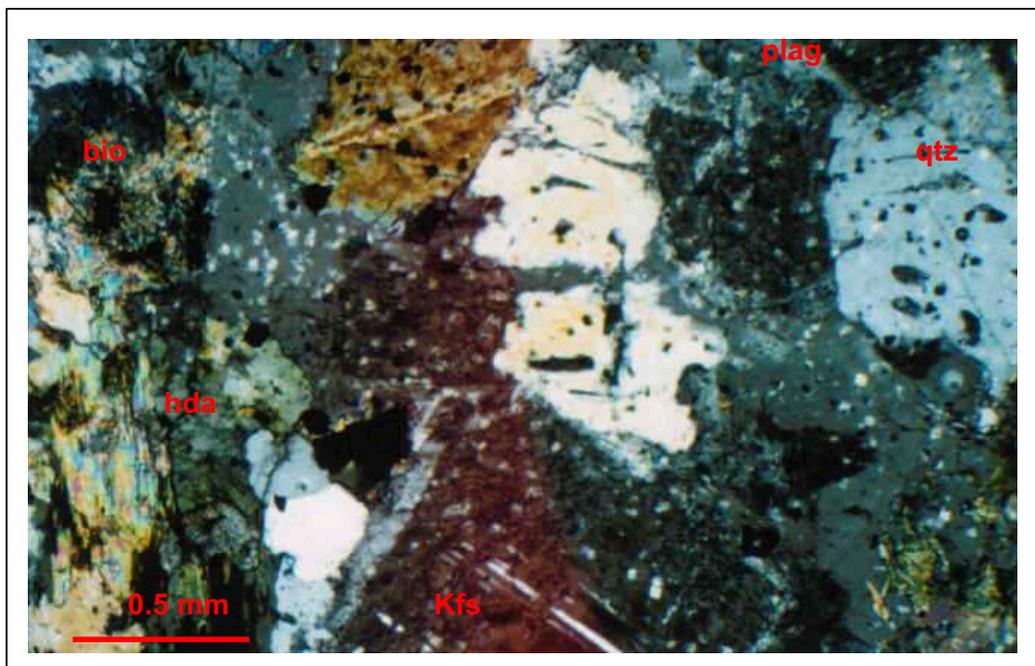


Foto 11.- Granodiorita de Tuntún con biotita (bio), hornblenda (hda), plagioclasa (plag), Kfs (feldespato de potasio), cuarzo (qzo) para la muestra R-CH-27.

En la figura 5 se presenta la ubicación de los tres intrusivos, de acuerdo al diagrama triangular adaptado por la IUGS (Subcomisión sobre la Sistematización de Rocas Ígneas del año 1973, tomado de McBirney., 1984) para la clasificación de rocas intrusivas, por medio de la cuantificación de los porcentajes modales de minerales en láminas delgadas.

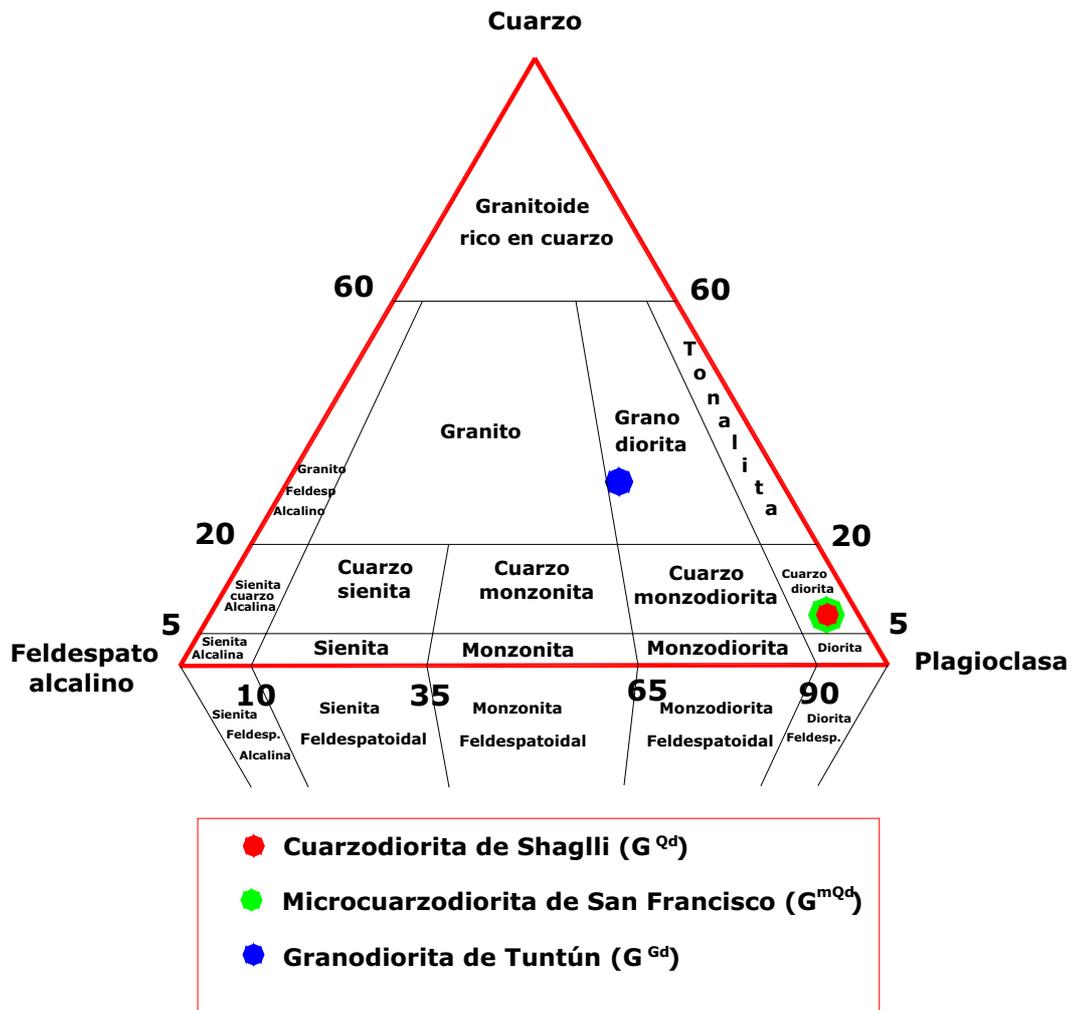


Figura 5.- Ubicación de los tres intrusivos de Shaglli en un diagrama triangular

3.2.5.- CUERPOS DE BRECHA HIDROTERMAL (Bx)

En la zona norte de la granodiorita de Tuntún, se reconoció un cuerpo de brecha hidrotermal de cuarzo - turmalina (Foto 12) de 2 m de ancho. Se tomó una muestra M-CH-12 (UTM: 679150 E / 9652030 N) que arroja leyes de 36 ppb de Au y 200 ppb de Ag.

Además, en el límite Sur de la granodiorita de Tuntún una zona de falla con rumbo N125°/ 44° NE (Foto 13) limita un cuerpo de brecha hidrotermal polimíctica, ortomagmática (?), por contener turmalina de color gris verdoso (Muestra R-CH-26, UTM: 679082 E / 9651828 N).

Esta cuerpo de brecha alcanza unas dimensiones de aproximadamente 30 m de ancho x 100 m de largo. Tiene como componentes fragmentos angulares de la granodiorita de Tuntún y de la cuarzodiorita de Shaglli, que alcanzan hasta los 5 cm y que son reemplazados por sílice - sericita. Contiene además 2% de agregados granulares de cuarzo e inclusiones de turmalina tipo chorlo en la matriz, es común fracturas rellenas por hematita y pirolusita. Esta brecha presenta un desarrollo local de vuggy sílica en los clastos y en la matriz.



Foto 12.- Muestra M-CH-12 de brecha de cuarzo-turmalina en la granodiorita de Tuntún.

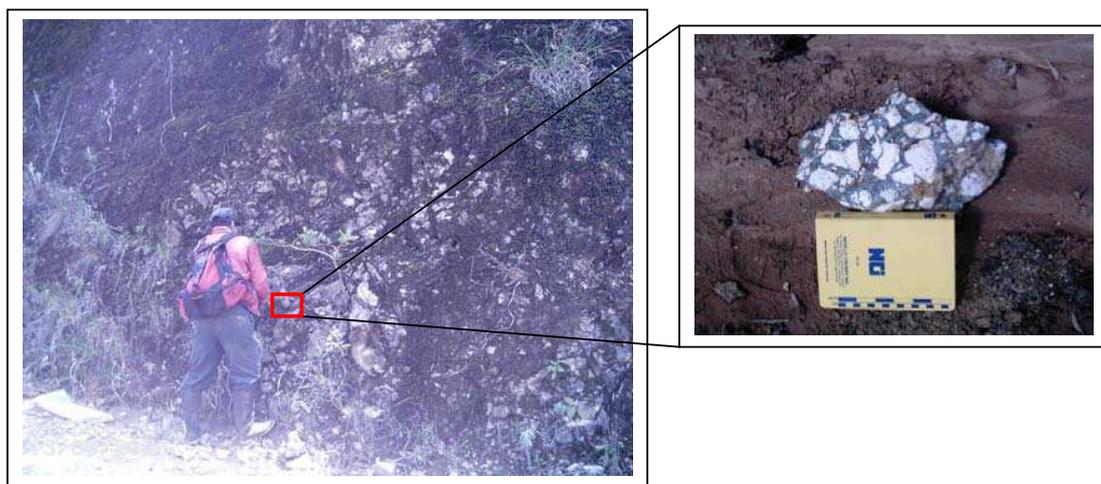


Foto 13.- Afloramiento de brecha hidrotermal (UTM: 679082 E / 9651828 N). A la derecha Muestra R-CH-26, con clastos angulares de cuarzodiorita y granodiorita reemplazados por sílice - sericita, en una matriz de polvo de roca.

3.2.6.- SUBVOLCÁNICOS (D^A)

En el mapeo del área de estudio, se identificaron siete diques de composición andesítica altamente magnéticos (Mapa No. 2). Cuatro de ellos están ubicados en los bordes y/o intruyendo a la cuarzodiorita de Shaglli (Post evento Shaglli), y tres de ellos se localizan tanto en Condorsamana y en Tasqui en el límite norte del área de estudio, así como el de Aguarongo al sur.

Es importante señalar que el cuerpo subvolcánico de Yashipa, conformado por: Diques Andesíticos (D^A) y un Pórfido hornbléndico (P^{Hb}), se lo tratará con detalle en el capítulo 4.

3.2.6.1. - Complejo de diques de Condorsamana - Tucto

Se encuentra alejado aproximadamente 3 km al NW del poblado de Huertas. En esta zona sobresale un rasgo morfológico pronunciado, que corresponde a la loma de Condorsamana (UTM: 676077 E / 9654231 N). Esta loma forma crestos agudos con pendientes fuertes $>60^\circ$, exponiendo un cuerpo subvolcánico de composición andesítica (Foto 14) que está encajado en las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. Este cuerpo corresponde a un complejo de

diques que se extienden 6 km hacia el norte hasta llegar a la localidad de Tucto (UTM: 672963 E / 9655049 N).

Cerca de Condorsamana afloran vetas de cuarzo cristalino de 0,5 m de ancho con pirita. Tienen una dirección N140°/70° al NE, siguiendo una estructura en la misma dirección y que controla el drenaje del río Huertas (Mapa No. 2).

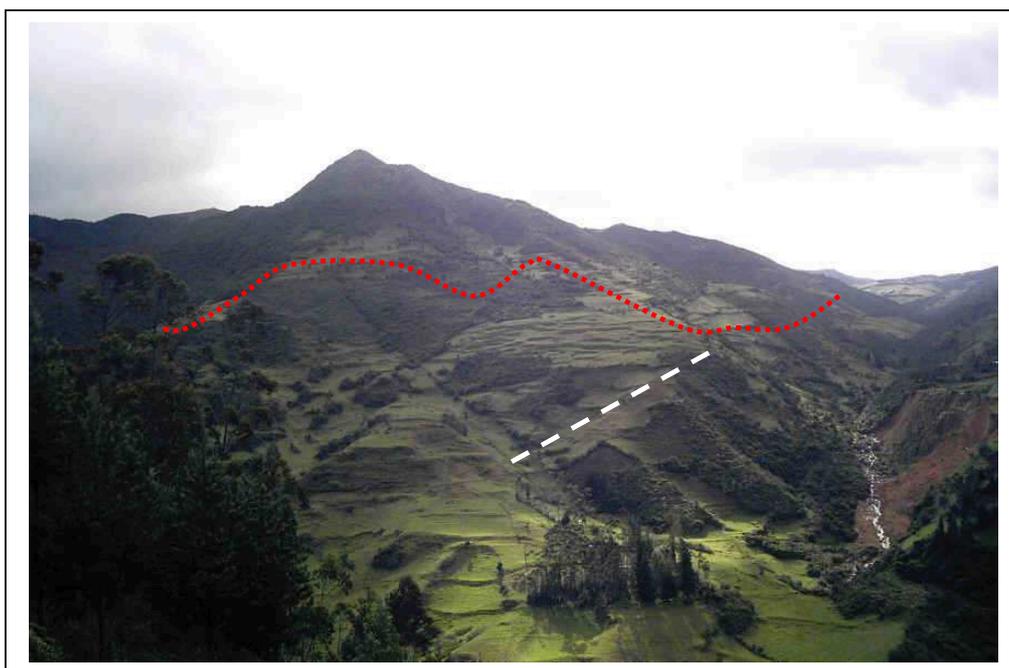


Foto 14.- Mirando hacia el NW desde Tendales, se aprecia la loma de Condorsamana, que corresponde a un cuerpo subvolcánico en contacto con las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro (debajo de línea punteada roja). Falla inferida en línea blanca segmentada.

3.2.6.2.- Dique de Masucay

Se identificó una falla con rumbo ENE entre N60° a 75° que se alinea con el río Masucay (1 km al Este de Shaglli). Esta falla que denominé "Falla Masucay", controla el emplazamiento de una andesita subporfirítica de color negro parcialmente silicificada. La muestra R-CH-01 (UTM: 680588 E / 9649618 N) contiene 20% de fenocristales de plagioclasa, magnetita 15% y pirita diseminada

5% en una matriz intersertal (presencia de microlitos de plagioclasa en una matriz vítrea).

Este cuerpo tiene aproximadamente 1,7 km de largo, encajado parcialmente en las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro, y el límite sur está cortando a la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}).

Además, un afloramiento de este cuerpo (UTM: 681725 E / 9649854 N) tiene fracturas N170°/57°SW, las mismas que son producto de la relajación de esfuerzos, relacionados con la estructura principal.

Como evidencia de la estructura que controla el río Masucay, es común encontrar bloques rodados (UTM: 681581 E / 9649844 N) de la toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro que están parcialmente silicificados, los que tienen una clara manifestación de perturbación con presencia de estrías.

3.2.6.3.- Dique de Aguarongo

A lo largo de la quebrada Aguarongo (Sur del área de estudio) y en base al muestreo de dos afloramientos con su respectivo análisis de las muestras R-CH-06 y R-CH-08 se definió rocas de composición andesítica, textura porfírica, de color gris oscuro, con magnetismo débil, 2% de piritita diseminada y con diaclasamiento subhorizontal. Este cuerpo tiene una forma alargada con aproximadamente 500 m de longitud y dirección ESE. Tiene una moderada silicificación y está encajado en las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

3.2.6.4.- Dique de Naranjo

En el límite superior occidental de la cuarzodiorita de Shaglli (sector de la quebrada Naranjo). Se mapeó un cuerpo andesítico a manera de lóbulo de 700 m de longitud, que está en contacto con el intrusivo.

La descripción de la muestra R-CH-54 define su composición, correspondiente a una andesita con textura subporfírica-intersertal, moderadamente magnética de color negro, con plagioclasa y hornblenda.

3.2.6.5.- Dique de Guagual

Evidencia de campo de que este cuerpo corta a la diorita de Shaglli se expone en la quebrada Guagual (UTM: 679281 E / 9652565 N). Este dique presenta un alto fracturamiento debido a una estructura con rumbo N110° a 120°, que produce un fuerte cizallamiento (Foto 15). Las rocas son andesitas subporfíricas de color negro, moderadamente magnéticas.

3.2.6.6.- Dique de Tasqui

En el puente del río Tasqui (camino a Pedernales desde Shaglli) se identificó un cuerpo de 400 m de longitud de composición andesítica de color gris verdoso con alteración propilítica, presencia de clorita y epidota en la matriz. La muestra R-CH-31 (UTM: 680537 E / 9653130 N) contiene 30% de plagioclasa y 5% de pirita diseminada.

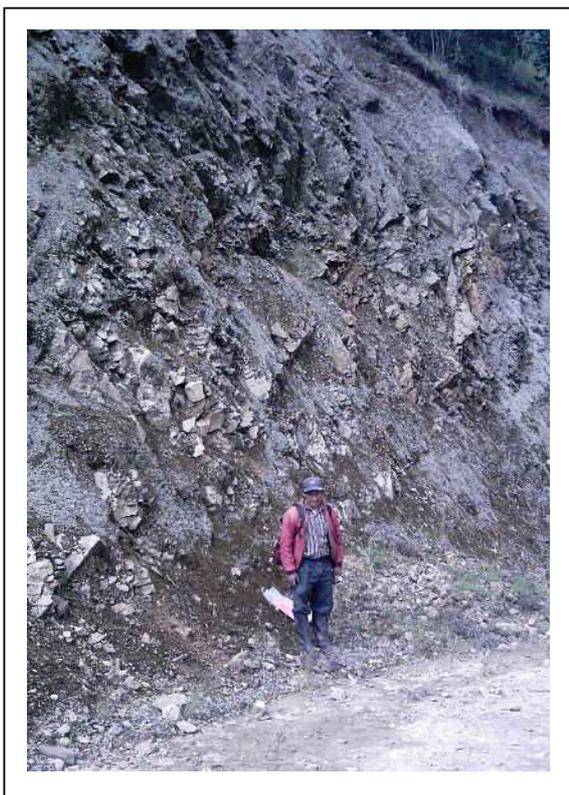


Foto 15.- Afloramiento de dique andesítico cizallado en Guagual (UTM: 679281 E / 9652565 N). Una falla en dirección N 110° controla el emplazamiento de dicho cuerpo.

3.3. - GEOLOGÍA ESTRUCTURAL EN SHAGLLI

Tres sistemas principales de estructuras ENE, ESE y NS son reconocidos en el área de estudio (Mapa No. 2). Estos sistemas afectan tanto a los volcanoclastos del Grupo Saraguro como a la cuarzodiorita de Shaglli y posiblemente a la Fm. Turubamba (Ver subcapítulo 4.6).

El primer sistema tiene una dirección ENE entre $N60^{\circ}$ a 75° , incluye la llamada falla Masucay que controla el emplazamiento del dique en el río Masucay. Además incluye a la falla Yashipa que corta a las tobas andesíticas, dacíticas del Grupo Saraguro y a la Fm Turubamba (?).

Estas estructuras pueden ser guías para futuras exploraciones en el área, ya que existen lineamientos ENE ubicados en el límite oriental de Shaglli 1, y que actualmente son explorados por la Compañía CORNESTONE RESOURCES en el sector de Vetas Grandes. Este sector consiste en una serie de vetas de cuarzo epitermal $>1g$ Au/t y algunas de alto grado con valores $>18g$ Au/t que afloran discontinuamente en un área de cerca de 2 km (Hedenquist, 2006).

El segundo sistema incluye a la falla Guagual (sector norte de la cuarzodiorita de Shaglli), que tiene un rumbo $N 110^{\circ}$ a 120° y es vertical. Controla la quebrada del mismo nombre y se extiende hasta el sector de Carachula, exponiendo zonas con alteración silíceo y parcialmente brechiadas de hasta 3 m de ancho (Foto 16) en las tobas dacíticas (T^D) del Grupo Saraguro.

A 500 m al Norte y paralela a la falla Guagual, aflora otra similar en alteración y dirección, que controla varios afloramientos. Aquí las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro son reemplazadas por silicificación, formando farallones que son preservados por la alta resistencia a la erosión (Foto 17). Estos farallones fueron muestreados (M-CH-09, UTM: 681283 E / 9652160 N) y registran valores bajos de Au entre 5 a 134 ppb.

Finalmente el tercer sistema corresponde a una falla N - S en el sector del río Naranjo, que controla el emplazamiento de un cuerpo hipabisal andesítico.

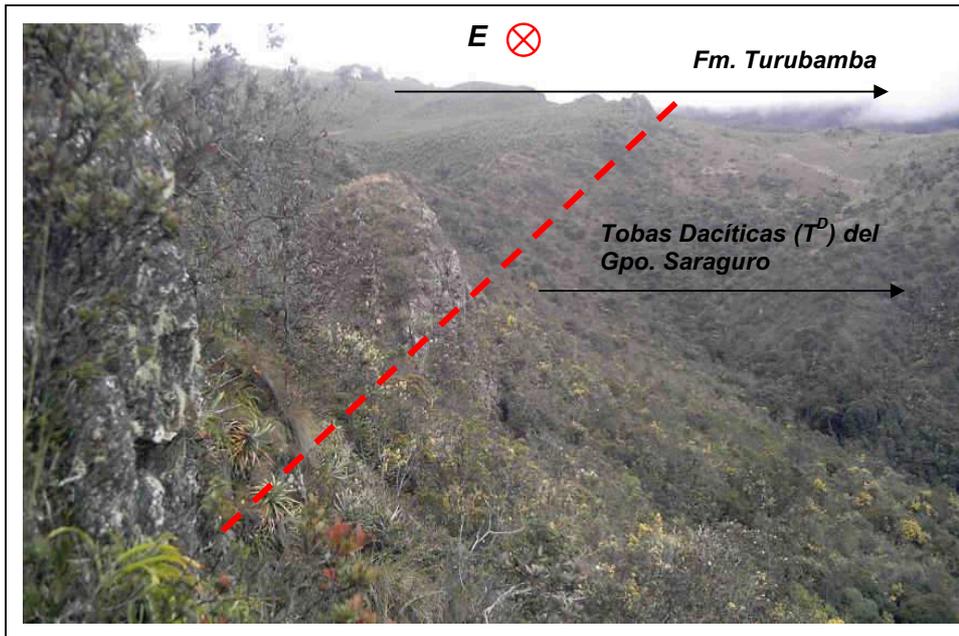


Foto 16.- Sector de Carachula (UTM: 682710 E / 9652072 N), mirando hacia el Este. Farallones silicificados de 2 a 3 m de ancho, son controlados por una estructura N 110° (en línea roja).



Foto 17.- Toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro completamente reemplazada por sílice. Composito de muestra M-CH-09 (UTM: 681283 E / 9652160 N).

3.3.1.- VETAS EN SHAGLLI

La ocurrencia de vetas es más común al norte de la quebrada Yashipa, donde el encajante de dichas vetas es el intrusivo cuarzodiorítico de Shaglli y la granodiorita de Tuntún.

Las vetas de Shaglli cortan tres secuencias estratigráficas que incluyen: Los volcanoclastos del Grupo Saraguro del Eoceno Tardío (38,6 +/- 1,3 Ma Dunkley y Gaibor, 1997), el intrusivo de Shaglli del Mioceno Temprano (17.64 +/- 0.61 Ma Pratt et al, 1997), hasta la Fm. Turubamba del Mioceno Tardío (?).

Las vetas no siguen aparentemente ninguna disposición o control estructural. Evidencia de esta afirmación se describe a continuación, y los resultados se pueden revisar en el Anexo 6.

- Una decena de vetas estériles cortan a las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. Una veta ubicada a 700 m al NE de la quebrada Yashipa (Muestra M-CH-01, UTM: 680933 E / 9651410 N), tiene un ancho de 40 cm con rumbo N 40°/90°. Está constituida por cuarzo cristalino drúsico, donde forma una zona de 20 cm de alteración argílica con caolín (?) (Foto18).



Foto 18.- Veta de cuarzo cristalino de 40 cm de ancho, N 70° / 90° mostrando alteración argílica intermedia con caolín (?).

- En la quebrada Macar se identificó una veta estéril, con rumbo ENE (N 50°/53° SE), que corta a las tobas de composición andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. Tiene 60 cm de ancho de cuarzo lechoso cristalino drúsico, en cuyos bordes se desarrolla salbandas; lo que implica un movimiento de cizalla. La muestra M-CH-02 (UTM: 681452 E / 9650400 N) reportó una ley de Au de 46 ppb.
- Una veta con valores anómalos de Au se encuentra en la zona de Tuntún (límite sur del contacto entre los intrusivos cuarzodiorita - granodiorita). Esta veta es de cuarzo cristalino de 33 cm de ancho N105°/40° SW, con textura boxwork, que es rodeada por una zona con alteración sericítica. La veta fue muestreada en canal (Muestra B04-16, UTM: 679118 E / 9651734 N) y arrojó una ley de 0,56 g Au/t y 9,7 g Ag/t. Mineros informales abrieron boca minas de 10 m de largo (Foto 19) para poder explotarla, dificultándose su extracción, por los altos contenidos de sericita. Sin embargo este sitio puede ser blanco para futuras exploraciones.

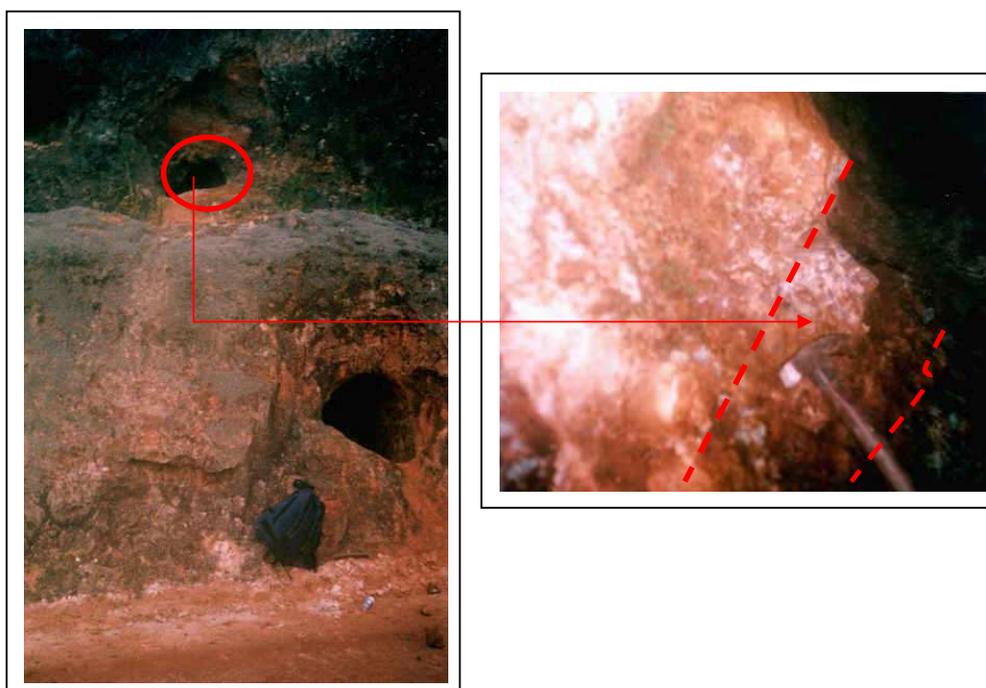


Foto 19.- Boca minas en el camino a Tuntún. A la derecha en línea roja segmentada veta de cuarzo con sericita, muestra B04 -16 (UTM: 679118 E / 9651734 N). La caja sería la granodiorita de Tuntún (?).

- Vetas estériles que cortan a las tobas riolíticas de la Fm. Jubones se encuentran en la quebrada Siriglla (Muestra M-CH-03, UTM: 679757 E / 9648330 N), donde los valores de Au alcanzan los 12 ppb. Así mismo a 200 m al Este del poblado de Huertas (Muestra M-CH-04, UTM: 679189 E / 9653414 N), se reportó valores de Au inferiores al límite detectable 5 ppb.
- En el camino Shaglli - Huertas se identificaron vetas (Muestras B04 -11 -17 -18 y 22) que cortan a la cuarzodiorita de Shaglli, las cuales reportaron valores no mayores a 50 ppb de Au.

3.3.2.- ALTERACIÓN EN SHAGLLI

El mapeo de las alteraciones es un método exploratorio, donde cartografiando la distribución de los minerales de alteración se puede vectorizar la zonalidad térmica y geoquímica, así como definir si el yacimiento es de alta o de baja sulfuración (Hedenquist, 2000).

De esta manera se procedió a limitar zonas de alteración hidrotermal reconocibles en el área.

3.3.2.1.- Alteración Argílica Intermedia

La alteración argílica intermedia es la dominante en el prospecto, y está esparcida en toda el área con altos contenidos de illita - goethita como principales componentes de la asociación y cantidades menores de clorita y esmectita, que han reemplazado parcialmente los cuerpos intrusivos, así como los diques (Foto 20).

Es común la presencia de esmectita que afecta a la matriz de las rocas del Grupo Saraguro en la zona cercana a Carachula (UTM: 681114 E / 9652026 N), de igual forma reemplaza las pseudofiamme de pómez de la secuencia andesítica (T^A).

3.3.2.2.- Alteración Sericítica

Esta alteración es más focalizada y se presenta en el intrusivo de Tuntún y parcialmente en Yashipa. Por ejemplo se expone en la zona de contacto sur entre

la cuarzodiorita de Tuntún y la diorita de Shaglli, donde se identificó como ya mencionamos anteriormente una veta > 0.5 g Au/t.

Además la muestra de la zona de alteración (B04-21) tomada de la pared de un túnel ubicado en el límite SE de la granodiorita de Tuntún que contiene sericita, presenta 291 ppb de Au. Según comunicación personal de pobladores de Shaglli, esta zona era explotada por mineros informales, extrayendo hasta 20 gAu/t. La presencia de sericita dificultaba la extracción del Au, provocando el daño del molino con el que contaban y en forma inmediata el abandono de las labores mineras.

La sericita está presente también en los clastos angulares cuarzodioríticos y granodioríticos de la brecha polimíctica de Tuntún.

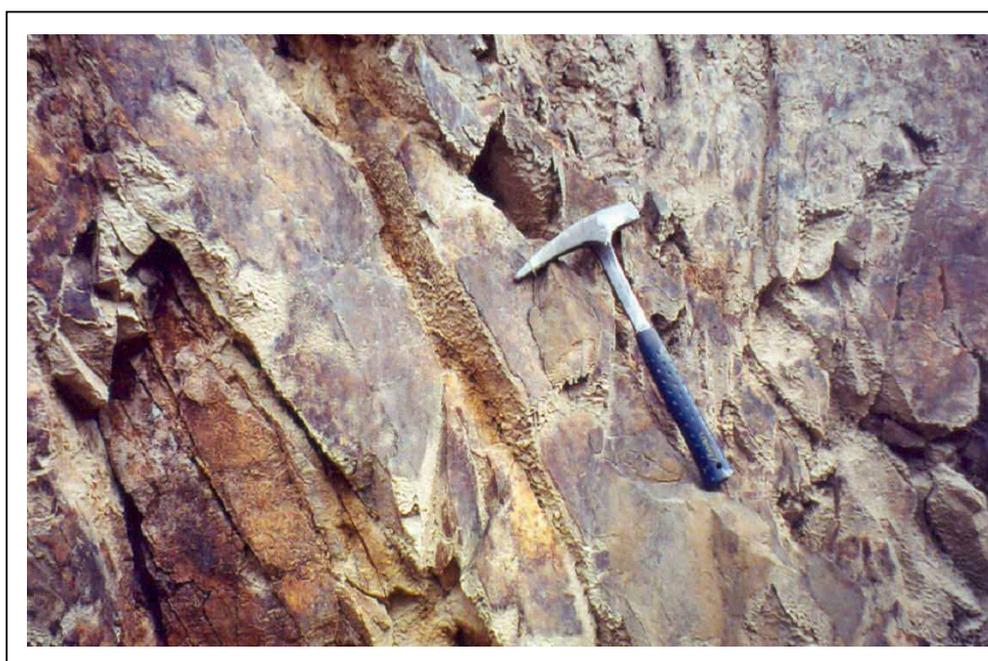


Foto 20.- Afloramiento de pórfido andesítico en el río Masucay (Muestra R-CH-13, UTM: 681725 E / 9649854 N), donde se aprecia el relleno de fracturas con goethita - illita (?).

3.3.2.3.- Alteración Silíceea

Fluidos ricos en sílice produjeron una intensa alteración, originando brechiación y remplazamiento pervasivo de sílice, por ejemplo en las tobas dacíticas (T^D) del Grupo Saraguro con presencia adicional de illita en fracturas. Estas rocas forman farallones métricos en el sector de Carachula.

De igual forma la silisificación afecta tanto al cuerpo de brecha hidrotermal polimíctica de Tuntún como a los cuerpos subvolcánicos andesíticos.

Con respecto a las zonas de alteración en Shaglli, podemos anotar que paleotemperaturas bajas se localizan en zonas con alteración argílica intermedia, dominada por illita + esmectita. La misma que está presente en la mayor parte del área de estudio, reemplazando tanto a las tobas del Grupo Saraguro, como a la cuarzodiorita de Shaglli.

Las zonas con paleotemperaturas altas (presencia de sericita +/- sílice) están concentradas en la granodiorita de Tuntún; tanto en su límite SE, como en el borde SW donde aflora una brecha hidrotermal polimíctica. Además zonas de falla fuertemente silicificadas en el sector de Carachula, nos alientan a realizar futuras exploraciones.

3.3.3.- MINERALIZACIÓN EN SHAGLLI

La mineralización se presenta a lo largo de fallas que siguen el curso de drenajes (p.e. río Masucay), acompañadas de una moderada silicificación. La mineralización corresponde a pirita en forma diseminada; los porcentajes de este mineral no superan el 5 %.

Otros indicios de mineralización se encuentran en la quebrada Tasqui (Muestra R-CH-31, UTM: 680537 E / 9653130 N) que corresponde a pirita fina y se encuentra en el cuerpo subvolcánico andesítico moderadamente silicificado. Los porcentajes de la mineralización no superan el 5 %.

Presencia de pirita fina diseminada en un 2 - 3% se encuentra en el cuerpo hipabisal de Aguarongo (UTM: 681617 E / 9648828 N).

La cuarzodiorita (Muestras R-CH-23-25-29-33 y 34) y microcuarzodiorita (Muestra R-CH-22) presentan entre un 2% a 5% de pirita fina diseminada y además relleno de fracturas. Hay que anotar un desarrollo de alteración supérgena de la pirita que produce hidróxidos de hierro.

En el sector de las quebradas Naranjo y Condorsamana (límite NW del área de estudio); es común encontrar que las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro contengan pirita fina, como producto de alteración de la hornblenda.

3.4.- RESUMEN

Las rocas más antiguas, aunque no aflorantes en el área de estudio, son los metasedimentos del Terreno Chaucha de edad Paleozoico, cubiertos en su mayoría por una pila de volcánicos Terciarios del Grupo Saraguro (E-Ms) y la Fm. Turubamba (MTu) depositados en un ambiente de arco continental calcoalcalino. El nivel de exposición de las tobas del Gpo. Saraguro es 1.200 m desde el cañón del río San Francisco al Este del área, hasta el páramo de Carachula al Oeste.

Pudo darse el emplazamiento de intrusiones a lo largo de fallas ESE (?), como el intrusivo multifásico de Shaglli del Mioceno Temprano (17,64 +/- 0,61 Ma).

En el área se mapeó tres secuencias volcanoclásticas de composición variada correspondiente al Grupo Saraguro, como: niveles de tobas pumíticas andesíticas (T^A), tobas y brechas tobáceas dacíticas (T^D) y tobas riolíticas (T^R).

Hay que mencionar, que la ignimbrita de la Fm. Jubones (MSj) está aflorante en el Sur de Shaglli 2 y cerca del poblado de Huertas al Norte del área de estudio. Además, en el límite Norte de la concesión Shaglli 2 aflora la secuencia de Turubamba, que corresponde a tobas líticas de composición dacítica (MTu).

Las tobas andesíticas (T^A) son el encajante del intrusivo multifásico de Shaglli. El cual se lo diferenció en tres cuerpos de diferente composición y textura, como: La cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd}) y granodiorita de Tuntún (G^{Gd}).

Además se identificaron varios diques de composición andesítica altamente magnéticos ubicados en los bordes y/o intruyendo a la cuarzodiorita de Shaglli. Dichos cuerpos representan eventos tardíos de los de Shaglli, y son controlados por estructuras verticales en dirección ENE (p.e: Falla Masucay y Falla Yashipa).

No se identificó en el área de estudio a la Fm. Santa Isabel, que comprende brechas tobáceas, lavas andesíticas y rocas sedimentarias, mapeada por Pratt et al. (1997), la misma que estaría sobreyacida por la Fm. Turubamba en los páramos de Carachula. Por el contrario se identificó tobas riolíticas (T^R) que se incluye en el Grupo Saraguro y que está sobreyacida por la Fm. Turubamba.

Las vetas mapeadas se localizan más comúnmente al Norte de la quebrada Yashipa, y cortan tanto al cuerpo intrusivo de Shaglli, a los volcanoclastos del Grupo Saraguro y a la Fm. Turubamba.

Se identificó en la zona de Tuntún una veta $N105^\circ/40^\circ$ SW de cuarzo cristalino drúsico, con alteración sericítica que presenta valores de 0,56 g Au/t y 9,7 g Ag/t.

Un cuerpo de brecha hidrotermal de cuarzo - turmalina, está alojado en la granodiorita de Tuntún y presenta una anomalía de Au (36 ppb).

Tres sistemas de fallas mayores son reconocidos en el área de estudio (ENE - ESE y NS). Los mismos que controlan el emplazamiento de varios diques andesíticos (p.e. Masucay, Guagual) y alteración silícea pervasiva en Carachula.

La mineralización corresponde a 5% de pirita en los cuerpos subvolcánicos, microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd}). Apenas un 2% de pirita fina se encuentra en la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}).

CAPITULO 4

GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE YASHIPA

4.1. - INTRODUCCIÓN

En el límite entre las concesiones de Shaglli 1 y Shaglli 2, se encuentra la subzona denominada Yashipa de 35,7 ha (Mapa No. 2). Se localiza a 1,5 km al Norte del poblado de Shaglli. La morfología es accidentada con pendientes fuertes entre 45° a 60° y cotas que van desde los 2.840 m hasta los 3.160 m.

La subzona Yashipa está disectada por tres drenajes. Uno de ellos es la quebrada Yashipa que sigue una dirección ENE y una longitud aproximada de 500 m (UTM: 680128 E / 9650730 N). El segundo drenaje es la quebrada Mayo, que se une con la quebrada Yashipa para formar la quebrada Porotos, la que tiene una dirección E-W. Las aguas acumuladas de estas tres quebradas drenan en el río San Francisco, ubicado al Oeste de la concesión.

En los primeros años de la década de los noventa, habitantes de Shaglli con un limitado conocimiento de minería integraron sociedades mineras. Ellos trabajaron durante 3 años en la margen izquierda de la quebrada Yashipa, abriendo 15 “túneles”, de los cuales sólo 13 están habilitados en la actualidad. En total estos 13 túneles alcanzan 808 m lineales. Tienen un intervalo vertical de 104 m desde el túnel T1, que es el más bajo (2.896 m) hasta los túneles T8, T9 y T10 de cota más elevada (3.100 m). Estos túneles tienen una dirección principal N150°, y su objetivo fue interceptar una veta con rumbo ENE. La veta se explotaba solo cuando las leyes eran de 20g Au/t o superiores, pagando para ese tiempo los costos operativos (Durán, G. 2006 comunicación personal).

Con este antecedente se organiza un trabajo de campo con mayor detalle, que comprende el mapeo geológico de la subzona Yashipa (Mapa No. 3), que incluye a las quebradas Yashipa, Porotos y Mayo. Se utilizó para ello una base topográfica digitalizada a escala 1:2.000 de Yashipa.

Además se realizó un muestreo de 33 muestras de mano, RY-CH-01 a RY-CH-32 y RY-CH-05A (Mapa No. 3 y ANEXO 5), de las cuales se elaboraron 13 láminas delgadas y se las describe en el ANEXO 2. Así se identificó un cuerpo intrusivo hipabisal, el mismo que está interrumpido su continuidad por estar cubierto por las tobas andesíticas de Saraguro. Por lo que se presenta en el mapa geológico (Mapa No. 3) tres diques con textura intersertal (D^A) y un pórfido con hornblenda (P^{Hb}), que están cortando parcialmente a la cuarzodiorita de Shaglli, así como a las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. El encajante de la mineralización del Sistema Vetiforme Yashipa (**SVY**) son las tobas andesíticas (T^A) de Saraguro.

Se procedió también al mapeo subterráneo del piso con cinta y brújula de 13 túneles a escala 1:200 (Mapas No 7 a No.19 y ANEXO 8). Se recolectó 37 muestras de canal (5500 a 5536) de vetas y vetillas para los diferentes niveles (ANEXO 7), que fueron enviadas a Canadá a los laboratorios ALS Chemex, con el fin de obtener la ley de Au y Ag (ANEXO 9). También se realizó el análisis de 2 secciones pulidas de vetas en 2 niveles diferentes. Además, se procedió al modelamiento geológico 3D del **SVY** (Mapa No. 4), donde se puede ver la distribución y geometría espacial de las vetas.

Finalmente se realizó un muestreo geoquímico de suelos cada 25 m en la subzona Yashipa, repartido en nueve líneas a lo largo de curvas de nivel, con lo cual se obtuvieron mapas geoquímicos para 12 elementos que presentaban un comportamiento anómalo.

A continuación se presenta la geología, alteración, mineralización y geoquímica de la subzona de Yashipa.

4.2.- INTRUSIVOS Y ENCAJANTE

El intrusivo aparece a lo largo de la quebrada Yashipa. Está cortando tanto a la secuencia volcanoclástica andesítica (T^A) del Grupo Saraguro, como al borde oriental de la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), por lo que tendría una edad más joven que el Mioceno Temprano.

Uno de los cuerpos corresponde a un pórfido hornbléndico (P^{Hb}) en la parte central y a un complejo de tres diques altamente magnéticos (D^A) de composición andesítica hacia los bordes. Todos ellos tienen una forma elongada y en conjunto tienen una dimensión de 800 m de longitud x 80 m de ancho en dirección ENE. Presentan variaciones texturales, tamaño de cristales y composición; desde una textura intersertal sin hornblenda, hasta una textura porfírica con contenidos de 3 % de hornblenda.

A continuación se detalla cada uno de los cuerpos intrusivos identificados en Yashipa, desde que afloran en la quebrada Porotos hasta la cabecera de la quebrada Yashipa (Mapa No. 3).

El primer cuerpo intrusivo (1 D^A) aflora en la quebrada Porotos. Es el de mayor extensión, tiene una forma elongada, con dirección N 60° y dimensiones de aproximadamente 400 m de longitud x 50 m de ancho. Corta a la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), así como a los volcanoclastos andesíticos (T^A) del Grupo Saraguro. Para su estudio se tomaron 10 muestras de mano RY-CH-06 a RY-CH-11, RY-CH-13 a RY-CH-15 y RY-CH-19 (ANEXO 5), de las cuales 5 se elaboraron láminas delgadas para su descripción petrográfica (ANEXO 2).

En todo el trayecto de la quebrada se encuentran afloramientos que exponen a este dique, con zonas de falla métricas moderadamente silicificadas y rellenadas por magnetita. Estas fallas tienen un rumbo N-S y buzando entre 42° a 70° al E.

Del análisis petrográfico de la muestra RY-CH-06 se definió su composición, que corresponde a un dique andesítico con textura intersertal, 65% de matriz criptocristalina (con vidrio y microlitos de plagioclasa), 5% de feldespato anhedral, 20% de plagioclasa de tamaño ~0.5 mm que corresponde a andesina ($Ab_{66}An_{34}$), 2% de pirita y 8 a 10% de magnetita diseminada en la matriz. La textura intersertal y el bajo grado de desarrollo de los cristales de plagioclasa son indicativos de un emplazamiento somero (Foto 21). Además en la muestra RY-CH-07, se identificó clastos digeridos de la toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. Estos clastos tienen un tamaño de 1 a 2 cm, con sus bordes alterándose a arcillas (Foto 22).

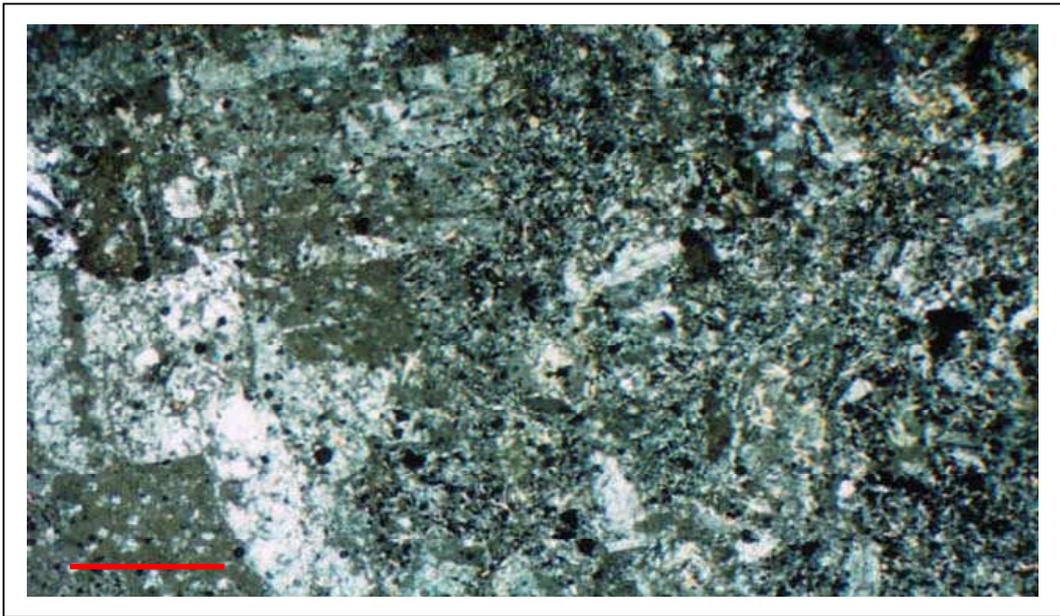
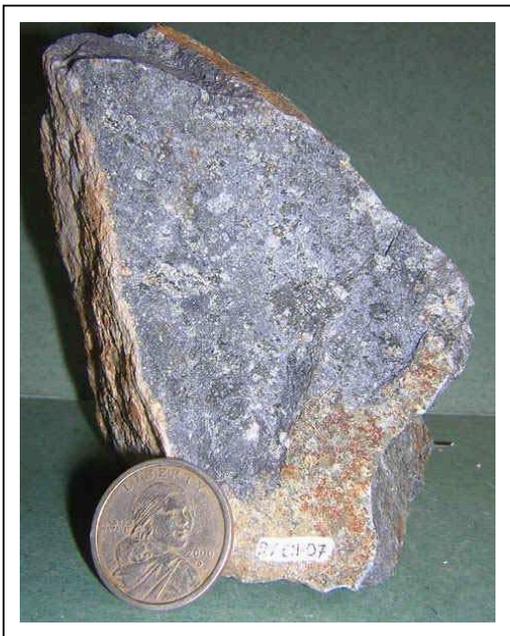


Foto 21.- Muestra RY-CH-06, cuerpo hipabisal de Yashipa (D^A). Textura intersertal con microlitos de plagioclasa (plag), feldespato (Kfs) y magnetita (mag).



CLASTOS DIGERIDOS DE LA TOBA ANDESITICA

Foto 22.- Muestra RY-CH-07, en círculos rojos clastos digeridos de la toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro.
A la derecha lámina delgada donde se aprecia una zona oscura, que corresponde a un clasto de la toba andesítica (línea roja segmentada).

El segundo cuerpo intrusivo (2 P^{Hb}) se localiza aguas arriba de la quebrada Yashipa, tiene una forma elongada y mantiene la dirección de la quebrada. Sus dimensiones son ~150 m de longitud x 50 m de ancho. El límite oriental del cuerpo está en contacto fallado, donde se aprecia una brecha de falla de ~5 m de ancho, la misma que está controlada por una estructura de rumbo N110° / 75° SW.

Se tomaron dos muestras RY-CH-22 y RY-CH-23, y del análisis petrográfico de una de ellas RY-CH-22 (Foto 23) se definió la composición: Contiene 15 a 17% de cristales de plagioclasa, en su mayoría con un tamaño > 2mm y corresponden a andesina Ab₅₈An₄₂. La plagioclasa presenta zonación y está localmente saussuritizada. Cristales euhedrales de hornblenda (3%) se alteran a clorita. Tiene una matriz criptocristalina (75%), textura porfírica. Cristales de magnetita (5%) y pirita fina (2%) están diseminados en la matriz.

Las diferencias con el primer cuerpo es su textura, así como la presencia de hornblenda. También presenta un mayor tamaño y desarrollo de cristales.

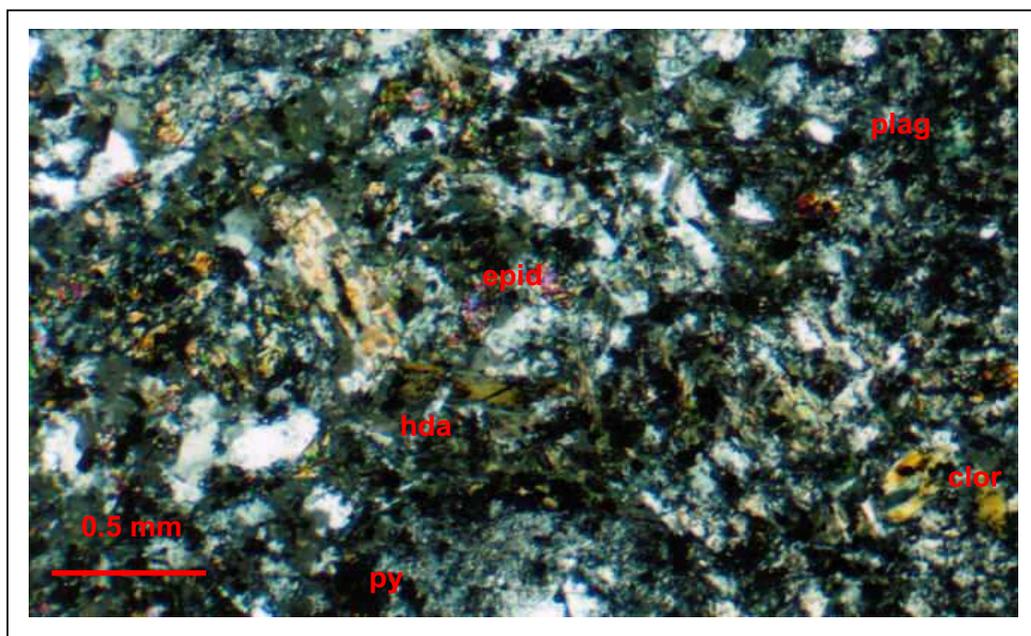


Foto 23.- Muestra RY-CH-22. Pórfido Hornbléndico de Yashipa (P^{Hb}), con cristales de hornblenda (hda), plagioclasa (plag), pirita (py) en una textura porfírica, matriz vítreo junto a microlitos de plagioclasa. Localmente clorita (clor) y epidota (epid).

El tercer cuerpo intrusivo (3 D^A) se lo puede seguir aguas arriba de la quebrada Yashipa, el mismo que es cortado por el túnel T12. Allí una falla normal N10° / 85° SE limita a este cuerpo intrusivo con las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. Este cuerpo tiene una forma elongada en dirección N - S, con una longitud de 100 m x 15 m de ancho.

Del análisis petrográfico de la muestra RY-CH-24, se definió la composición: contiene 70% de matriz criptocristalina, 25% de cristales subhedrales de plagioclasa que corresponde a andesina Ab₆₄ An₃₆, 3% de pirita y trazas de magnetita, en una textura intersertal.

El cuarto cuerpo intrusivo identificado como (4 D^A) está presente en la cabecera de la quebrada Yashipa, con dimensiones ~50 m de longitud x 20 m de ancho, en dirección N - S. Se mapeó una falla vertical con dirección N 70°, la misma que limita el borde sur de este cuerpo y que controla además una zona de brecha de aproximadamente 5 m de ancho.

Se procedió al análisis petrográfico de la muestra RY-CH-28, la misma que contiene: 85% de matriz criptocristalina, los cristales de plagioclasa tienen tamaños entre 1 - 2mm que están parcialmente argilitizados, 3% magnetita y 2% de pirita diseminada en la matriz, en una textura intersertal.

El encajante del cuerpo intrusivo son las toba andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. Para definir la composición de la toba andesítica, se realizó el análisis petrográfico a tres muestras RY-CH-01, RY-CH-03 y RY-CH-20 en lámina delgada (ANEXO 2).

Del análisis petrográfico de la muestra RY-CH-03 (Foto 24), se observa la presencia de una matriz vítrea (65%), con textura clástica, cristales de plagioclasa (30%) cuya composición no fue posible determinar por su alto grado de alteración argílica y hornblenda (5%) alterándose a clorita. También se observa trazas de agregados policristalinos de cuarzo y microfracturas rellenas por magnetita (5%).

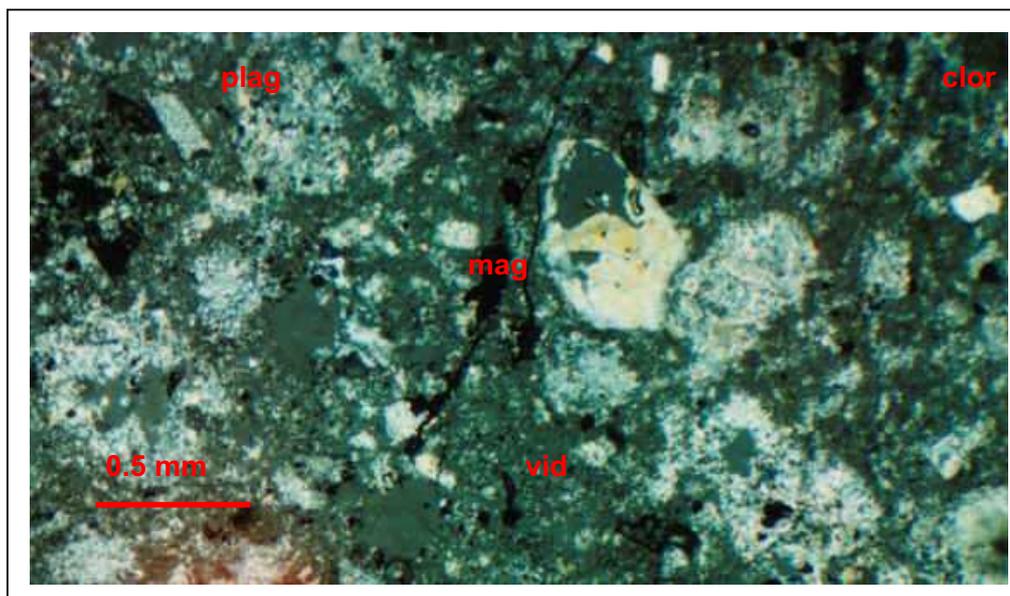


Foto 24.- Muestra RY-CH-03. Toba andesítica (T^A) del Grupo Saraguro, con plagioclasa (plag), matriz vítrea (vid), clorita (clor) y magnetita (mag).

4.3.- SISTEMA VETIFORME DE YASHIPA (SVY)

Para este trabajo se tomaron 37 muestras (5500 a 5536) de vetas y vetillas repartidas en todos los túneles (ANEXO 7). En base al mapeo del piso de cada túnel (Planos No. 7 a 19) y con el modelamiento 3D en el programa de computación Autocad, se logró establecer la configuración espacial del **SVY**.

El **SVY** está conformado por cuatro vetas epitermales con estilo de mineralización de baja sulfuración (BS), con relleno de espacios abiertos subverticales, “jogs” o dobleces tanto a profundidad como en su trazo longitudinal, que no exceden los 30 cm de espesor, sulfuros (pirita) <5%. Las vetas fueron nombradas como V1 a V4, numeradas desde la más cercana a la margen izquierda de la quebrada Yashipa, como V1 (Ver mapa No 3). Todas tienen una dirección ~ENE, que gradúa entre N50° a N90°, y paralelas entre sí. La veta V3 está mineralizada con oro nativo muy fino y la ganga corresponde a cuarzo / calcedonia, alteración sericítica – arcillosa de tipo penetrante; mientras que las otras son estériles con

ganga de cuarzo cristalino grueso. El sistema fue reactivado tectónicamente por encontrar evidencia de cuarzo brechiado.

La veta mineralizada (V3), tiene unas dimensiones de 60 m de longitud x 50 m de profundidad. El espesor promedio es de aproximadamente 0,3 m. (Ver procedimiento de estimación del espesor en Capítulo 5). Esta veta fue interceptada por cuatro túneles (T3, T7, T8 y T10) en tres niveles diferentes. La veta tiene un rumbo N 50° a 90° y un buzamiento leve al NW (Mapa No. 4). El túnel T8 (Mapa No.15) corta a la veta, pero no es interceptada en el túnel T9 (Mapa No.16) que se encuentra ubicado en la misma cota (3.100 m) pero más al Este; por lo que el límite oriental de la veta, está definido por el túnel T8.

En la tabla 1 se presenta la descripción de la veta mineralizada, mostrando valores de Au y Ag en las cuatro intersecciones.

De los cuatro túneles mapeados, sólo dos T8 (Mapa No.15) y T10 (Mapa No. 17) interceptan a la veta en el nivel superior (3.100 m). Aquí la ganga corresponde a cuarzo cristalino grueso y fracturado de color blanco con 3% de pirita. En cambio el túnel T3 (Mapa No. 10), que corta a la veta en el nivel inferior (3.050 m), la ganga está conformada por sílice calcedónico que acompaña al cuarzo cristalino, con pirita en un 2 a 3%. En este nivel la lixiviación de la pirita ha producido una textura boxwork que es rellenada por hematita. La veta corta en el nivel intermedio al Túnel T7, y corresponde a cuarzo cristalino más calcedonia y pirita.

Los minerales de alteración presentes alrededor de la veta son sericita abundante con mezcla de arcillas y goethita - hematita. Los halos de alteración están en el orden de los 15 cm de espesor en cada lado de la veta.

La veta mineralizada está afectada por un fuerte cizallamiento, por evidencia de salbanda en los bordes, y por la presencia de cuarzo grueso brechiado.

Hay que destacar que la veta en la cota más baja (3.050 m), aumenta su espesor y la ley de Au, creándose un mayor interés en la exploración a profundidad.

La veta estéril (V4), está cortada por los túneles T8 y T9 a los 3.100 m (Mapa No. 5 y ANEXO 8) y se encuentra alejada 12 m al SE de la veta mineralizada, manteniendo el paralelismo. La tabla 2 resume los valores de Au y Ag de la veta V4. Esta veta tiene un rumbo N 60° a 85° y un buzamiento entre 65° y 75° al NW. La ganga corresponde a cuarzo cristalino grueso y fracturado de color blanco, donde está presente un halo de alteración de óxidos de hierro (goethita y hematita), que no exceden los 10 cm de espesor en cada lado de la veta. No se observó mineralización de sulfuros.

No. Muestra	Túnel que corta la veta	Cota (m)	Rumbo	Buzamiento	Ancho veta (cm)	Descripción	Au (g/t)	Ag (g/t)
5516	T3	3050	N80°	85° NW	10	Cuarzo cristalino grueso fracturado + sílice calcedónico gris azulado, pirita 2 - 3 %	8,62	7,50
5526	T7	3076	N50°	50° NW	5	Cuarzo cristalino grueso fracturado, + sílice calcedónico gris azulado pirita 2 - 3 %	5,73	2,40
5527	T8	3100	N80°	72° NW	10	Cuarzo cristalino grueso fracturado + sílice calcedónico gris azulado, pirita 2 - 3 %	6,53	1,80
5534	T10	3100	N90°	85° N	5	Cuarzo cristalino grueso fracturado + sílice calcedónico gris azulado, pirita 2 - 3 %	1,19	1,40

Tabla 1. Descripción de muestras de veta V3 mineralizada, con valores de Au- Ag.

No. Muestra	Túnel que corta la veta	Cota (m)	Rumbo	Buzamiento	Ancho veta (cm)	Descripción	Au (g/t)	Ag (g/t)
5530	T8	3100	N85°	75° NW	15	Cuarzo cristalino grueso fracturado	0,005	0,8
5533	T9	3100	N60°	65° NW	7	Cuarzo cristalino grueso fracturado	<0,005	2,2

Tabla 2. Descripción de muestras de la veta V4 estéril, con valores de Au - Ag.

4.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL SVY

En el Mioceno Tardío producto de la subducción de la placa Inca al Sur de los 2° S en el Ecuador (Gutscher et al., 1999), proseguido de un cambio en la convergencia ortogonal a una oblicua, originaría una respuesta tectónica a nivel local (Shaglli - Yashipa), formando fallas transcurrentes sinestrales con rumbo

WNW - ESE (N 110° a 130°), y que funcionarían como planos generatrices del **SVY** (Figura 5). Es importante señalar que cambios de la convergencia ortogonal a una convergencia oblicua y viceversa pueden originar mineralización, a lo largo de fracturas de dilatación bajo la influencia de estructuras transcurrentes (Corbett, G et al., 1994).

De esta manera las vetas del **SVY** serían una zona de dilatación, con relleno de espacios abiertos y formación de vetas de tensión o (tension veins) con rumbo N 50° a 90°, cuya dirección coincide con la orientación del esfuerzo principal (σ_1), como se aprecia en la figura 5.

Estas vetas de tensión son zonas permeables en la dirección del esfuerzo mayor, donde los fluidos mineralizantes son empujados de las rocas encajantes por la variación de presión hacia las zonas de menor presión. La repetición de este proceso produce cada vez mayor concentración de los metales (Corbett, G et al., 1994).

Los metalotectos (controles de mineralización) estructurales en Yashipa, serían por lo tanto tres fallas principales sinestral en los bordes y dextral al centro con rumbo N110° a N130° y con buzamientos subverticales (Mapa No. 3). Estas fallas juegan un papel importante limitando tanto la continuidad de la veta hacia el oriente y/o occidente, como a la alteración sericítica hacia los bordes. Estos sistemas de extensión demuestran el modo en que las estructuras transcurrentes (fallas sinestrales) controlan a estructuras locales con mineralización **SVY**, pero ellas por sí mismas esencialmente son estériles (Corbett, G et al., 1994).

La primera falla que voy a llamarla Estructura Occidental, tiene un rumbo N 130° y un buzamiento de 70° NE. Esta falla fue mapeada en el túnel T4 (Mapa No. 11 y ANEXO 8) y limita la continuidad de la veta mineralizada, así como a la alteración sericítica en el borde SW.

La segunda falla que voy a llamarla Estructura Oriental, es vertical y con rumbo N120°, la misma que es cortada por el túnel T9 (Mapa No.16 y ANEXO 8). Esta

falla limitaría y/o desplazaría la continuidad de la veta mineralizada V3 hacia el este.

Se identificó también una Estructura Central, con movimiento dextral, que se encuentra entre las dos fallas anteriores. Tiene una dirección N 110° a 130° y buzamiento vertical, la misma que es mapeada en cuatro túneles, T2 - T3 - T5 y T6 (ANEXO 8). Esta falla afecta a la veta estéril V1 (muestras 5510 - 5515 - 5525), la misma que se encuentra cizallada, con presencia de cuarzo fracturado y una salbanda de arcillas.

Por lo expuesto anteriormente, el **SVY** se formaría a partir de estas estructuras, por lo que se consideran a las mismas como premineral. Hay que considerar también los posibles eventos de mineralización que se formaron a partir de la reactivación de estas estructuras, con generación de alteración rica en sericita y que incorporaron oro-calcedonia en vetas de cuarzo preexistentes.

Con estos antecedentes, el **SVY** se creó a partir de una zona de dilatación, con la formación de grietas de tensión con rumbo ~ENE, que funcionó como respuesta al campo de esfuerzos compresivos en esa dirección.

En la figura 6, se aprecia la distribución del campo de esfuerzos para el **SVY**. Así como la relación existente entre una zona de cizallamiento transcurrente y la formación de vetas en la dirección de compresión ~ ENE.

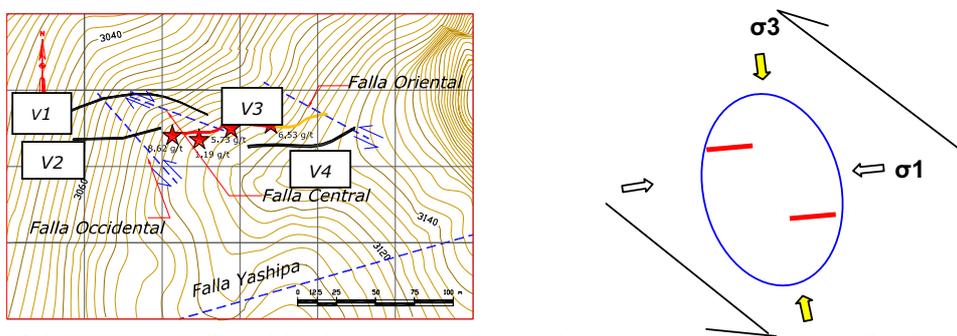


Figura 6. A la derecha elipsoide de esfuerzos, donde se aprecia el desarrollo de grietas de tensión (en rojo). A la izquierda el **SVY**, con fallas transcurrentes (línea azul segmentada), y la formación de vetas: mineralizada (línea roja continua), inferida (línea naranja continua) y estéril (línea negra continua).

4.5. - ALTERACIÓN - MINERALIZACIÓN DEL SVY

La alteración en el **SVY**, comprende una zona central de 10 cm de silicificación (cuarzo-calcedonia) que contiene la mena (oro nativo muy fino). Esta pasa lateralmente a una alteración sericítica/arcillosa de tipo penetrante que afecta a los bordes de la veta mineralizada, y forma un halo que no excede los 30 cm. Una alteración argilica intermedia mapeada en todos los túneles, a excepción de T1, T2, T11 y T12, está dominada por illita (?), hematita y goethita, que envuelve a manera de un halo exterior a la alteración sericítica. Hacia fuera de estas zonas, ocurre una alteración conspicua propilítica o subpropilítica periférica, caracterizada por clorita, esmectita y en forma subordinada epidota identificada en los túneles T1, T2, T11 y T12 (Perfil de Alteración en Mapa No. 3).

Hay que anotar, que el cuerpo subvolcánico de Yashipa, presenta una moderada silicificación controlada por fallas locales, acompañada por pirita y magnetita.

Utilizando el microscopio petrográfico Leica con luz reflejada del Departamento de Metalurgia Extractiva de la E.P.N., se analizaron dos muestras de secciones pulidas (5510 y 5516), cuyos resultados se presenta en el ANEXO 3.

De la descripción para la muestra 5516 del túnel T3, notamos que el contenido de pirita no sobrepasa el 3%, donde su granulometría y su forma varía (Foto 25). Primero, se observa una pirita fina < 0,04 mm (40 micras), diseminada en la ganga de sílice calcedónico junto a unos agregados masivos de pirita >1mm y hematita, rellenando espacios vacíos, lo que da a la veta una textura de boxwork. La hematita es de color gris rojiza y se presenta como granos libres alargados de tamaño entre 0,1 mm - 0,8 mm.

Se identificó trazas de oro nativo (Foto 26) en la ganga de sílice calcedónico. El grano de oro es de tamaño 0,01 mm (10 micras), con lo cual al ser muy fino, no se tendría una recuperación del 100%. La presencia de oro en la ganga de sílice calcedónico, indicaría un evento mineralizante tardío respecto a las vetas de

cuarzo masivo, que incorporó gel de sílice calcedónico más oro. La baja presencia de sulfuros en la roca beneficia los procesos de extracción.

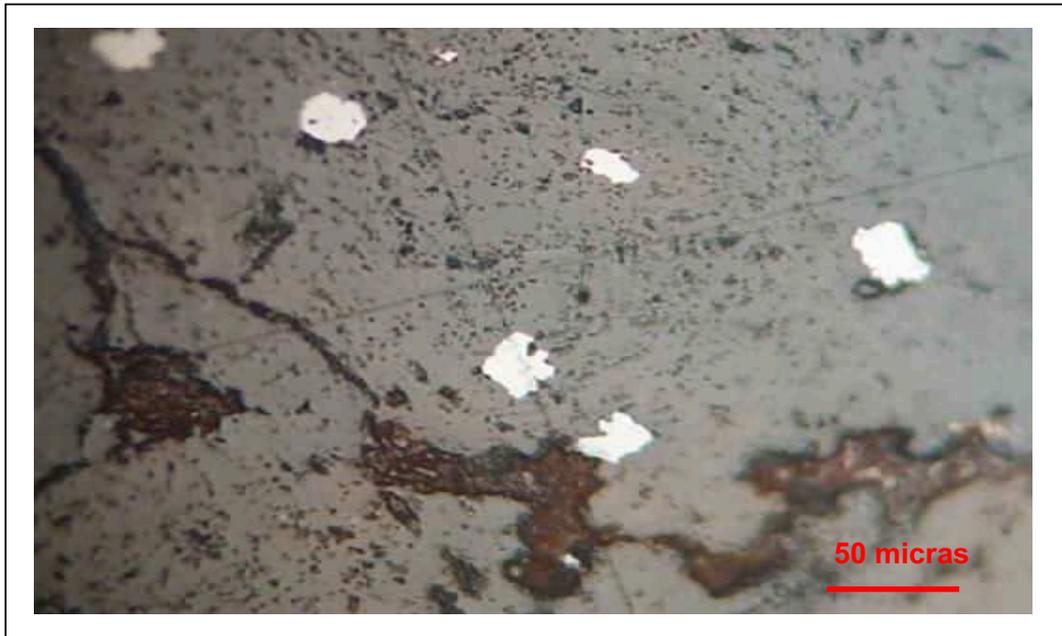


Foto 25.- Muestra 5516, donde se aprecia agregados de pirita - hematita en ganga de calcedonia.



Foto 26.- Muestra 5516, donde se aprecia oro nativo fino en círculo rojo, hospedado en sílice calcedónico y hematita como puntos de color rojo.

La veta V1 del túnel T2 se muestreo, (5510) y se identificó una paragénesis mineral de pirita - hematita y esfalerita - pirita que están en la matriz de cuarzo masivo, no se detectó oro. Existen dos generaciones de pirita, una gruesa de forma masiva (tamaño de cristales > 2 mm) alterándose a hematita en los bordes (Foto 27), y otra de grano fino, diseminada en la matriz como spots y rellenando microfisuras con tamaño entre 10 micras - 100 micras.

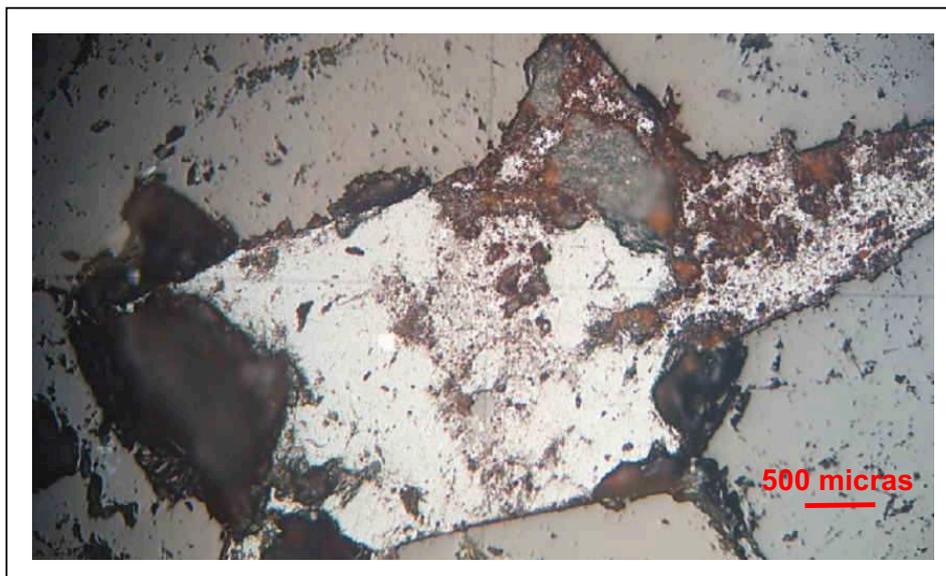


Foto 27.- Muestra 5510, correspondiente a la veta V1, donde se aprecia cristal de pirita gruesa reemplazado por hematita en los bordes.

4.6.- HISTORIA GEOLÓGICA DEL SVY

En el Terciario la actividad del arco volcánico - magmático continental en el Ecuador ha sido continua, generando los productos del Grupo Saraguro (Eoceno Tardío - Medio (?) a Mioceno Temprano). Estos productos comprenden lavas andesíticas y brechas, así como volcanoclastos de composición andesítica hasta riolítica, que se depositaron sobre un basamento metamórfico.

La subducción de la inferida placa Inca en el Mioceno Medio (12-10 Ma, Gutscher et al., 1999) al Sur de los 2° S, proseguido de un cambio en la convergencia ortogonal a una oblicua, produciría una respuesta a “pequeña escala” en Yashipa,

formando estructuras transcurrentes con tendencia WNW - ESE de alto ángulo, que funcionarían como planos generatrices de vetas de tensión.

Por lo tanto se considera al **SVY** como una zona de dilatación con rumbo ENE (N50° a 90°). No siendo la única en el área, ya que existen corredores estructurales similares al **SVY** con tendencia ~ ENE, como la falla Yashipa.

Estos corredores estructurales cortarían a los volcanoclastos de la Fm. Turubamba del Mioceno Tardío (8 Ma), lo que implicaría un evento Post Turubamba que mineralizó a las vetas en Yashipa (?). Para esta presunción sobre la edad de la mineralización en Yashipa ($\leq 8\text{Ma?}$), no se considera el o los evento(s) de reactivación tectónicas que pudieron ser afectadas las vetas y que incorporaron oro, y por lo tanto cambiaría la edad de la mineralización.

En el **SVY**, se produjo una fuerte erosión (0,38 mm/año, según Steinmann, 1999 en el Sur del Ecuador), que expone a intrusivos y sistemas hidrotermales. La erosión provocó un descenso del nivel freático en Yashipa, lo que explicaría la superposición de texturas típicas de diferentes profundidades de formación, como sílice calcedónico de color gris azulado, y cuarzo cristalino masivo.

Las estructuras transcurrentes WNW - ESE se reactivaron, ocasionando la apertura de la vetas ya existentes, producido por un fracturamiento hidráulico e incorporando oro en gel de sílice calcedónico en un pulso tardío (?).

Si bien no existen datos acerca de la edad de la mineralización en Yashipa, es posible en principio atribuirla al Mioceno Tardío, por existir controles estructurales de dirección ENE de fallas, p.e. Yashipa que cortan la secuencia de Turubamba.

4.7.- RESUMEN DE LA GEOLOGÍA DE YASHIPA

Del mapeo geológico en la subzona de Yashipa, podemos mencionar que existe un cuerpo intrusivo de características hipabisales de composición andesítica y altamente magnético, encajado en las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

Este cuerpo hipabisal andesítico está cortando a la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), y representa fases tardías de los pulsos intrusivos (cuarzodiorita, microcuarzodiorita y granodiorita) de Shaglli.

Este cuerpo tiene una forma elongada en dirección ENE y 800 m de longitud x 50 m de ancho, siguiendo el curso de la quebrada Yashipa. Hacia los bordes el cuerpo tiene una textura intersertal (Diques 1-3 y $4D^A$), mientras que hacia el centro su textura se hace porfírica, mapeándose un pórfido hornbléndico ($2P^{Hb}$).

Las características texturales, como la presencia de microlitos de plagioclasa y vidrio en la matriz, así como el incipiente desarrollo de los cristales, indican que estos cuerpos se emplazaron en un nivel somero.

La diferencia entre estos cuerpos (D^A y P^{Hb}) radica en dos factores principales: El tamaño de cristales de plagioclasa y la presencia de hornblenda. Así, los diques contienen microlitos de plagioclasa, mientras que en el pórfido central el tamaño de la plagioclasa es mayor ($> 2\text{mm}$). El segundo factor es la presencia de hornblenda, con un 3% en el pórfido central.

En el primer cuerpo intrusivo, es frecuente estructuras N-S, con el desarrollo de zonas métricas silicificadas, cuyos bordes están rellenos por magnetita.

En base al mapeo de trece túneles, muestreo de las vetas existentes y con asistencia del modelo 3D de Yashipa, se logró establecer la configuración espacial del Sistema Vetiforme Yashipa (**SVY**). El mismo que está conformado por 4 vetas (V1 a V4) epitermales subverticales y paralelas entre sí, con dobleces a profundidad y en su trazo longitudinal, Tienen dirección ENE entre $N50^\circ$ y 90° , encajadas en las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. Las vetas no

superan los 30 cm de espesor, y están cizalladas, lo cual se evidencia por la presencia de cuarzo fracturado y una salbanda de sericita en los bordes.

La veta V3 está mineralizada con una ley máxima de Au de 8,62 g/t, y fue interceptada en cuatro túneles. La ganga corresponde a cuarzo cristalino grueso + calcedonia, con halos de alteración de sericítica-arcillosa penetrativa de 15 a 20 cm en cada lado de la veta. La mineralización está conformada por un 2 a 3% de pirita, presente en dos generaciones: una gruesa (>2mm) y otra fina (40 micras), donde los remantes de pirita gruesa dejan en la veta una textura boxwork.

El oro es muy fino con un tamaño de 10 micras y está hospedado en un gel de sílice calcedónico. Las vetas probablemente fueron reactivadas, incorporando oro en la calcedonia en un pulso tardío.

Las otras vetas son estériles, tienen dirección ENE y un leve buzamiento hacia el NW. La ganga corresponde a cuarzo cristalino grueso (con ausencia de calcedonia) y está presente un halo de alteración de illita de 15 a 20 cm en cada lado de la veta. No hay evidencia de sericita y sulfuros.

Tres fallas transcurrentes subverticales, con rumbo WNW - ESE (N110° a N130°), fueron mapeadas en los túneles, controlando y limitando la continuidad del **SVY**, así como la alteración sericítica.

Además, cercano a la zona de Yashipa, son identificadas fallas (p.e. Yashipa y Masucay) con dirección ENE, que controlan el emplazamiento de cuerpos hipabisales como el de Masucay. Estas fallas cortan a los volcanoclastos del Mioceno Tardío de la Fm. Turubamba en los páramos de Carachula. Con lo cual se establece una edad de mineralización del **SVY** posterior al Mioceno Tardío (?) (sin considerar eventos posteriores de reactivación - mineralización).

Una fuerte erosión provocó un descenso del nivel freático en Yashipa, enfriando el sistema hidrotermal, lo que explicaría la presencia de sílice calcedónico en un nivel inferior (3.050 m), y cuarzo cristalino grueso en un nivel superior (3.100 m).

4.8.- GEOQUÍMICA DE YASHIPA

Toda exploración geoquímica tiene tres componentes: muestreo, análisis y la interpretación de los resultados. La condición básica de la exploración geoquímica (Fletcher et al., 1986), es que el muestreo a través del área de estudio y su análisis sistemático pueden revelar rasgos indicativos de la presencia de mineralización económicamente viable.

Según Fletcher et al. (1987) de la Sociedad de Geólogos Económicos, los estudios geoquímicos son usados en varios estados de exploración mineral, con cuatro niveles, como se menciona a continuación:

1. Regional.- Reconocimiento de campos y cinturones minerales
2. Local.- Identificación de objetivos para evaluación
3. Concesión.- Definición de límites de la mineralización (Yashipa)
4. Depósito.- Ubicación de cuerpos individuales de menas

Las técnicas aplicables a escala regional, con muestras ampliamente esparcidas, pueden ser incapaces de proveer una definición de la escala del depósito. Por el contrario, un muestreo muy detallado, usado para localizar cuerpos de mena individuales, es mucho más costoso e infructuoso para aplicar en escala regional.

Para Yashipa el estado de exploración mineral está en el nivel de estudio de la concesión, y tiene el objetivo de definir los límites de la mineralización. Para ello se procedió a la toma de 435 muestras de suelo (Mapa No. 5), a una profundidad aproximada de 40 a 80 cm dependiendo del desarrollo del suelo.

Puesto que el terreno es accidentado y con pendientes fuertes, el muestreo de suelos se efectuó a lo largo de curvas de nivel, que cruzan transversalmente los drenajes de Yashipa y Mayo, como se observa en la figura 7. Ocho líneas siguen las curvas de nivel (SL-1 a SL-8) y están separadas 25 m en cota, y con intervalos también de 25 metros entre cada muestra. La línea SL-9, ubicada en la esquina nororiental del área, se muestreo a lo largo de una colina alargada de dirección NNW, también con intervalos de 25 m entre cada muestra.

El muestreo cubrió las tres litologías identificadas de la zona: Una pequeña porción (Borde Oriental) de la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), una parte de la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro y la totalidad del cuerpo intrusivo andesítico de Yashipa.

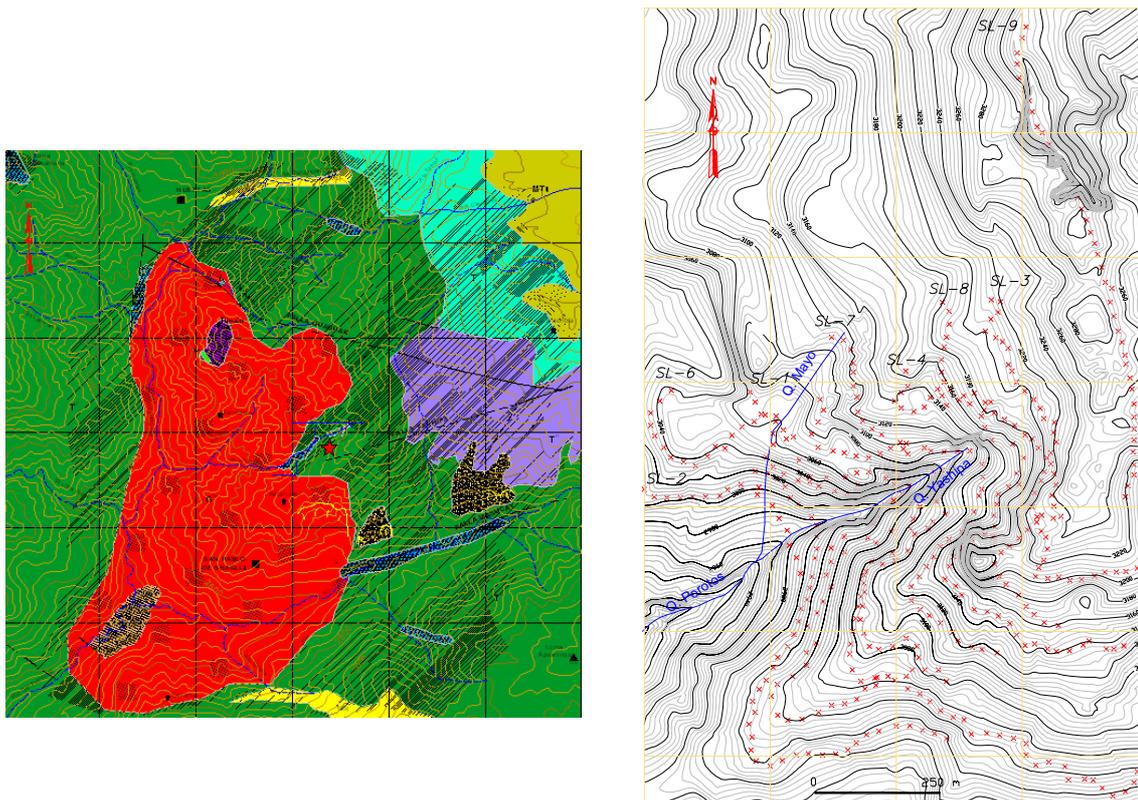


Figura 7. Mapa de Ubicación del área de muestreo geoquímico en Yashipa, exhibiendo las nueve líneas de suelos SL-1 a SL-9. El círculo rojo encierra las labores mineras de Yashipa.

Todas las muestras se enviaron a los Laboratorios ALS Chemex, y se analizaron con el método de ensayo al fuego, código Au - AA24, que detecta rangos entre 0.005 a 10 ppm para oro y el ensayo digestión de agua regia, código ME - ICP 41. Los elementos analizados fueron: Au+34 elementos (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sr, Ti, Tl, U, V, W, Zn).

Además, se procedió a muestrear 37 vetas y vetillas (5500 a 5536) en los 13 niveles de túneles en Yashipa, para definir variaciones laterales y verticales en el contenido de Au y Ag (ANEXO 9).

Para la mejor interpretación de los resultados de una forma gráfica (Mapas Geoquímicos), los valores de las muestras se plotearon en el programa de computación Mapinfo 8.0, que a diferencia de otros software (como Surfer que genera isolíneas, y que en muchos casos exagera las zonas anómalicas), representa a los valores con puntos de diferente tamaño y color según la división de rangos que se haya establecido previamente. Esto facilita la comprensión visual y muestra si una anomalía representa una “zona anómala”, o únicamente representan valores puntuales de anomalía.

4.8.1.- ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS

Se entiende por anomalía a una desviación estadísticamente significativa, a partir del valor de fondo o background. Una anomalía geoquímica se expresa como una variación en la distribución geoquímica normal correspondiente a un área o a un ambiente geoquímico (www.fortunecity.es/expertos.html).

Es importante señalar que una anomalía geoquímica contrasta claramente con lo que podríamos denominar valores normales de un determinado elemento químico. Aunque a veces una anomalía puede ser obvia en términos numéricos (valores extremadamente altos de un elemento), la caracterización de la misma se lleva a cabo mediante un tratamiento estadístico (www.plata.uda.cl/minas.html).

Generalmente la presencia de mineralización es revelada por un incremento en la abundancia relativa de los elementos de mena o elementos indicadores en el material colectado por el estudio, donde sobresale un término llamado contraste.

El contraste es la diferencia entre la abundancia relativa de un elemento relacionada con la mineralización y su abundancia en condiciones normales (valor de fondo) de no mineralización.

El contraste de las muestras de suelos depende del a) el contraste primario entre la roca mineralizada y no mineralizada b) la movilidad de los elementos en un ambiente específico y c) dilución por estéril de material no mineralizado.

Para obtener un óptimo contraste (Fletcher et al.,1986) mencionan que se empieza por el reconocimiento en el campo del ambiente y de los procesos de depositación y dispersión de los elementos a estudiarse, así como presencia de precipitados secundarios, desarrollo anormal de suelos, distribución del transporte de la sobrecarga, etc. Finalmente mencionan que las técnicas de recolección de las muestras (horizontes de muestreo), así como la preparación y el escogitamiento del método analítico, también pueden afectar el contraste.

Para la subzona de Yashipa, se procedió a la determinación de diferentes rangos de anomalías para 12 elementos que presentaron un comportamiento anómalo como oro, plata, metales base (cobre, plomo y zinc), además bario, cobalto, manganeso, cromo, molibdeno, así como para elementos pathfinders para oro (arsénico y antimonio). La presencia de estos últimos elementos en un sistema epitermal pueden ser detectados más fácilmente en comparación al elemento de interés o blanco, como el oro. Un claro ejemplo de un yacimiento de oro encontrado en el Ecuador a partir de anomalías de arsénico, es el de Fruta del Norte de la Compañía AURELIAN ECUADOR.

4.8.1.1. - Cálculo de variables estadísticas

Con el propósito de presentar de una forma gráfica (mapas geoquímicos) los resultados obtenidos a partir del tratamiento estadístico de los datos geoquímicos, se procedió al cálculo de las diferentes variables estadísticas más usadas como: desviación estándar (σ), background o valor de fondo (Δ), threshold o umbral de anomalía (T).

Para el caso de Yashipa, cuando se dispone de un número alto de observaciones o muestras (N) el método de desviación estándar es preferido, no siendo el único.

Primero se procede a establecer cuantas veces se repite el valor de cada muestra, para determinar su frecuencia, representado en un histograma de frecuencias, que es un método familiar para desplegar información numérica. A esta agrupación de datos se la simplifica, presentándola en diferentes clases (**c**).

A continuación se enumera los pasos a seguir para construir una distribución de frecuencias de datos agrupados en clases, así como la determinación del valor de fondo, umbral y los diferentes rangos. Además en la tabla 3 se muestra todo el procedimiento para el cálculo de las variables estadísticas para el elemento oro.

1.- Procedemos a ordenar los valores de las muestras en forma ascendente, donde obtenemos los valores mínimo y máximo registrados.

2.- Determinamos el número de clases (**N.c.**), que está en función del total de muestras, y que está dado por la siguiente expresión:

$$\mathbf{N.c. = 1 + 3.3 \times \log N} \quad (1)$$

donde:

N = Número de muestras

3.- Calculamos el intervalo de clase **c**, usando la fórmula 2.

$$\mathbf{c = \frac{\log \text{Max} - \log \text{min}}{3.3 \log N}} \quad (2)$$

donde:

Max = Valor máximo de la muestra

min = Valor mínimo de la muestra

4.- Calculamos el límite inferior de la primera clase, (**c1**) según la fórmula 3.

$$c1 = \text{Log min} - c/2 \quad (3)$$

5.- Contando los valores que pertenecen a cada clase definida anteriormente, obteniendo la frecuencia absoluta (**f**), así como $f u$, $f u^2$, donde u es el punto de inflexión en la curva en el histograma, adoptando valores positivos desde 1, hacia abajo de la curva, a partir de la clase de mayor frecuencia.

Todos estos valores nos ayudan para el cálculo del valor de fondo (background), desviación estándar, umbral de anomalía (threshold),

6.- Luego obtenemos el punto medio de clase (**x**), según la fórmula 4

$$x = \frac{\text{límite superior} + \text{límite inferior de la clase con mayor frecuencia}}{2} \quad (4)$$

7.- De estas fórmulas, procedemos al cálculo del valor de fondo o **Background** (**Δ**), con la siguiente expresión (5).

$$\Delta = x + \left(\frac{\sum fu}{N} \right) c \quad (5)$$

8.- Procedemos al cálculo de la **Desviación Estándar** (**σ**), que es quizás la medida de dispersión mas usada en el tratamiento de datos geoquímicos, y que está expresado por la fórmula (6).

$$\sigma = c \sqrt{\frac{\sum fu^2}{N} - \left(\frac{\sum fu}{N}\right)^2} \quad (6)$$

9.- Luego procedemos al cálculo del **Threshold o Umbral de anomalía**, que coincide con el límite superior de los valores de fondo, los valores mayores al umbral son considerados anomalías, y está expresado en (7) como:

$$T = \Delta + 1 \sigma \quad (7)$$

10.- Finalmente definimos los rangos de anomalías, que se las ha dividido en cuatro tipos. Aquí es importante señalar que el rango es definido por dos valores límites (alto y bajo), de un grupo de datos. Una simple variación en los valores límites puede resultar en un drástico cambio en el rango (Fletcher et al., 1986).

- 1.- Subanomalía, con valores que van desde el valor mínimo hasta el Umbral
- 2.- Anomalía Baja, con valores desde el Umbral hasta $(\Delta + 2 \sigma)$
- 3.- Anomalía Media, con valores desde $(\Delta + 2 \sigma)$ hasta $(\Delta + 4 \sigma)$
- 4.- Anomalía Alta, con valores $> \Delta + 4 \sigma$

4.8.2.- INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA DE SUELOS

Aunque los métodos y resultados de exploración geoquímica son bien descritos, y cuyo producto son mapas geoquímicos, la interpretación debe basarse en factores fundamentales como: a) El conocimiento geológico del yacimiento, que comprende principalmente controles estructurales (funcionamiento de fallas), texturas de la ganga y alteraciones, b) Conocer la historia geológica reciente de cualquier área (erosión glacial y posible enterramiento de la mineralización bajo recientes depósitos volcánicos) (PRODEMINCA, 2000) y c) El conocimiento de la distribución de los elementos en un contexto litológico específico (Rose et al., 1979).

Es por esto que debido al contraste litogeoquímico en la Cordillera Occidental, producto del mosaico de terrenos existentes, causa que muchos objetivos de exploración sean anómalos sólo en el contexto de su ambiente litológico específico. Por lo que Williams et al. (2000) a partir de la recolección de 4.850 muestras en drenajes de la Cordillera Occidental, produjeron una normalización litogeoquímica de 15 discretas unidades litoestratigráficas entre 2° S - 3° S.

Los resultados mostraron una variación en el valor de fondo en sedimentos activos con respecto al oro para el Grupo Saraguro (encajante de las fases intrusivas de Shaglli, así como de las vetas auríferas de Yashipa) y que está en el orden de 37 a 90 ppb, comparado con los 50 ppb que es el valor de fondo a nivel regional para el mismo Grupo.

Estos “valores base” para oro en sedimentos, disminuyen considerablemente en suelos, y deben tomarse en cuenta como un parámetro de medida cuando se hace el análisis de los resultados, para discriminar objetivos de mineralización con suelos estériles.

Además, para una acertada interpretación geoquímica, es importante conocer los resultados arrojados de una exploración, donde se debería interpretar todos los rasgos de un mapa geoquímico, los altos y los bajos, pero este no es siempre el

caso. Mucho dinero ha sido invertido en técnicas de muestreo sobre zonas con sobrecarga transportada. Los resultados de los patrones geoquímicos son bastante irrelevantes y poco interesantes, y muchas conclusiones interpretan erróneamente, al decir que estas áreas por ausencia de una respuesta geoquímica, no tengan un potencial económico. Esta declaración es falsa ya que pudo ser utilizada una inapropiada técnica de muestreo para esas condiciones (Fletcher et al., 1986).

En suma todos estos factores inciden directamente para una adecuada interpretación de los resultados en la definición de zonas con presencia de mineralización.

A continuación se presenta la tabla 4 para 12 elementos que mostraron anomalía en suelos de la subzona de Yashipa, que resume los datos de variables estadísticas, rangos determinados y seguidamente se describe la importancia de cada uno de ellos.

Elem	Valor Mínimo (ppm)	Valor Máximo (ppm)	Valor de Fondo (ppm)	Umbral (ppm)	I Rango Subanomalía (ppm)	II Rango Anomalía Baja (ppm)	III Rango Anomalía Media (ppm)	IV Rango Anomalía Alta (ppm)
Au	0,005	0,639	0,013	0,026	0,005 - 0,026	0,026 - 0,051	0,051 - 0,196	> 0,196
Ag	0,2	4,2	0,386	0,648	0,2 - 0,648	0,648 - 1,087	1,087 - 3,06	> 3,06
Cu	9	156	49	72,27	9 - 72,27	72,27 - 106,60	106,6 - 156	> 156
Pb	6	3.450	111,15	238,88	6 - 238,88	238,88 - 513,36	513,36 - 2.370,92	> 2370,921
Zn	2	492	73,22	147,96	2 - 147,96	147,96 - 298,96	> 298,96	-----
As	2	181	31,89	63,28	2 - 63,28	63,28 - 125,59	>125,59	-----
Sb	2	36	6,719	13,03	2 - 13,03	13,03 - 25,26	> 25,26	-----
Ba	10	460	62,06	102,21	10 - 102,21	102,21 - 168,34	> 168,34	-----
Mo	1	26	1,85	2,79	1 - 2,79	2,79 - 4,20	> 4,20	-----
Co	1	97	7,16	18,03	1 - 18,03	18,03 - 45,41	> 45,41	-----
Cr	3	62	21,60	34,34	3 - 34,34	34,34 - 54,61	> 54,61	-----
Mn	7	5.480	533,12	1.572,68	533,12 - 1572,68	1.572,68 - 4.639,35	> 4.639,35	-----

Tabla 4. Parámetros estadísticos para 12 elementos que presentan anomalía en suelos en la subzona de Yashipa.

4.8.2.1.- Oro

A partir de la reducción de los datos geoquímicos e interpolando los valores de las muestras de suelo en Yashipa, se obtuvo cuatro rangos de anomalías. También se obtuvieron el valor de fondo que es de 0,013 ppm, el umbral de anomalía con un valor de 0,026 ppm, y que corresponde al límite inferior de la subanomalía.

Todos estos valores anómalos de oro se encuentran concentrados en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 8).

Debido a que los fluidos hidrotermales, al tener una baja viscosidad, pueden migrar a lo largo de fracturas y poros que hacen las veces de canales de transporte en la roca caja, estos concentran zonas con anomalías a manera de aureolas alrededor de estructuras (Rose et al., 1979). Por lo cual se pudo reconocer dos zonas anómalas en Yashipa:

La primera zona, como era de esperarse, se encuentra sobre las labores mineras abandonadas, con valores entre 0,026 ppm a 0,132 ppm.

Una segunda zona ubicada a 100 m al norte de la cabecera de la quebrada Yashipa, donde se concentran valores que varían desde 0,09 ppm hasta 0,165 ppm. Esta zona forma un patrón geoquímico que presenta una anomalía discontinua, la cual sigue un corredor ENE de unos 400 m, reflejando una posible distribución irregular de mineralización en esta dirección (?).

Como referencia importante, hay que anotar que en este corredor de dirección ENE, aflora una veta vertical N 70° (Muestra M-CH-01), la misma que tiene valores en el límite detectable de oro, y posiblemente ésta anomalía geoquímica estaría relacionada con una estructura paralela a la veta.

Además, dos valores con anomalía media y un único valor de 0,639 ppm se encuentran en la parte baja de las labores mineras, en el lecho mismo de la quebrada Yashipa. Estos valores se deberían a contaminación producida por material de relaves de los túneles, y arrojado en las partes bajas de la quebrada.

4.8.2.2.- Plata

Al igual que el oro, todos los valores anómicos registrados, se concentran en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 9).

El valor Umbral de Anomalía se determinó en 0,648 ppm, y presenta una zona anómica que está constituida por sólo 19 puntos (5%) que superan este rango del umbral. Esta zona se encuentra ubicada por encima de las labores mineras, en las cercanías de las fallas de dirección ENE del **SVY**. La muestra que tiene el mayor valor no supera el 1,4 ppm.

Además en la parte alta de la margen derecha de la quebrada Yashipa, se encuentran dos valores puntuales de 4,2 ppm, relacionado posiblemente con el mismo corredor estructural de dirección ENE, que controla también la anomalía discontinua de oro.

4.8.2.3.- Cobre

Apenas un 2 % de todas las muestras, es decir un promedio de 10 muestras presentan una anomalía baja, con valores puntuales de 87 ppm y un valor máximo registrado de 156 ppm.

Dos valores puntuales que no superan los 100 ppm, están ubicados sobre las labores mineras de Yashipa. Otro grupo de muestras con anomalía media y baja están localizadas en la margen izquierda de la quebrada Mayo, localizadas en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 10).

Con lo descrito anteriormente, el cobre no muestra ningún comportamiento anómalo, presumiblemente porque en los depósitos epitermales de baja sulfuración, los fluidos tienen una baja salinidad y un pH neutral, haciendo que el transporte del cobre no sea eficiente (Hedenquist et al., 1994). Además, la concentración de cobre es muy baja y ésta no revela rasgos indicativos de la presencia de mineralización económicamente potencial.

4.8.2.4.- Plomo

El plomo presenta una anomalía baja, está ubicada sobre las labores mineras, con valores puntuales que van desde 224 ppm a 446 ppm. Se ubicaron cuatro muestras con anomalía media, las mismas que están presentes aguas abajo de la margen derecha de la quebrada Yashipa, donde un único valor registró 3.450 ppm.

Sólo una muestra está ubicada encima del cuerpo andesítico, las restantes muestras están localizadas en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 11).

Por evidencia de concentraciones muy bajas de plomo, el área no presenta un interés económico para este elemento.

4.8.2.5.- Zinc

Valores con anomalía baja se encuentran localizados en el lecho mismo de la quebrada Yashipa, registrándose sólo 10 valores que superan el umbral de anomalía, con rangos entre 151 ppm a 256 ppm, y un único valor con 492 ppm.

Estos valores se localizan en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro, así como en el complejo de diques de Yashipa (Figura 12).

Las muestras tomadas demostraron valores muy bajos, donde se descarta la presencia de mineralización económica.

4.8.2.6. - Arsénico

En ambientes epitermales como el de Yashipa, el quimismo de los fluidos cambian significativamente en cortos intervalos de profundidad (Corbett et al., 1994), reflejando una zonalidad vertical, lo que hace que la precipitación de elementos pathfinders como el arsénico se produzca en los niveles superficiales del sistema epitermal.

Para Yashipa, solo 14 muestras están por encima del valor del Umbral (63,28 ppm), y se consideró dos divisiones de anomalía, una anomalía baja y otra media.

Existen valores de anomalía puntuales y estas no reflejan una zona anomálica definida. Los más importantes valores (69 ppm a 128 ppm) están concentrados a 400 m al Sur de la quebrada Yashipa, localizados todos en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 13). En el sitio de las labores mineras hay valores inferiores al valor de fondo (31,89 ppm).

En Yashipa producto de la erosión del sistema hidrotermal, se produjo una respuesta geoquímica pobre de este elemento, expresada con valores bajos.

4.8.2.7.- Antimonio

El antimonio presenta nueve valores puntuales de anomalía baja y media, ubicados en la misma zona de concentración que el arsénico (a 400 m al Sur de la quebrada Yashipa), los mismos que no sobrepasan los 36 ppm. Los valores de antimonio sobre las labores mineras, no exceden el valor de fondo (6,72 ppm). Existen valores puntuales bajos distribuidos en la margen derecha de la quebrada Yashipa, y a lo largo la colina alargada al Este del área, que coincide con la línea de muestreo SL-9.

Todos los valores de antimonio se localizan en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 14).

4.8.2.8.- Bario

La respuesta geoquímica del bario en el área es pobre, ya que apenas 15 muestras presentan anomalía baja a media, es decir un 3% del total de muestras tomadas. Todas están localizadas en la margen derecha de la quebrada Yashipa, concentradas en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 15). Los valores de bario sobre las labores mineras no exceden el valor de fondo (62 ppm).

4.8.2.9.- Molibdeno

Este elemento tiene valores puntuales bajos de anomalía que no exceden los 4 ppm, y están ubicados al Sur de la quebrada Yashipa. Una segunda zona con respuesta geoquímica pobre se presenta en la margen derecha de la quebrada Yashipa (Figura 16).

Todos los valores se encuentran localizados en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro.

4.8.2.10.- Cobalto

Once son los valores de cobalto que presentan una anomalía baja y media, que no exceden los 46 ppm. Están ubicados en la parte alta de la margen derecha de la quebrada Yashipa, y concentrados todos en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. Valores por debajo del valor de fondo, se encuentran sobre las labores mineras abandonadas, así como en el resto del área muestreada (Figura 17).

4.8.2.11. - Cromo

El valor de fondo del cromo es de 21,60 ppm, y en el área no se encuentran zonas anómalas. Sólo se localizan una docena de muestras con valores anómalos no mayores a 62 ppm al norte y a 400 m al Sur de la quebrada Yashipa. Todos los valores de anomalía se encuentran en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 18).

4.8.2.12.- Manganeso

Los valores más altos se encuentran ubicados aguas abajo de la margen derecha de la quebrada Yashipa, presentando anomalía media a alta. Todos estos valores se localizan en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro (Figura 19).

A continuación pongo a disposición del lector, mapas geoquímicos de los 12 elementos que presentaron zonas anómalas en Yashipa.

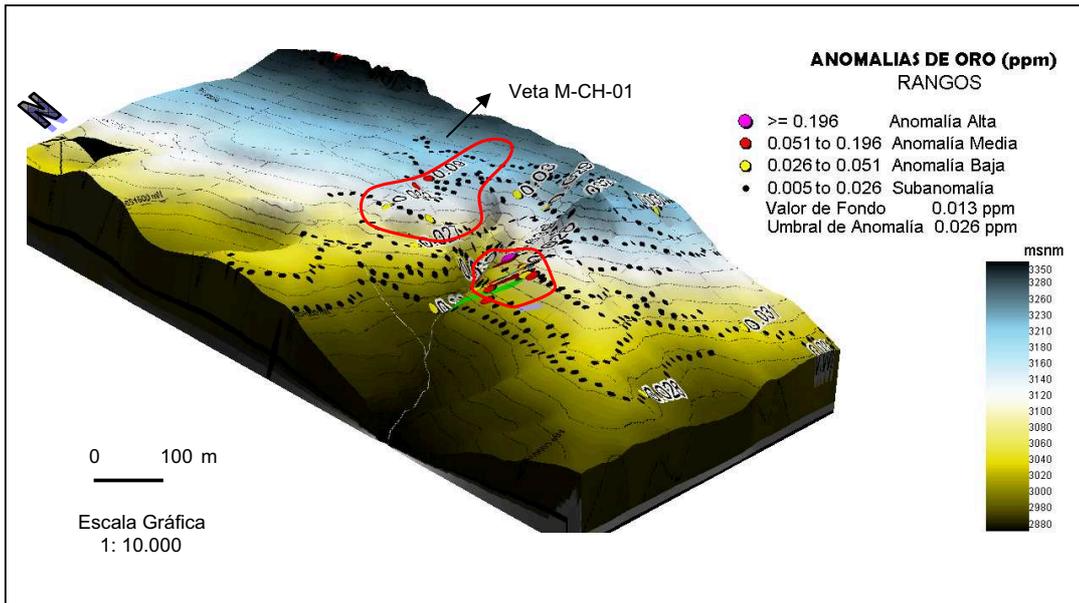


Figura 8.- Modelo de mapa geoquímico para oro, mostrando en rojo dos zonas con anomalías, donde una de ellas (la superior) sigue un patrón geoquímico ENE.

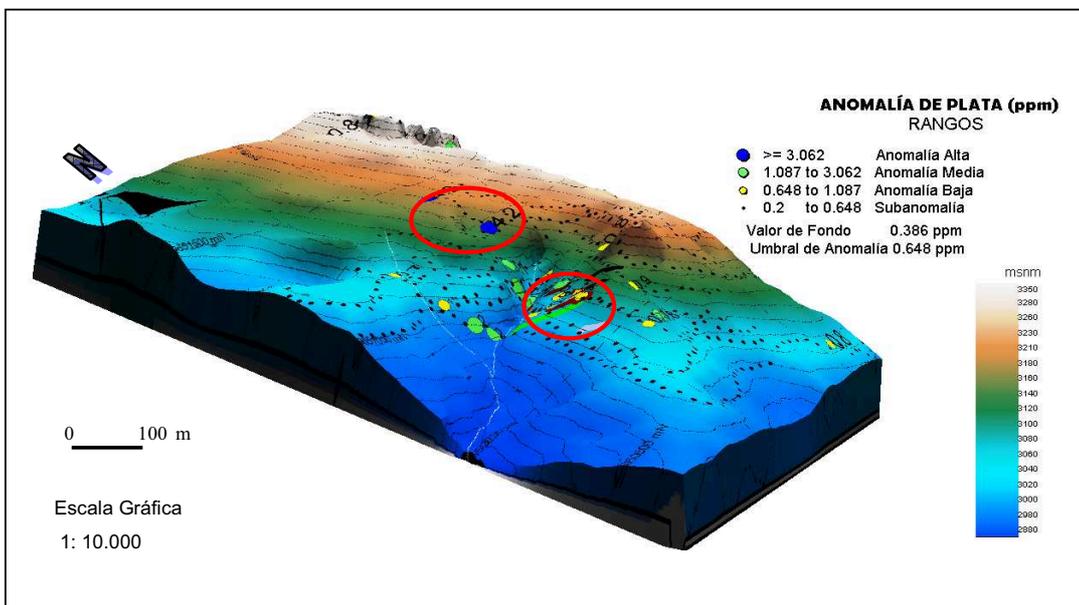


Figura 9.- Modelo de mapa geoquímico para plata, mostrando en círculos rojos dos zonas anómalicas.

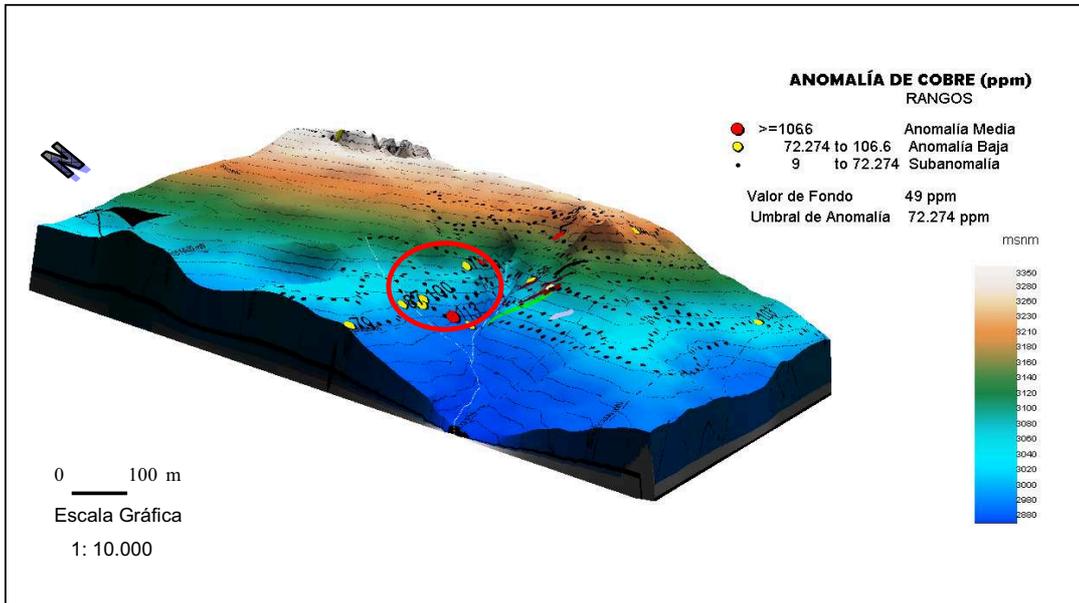


Figura 10.- Modelo de mapa geoquímico para cobre, mostrando en círculo rojo una “zona anomámica”.

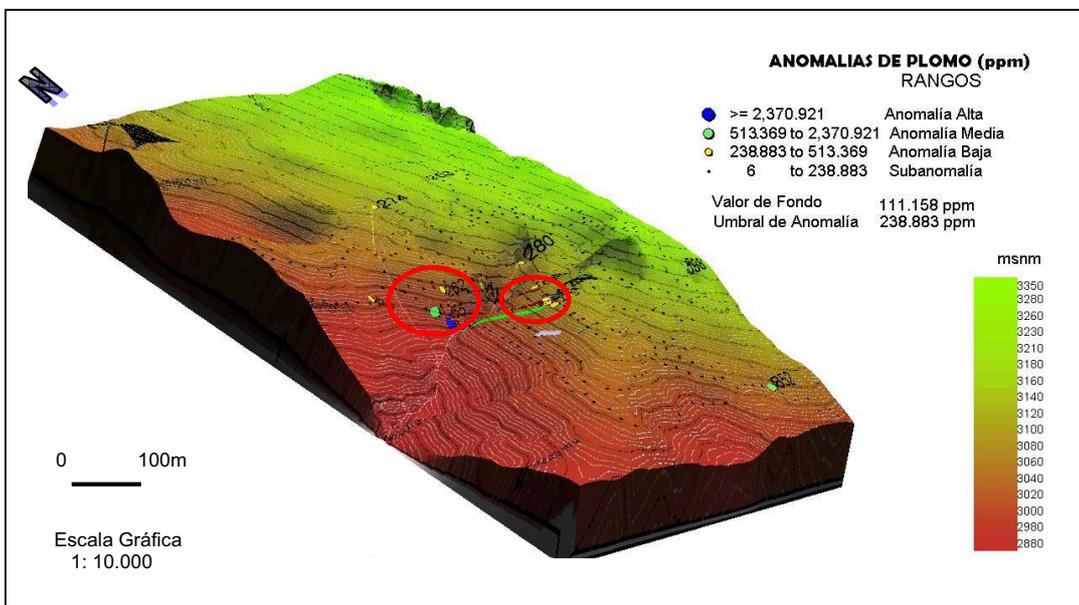


Figura 11.- Modelo de mapa geoquímico para plomo, mostrando en círculos rojos zonas con valores puntuales de anomalía baja.

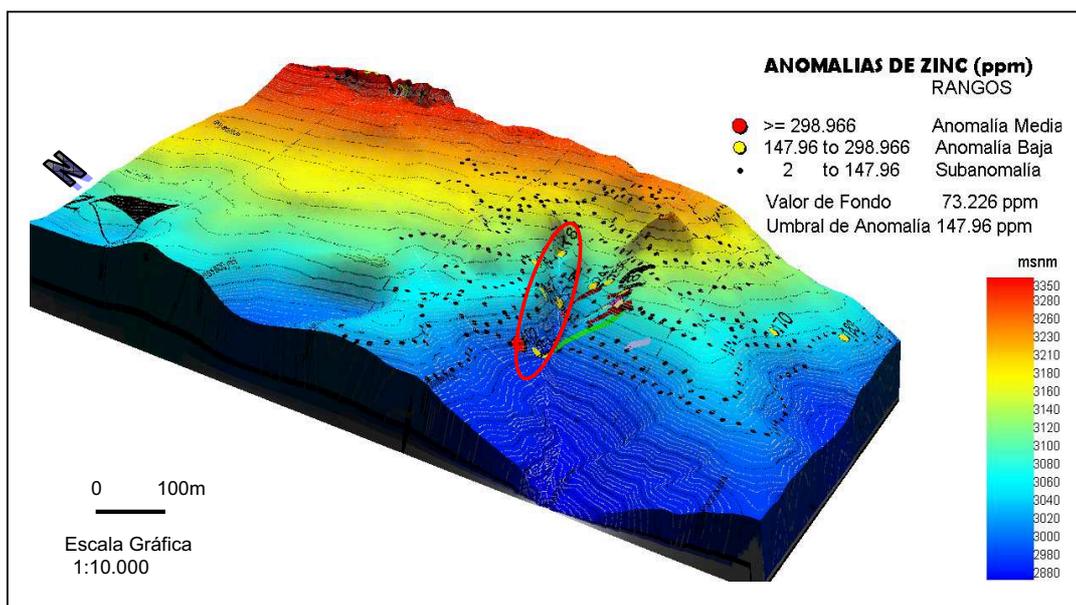


Figura 12.- Modelo de mapa geoquímico para zinc, mostrando en círculo rojo valores puntuales con anomalía baja.

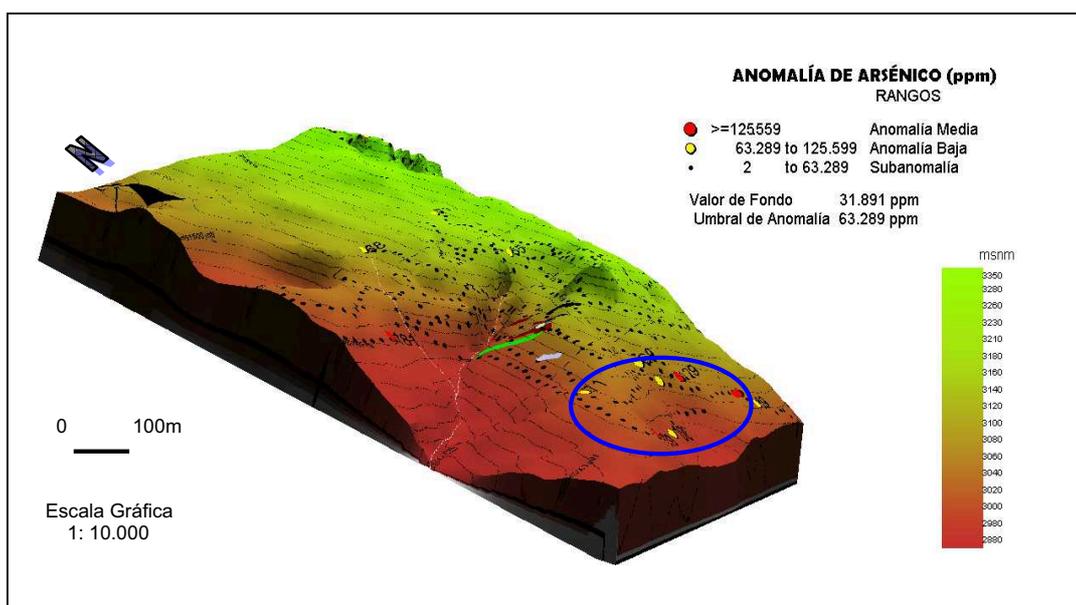


Figura 13.- Modelo de mapa geoquímico para arsénico, mostrando en círculo azul valores puntuales con anomalía baja, al Sur de la quebrada Yashipa.

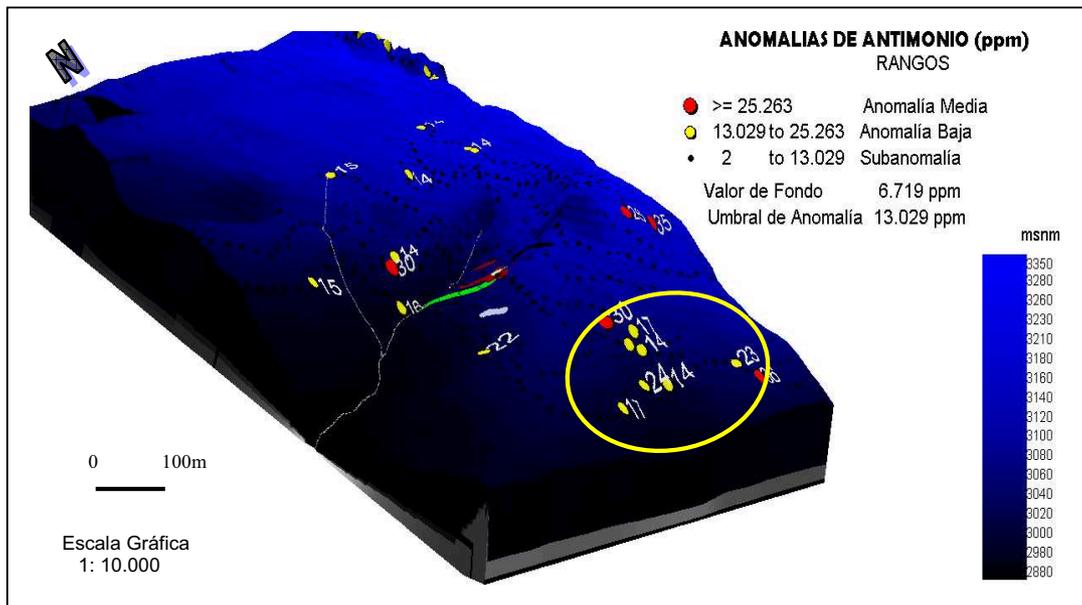


Figura 14.- Modelo de mapa geoquímico para antimonio, mostrando en círculo amarillo valores puntuales con anomalía baja, al Sur de la quebrada Yashipa.

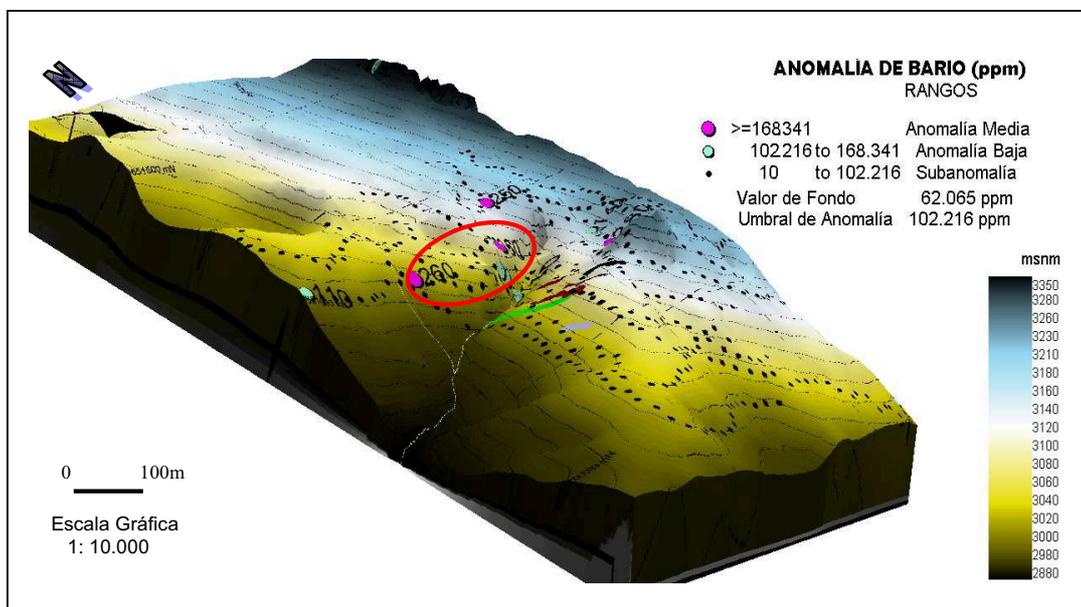


Figura 15.- Modelo de mapa geoquímico para bario, mostrando en círculo rojo valores puntuales con anomalía baja, en la margen derecha de la quebrada Yashipa.

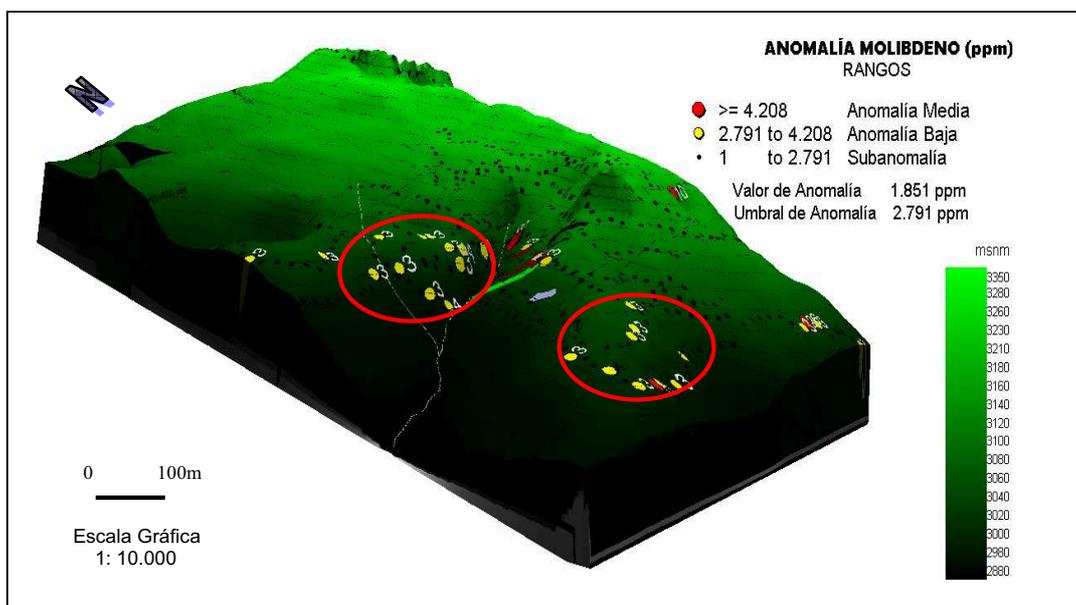


Figura 16.- Modelo de mapa geoquímico para molibdeno, mostrando en círculos rojos valores puntuales con anomalía baja, en la margen derecha y al Sur de la quebrada Yashipa.

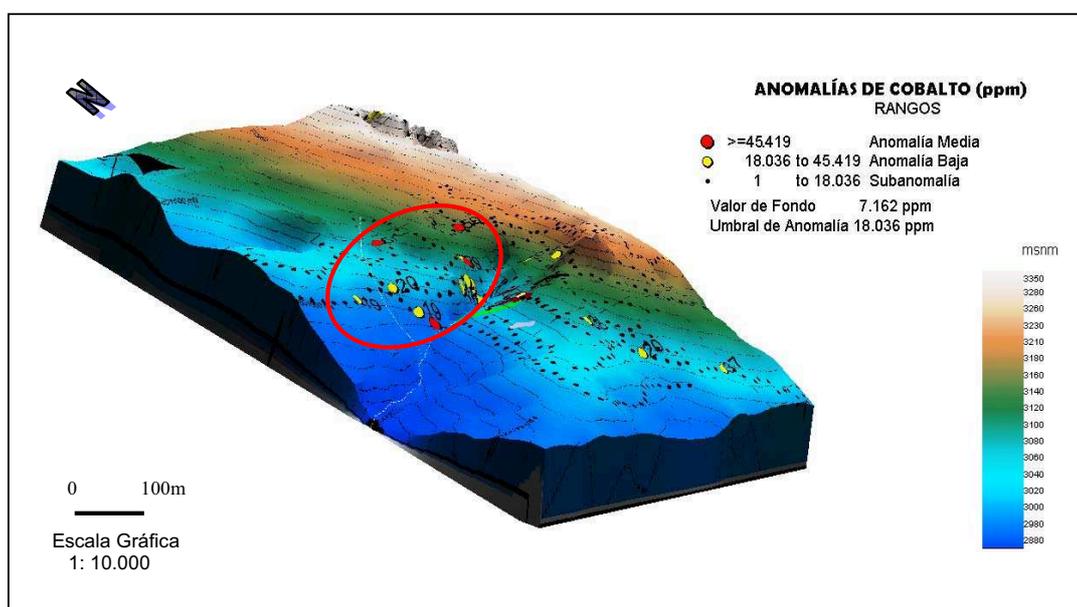


Figura 17.- Modelo de mapa geoquímico para cobalto, mostrando valores puntuales en círculo rojo, con anomalía baja en la margen derecha de la quebrada Yashipa.

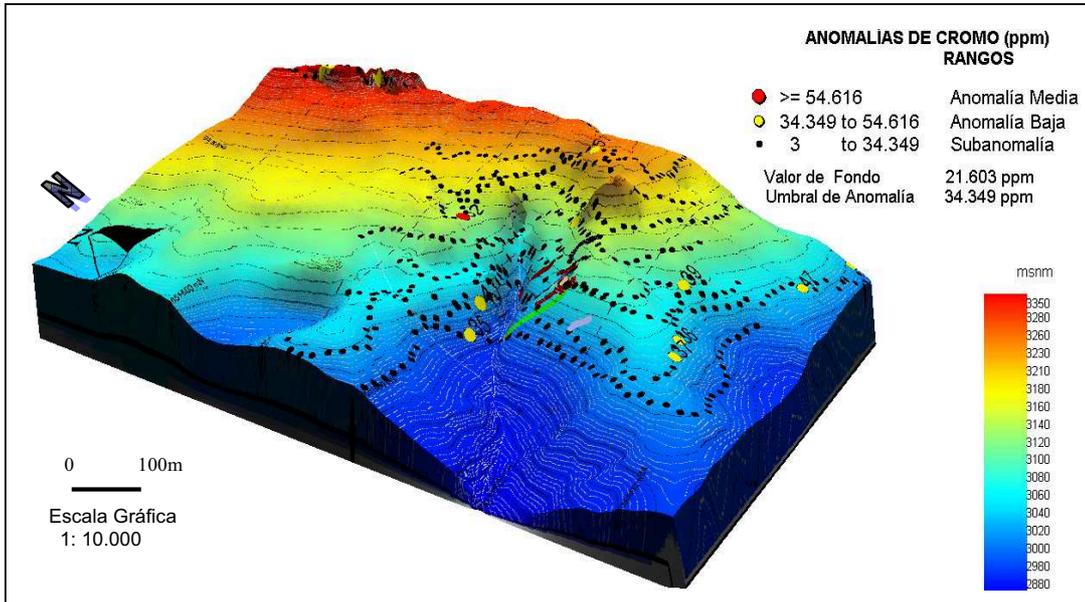


Figura 18.- Modelo de mapa geoquímico para cromo, mostrando valores puntuales, con anomalía baja.

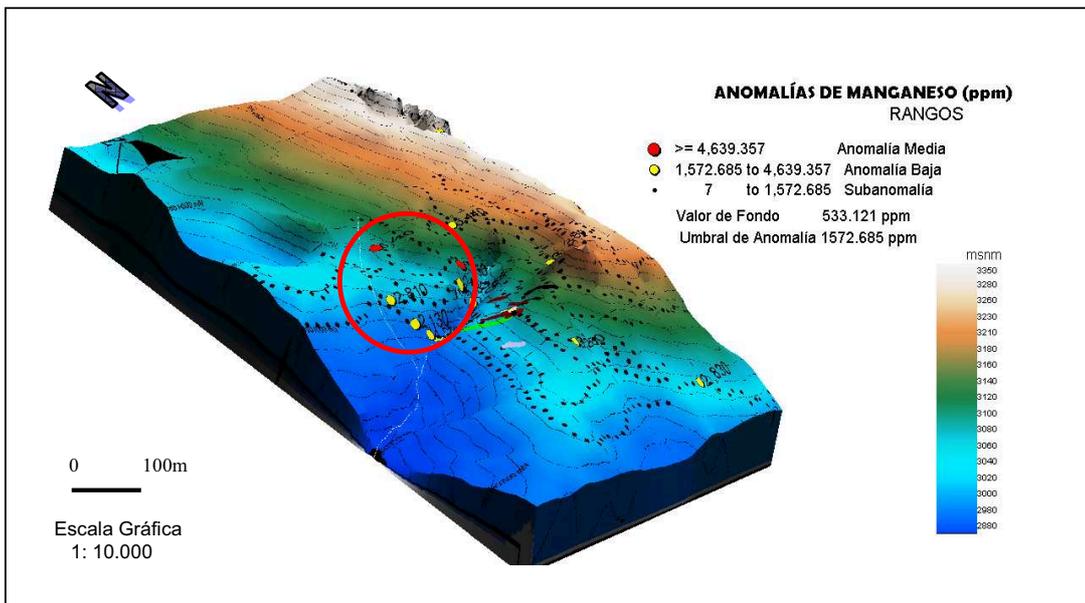


Figura 19.- Modelo de mapa geoquímico para manganeso, mostrando en círculo rojo valores puntuales con anomalía baja.

4.8.2.13.- Otros elementos

Elementos pathfinders para oro, como el mercurio tienen bajos contenidos, cuyos valores están en el rango de 1 a 2 ppm en todas las muestras, igual resultado tenemos con los valores de talio que alcanzan los 10 ppm.

Altas concentraciones se tienen en valores de hierro, que están en rangos desde 1% hasta 12%, y de manganeso con valores de hasta 5.480 ppm, que están presentes en la parte alta de la margen izquierda de la quebrada Mayo. Estas concentraciones se reflejarían como resultado de la meteorización de sulfuros de hierro (pirita) a goethita en suelos limoníticos.

Además se plotó los datos de leyes de oro de la veta mineralizada en Yashipa, en función de la profundidad, mostrando en la figura 20 la distribución del oro. Se tiene el máximo valor de 8,62 g Au/t a los 3.050 m, que es el sitio de intersección mas bajo.

Los valores de oro reportados para este trabajo son bajos (promedio de 5 a 8 g Au/t) debido al muestreo en canal que incluía tanto la veta como la zona de alteración, produciéndose de esta manera una dilución en el contenido de oro.

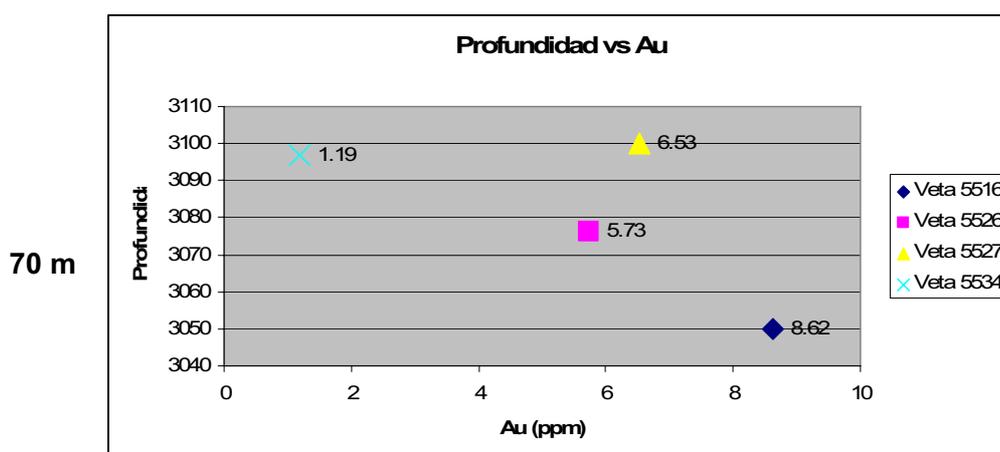


Figura 20.- Profundidad versus oro, de la veta mineralizada en Yashipa.

4.8.3.- RESUMEN DE LA GEOQUÍMICA DE YASHIPA

De lo expuesto en los resultados del mapeo geoquímico en Yashipa, podemos mencionar que la respuesta geoquímica en la mayoría de elementos fue baja, debido al pobre contraste existente entre la roca caja y la mena. Esto puede ser el resultado de un efecto de “enmascaramiento” de la mineralización, debido posiblemente a una reptación y transporte del suelo en Yashipa, que tiene un comportamiento plástico (conformado por arcillas y limos) que pierden gran parte de su resistencia al corte y se desplazan con movimientos lentos (Varnes, 1978).

Además en un ambiente como el de Yashipa que tiene alta pluviosidad y una densa vegetación, con una amplia formación del suelo (horizonte A). Dificultó las labores de muestreo, restringiendo una mejor respuesta geoquímica para la ubicación de zonas anómalas.

Estos factores afectaron la representatividad de las muestras tomadas en el / los horizonte(s) de suelo donde se concentran los metales, y por ende como resultado se tienen valores muy bajos en los análisis.

De los 35 elementos analizados, sólo 12 presentaron un comportamiento anómalo, distribuidos en el área con valores puntuales y zonas anómalas bajas y restringidas.

Valores anómalos de metales base (plomo y zinc) se encuentran ubicados por encima de dos litologías: Los diques andesíticos (D^A), y la secuencia volcanoclástica andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. Los elementos restantes analizados, que presentan anomalía, están concentrados únicamente en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro.

Valores anómalos de metales preciosos (Au y Ag) están concentrados en dos zonas: 1) Encima de las labores mineras abandonadas de Yashipa (mineralización conocida) y 2) a 100 m al norte de la cabecera de la quebrada Yashipa, donde se forma un patrón geoquímico ENE de unos 400 m. Este patrón

geoquímico refleja una distribución de mineralización en esta dirección (?), y es corroborado por la presencia de “vetas - estructuras” con rumbo ENE.

Un valor de Au registrado de 0,639 ppm en la parte baja de las labores mineras se debería a contaminación producida por la acumulación de relaves en la quebrada.

La baja respuesta anómala en metales base (Cu, Pb, Zn) en Yashipa, serían típicas de las partes superiores de sistemas epitermales.

Además, es importante mencionar que elementos pathfinders para oro como As, Sb, Tl, Hg están ubicados en las partes superficiales de un sistema epitermal, indicando que a profundidad aún se conserva la zona mineralizada. A 400 m al Sur de la quebrada Yashipa, los elementos pathfinders que mostraron anomalía baja fueron As (69 a 128 ppm) y Sb (14 a 36 ppm). Estos resultados son buenas noticias, por lo que se crea un interés en esta zona a futuro. Por otro lado elementos como el Hg y Tl no presentaron valores anómalos, debido posiblemente a una restringida dispersión en esta área.

El área sujeta a muestreo geoquímico no presenta un interés económico para Cu y Mo, por evidencia de concentraciones muy bajas de estos metales Cu (87 ppm) y Mo (3 ppm).

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE YASHIPA

5.1.- ANTECEDENTES

Una evaluación económica desde el punto de vista de un financista identifica los ingresos y egresos atribuibles a la realización del proyecto y en consecuencia la rentabilidad generada, en la cual los precios del mercado se utilizan para valorar los requerimientos del proyecto (Saltos, T. 2005).

La explotación de la veta mineralizada en Yashipa se dio en los años 90 por medio de cinco sociedades, agrupando una veintena de trabajadores, conformada por pequeños mineros informales. Trabajaron dos turnos de 10 horas diarias de dos personas por cada turno, abriendo más de 1.000 m de galerías, de los cuales fueron mapeados 808 m que están hábiles en la actualidad.

Los trabajos, a pesar de ser antitécnicos, mantienen una regularidad de la sección (1,5 m²) y del nivel horizontal, en todo el avance de los “túneles”.

Observando los túneles en el modelo 3D de Yashipa (Mapa No. 4), se aprecia que todo el esfuerzo manual de los mineros se basó en la apertura de los túneles hasta alcanzar la veta. Sin embargo la explotación fue mínima y se fundamentó en la extracción de “clavos”, que eran procesados en el molino chileno ubicado en la cercanía de las boca minas. La ley mínima debía ser superior a los 20 g Au/t, para poder pagar los costos de mano de obra y manutención (Durán, G. 2005, Comunicación Personal). Se detenía temporalmente la explotación cuando era inferior a 1 g de Au / saco (50 kilos) ya que no pagaba los costos mínimos.

El sistema de explotación empleado fue con barreno manual y el uso de explosivos, sin el asesoramiento de personal calificado para su manipulación. Incluso se efectuaba las voladuras al unísono en diferentes galerías, provocando fuertes vibraciones. En algunos casos provocaron pequeños deslizamientos e

inestabilidad con reptación de suelos, manifiesta hasta la actualidad. El área intervenida, al tener pendientes que sobrepasan los 45°, junto al fuerte diaclasamiento, presencia de agua en varios túneles y una moderada consolidación de las rocas, aumentaba el riesgo de accidentes de los mineros.

Cuando empezaba la excavación, el material era arrojado a la quebrada Yashipa o acumulado en pequeñas escombreras ubicadas a la entrada de las boca minas. El material extraído, cuando los túneles estaban muy avanzados, era acumulado en nichos de los túneles o en pequeños pozos.

De igual forma las condiciones de trabajo fueron extremas, sin el espacio suficiente para la maniobra manual, y la ventilación adecuada.

La finalización de las sociedades de los trabajos mineros en Yashipa se dio por razones como: a) La baja del precio del oro en la década del 90, b) Daño del molino chileno y c) Falta de recursos para repararlo.

5.2.- ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL PARA EL SVY

Según el CIM (Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo ANEXO 1) <https://www.cim.org/forms/library/results.cfm>. El **SVY** recae dentro de lo que se denomina Recurso Mineral Inferido **RMI** (para el bloque muestreado) y Recurso Mineral Hipotético **RMH** (para la extensión lateral de dicho bloque).

En base a las cuatro intersecciones de la veta mineralizada en tres diferentes niveles, así como del modelamiento espacial. Se procedió a la estimación de los Recursos (RMI y RMH), usando para ello un método geométrico.

La tabla 5 muestra las intersecciones, los espesores de la veta en cada nivel con su respectiva ley, así como el espesor total de la zona de alteración (suma de ambos lados de la veta).

Intersección de la Veta	Espesor Veta (m) (ev)	Espesor Total Alteración (m) (ea)	Suma de espesores (m) E = ev + ea	Ley Au (grAu/t) (L)	Ley x Suma de espesores (gr Au m/t)
T3 (3.050 m)	0,10	0,30	0,40	8,62	3,45
T7 (3.076 m)	0,05	0,20	0,25	5,73	1,43
T8 (3.100 m)	0,10	0,20	0,30	6,53	1,96
T10(3.100 m)	0,05	0,20	0,25	1,19	0,30

Tabla 5.- Resumen de características de la veta en las intersecciones

5.2.1.- ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL INFERIDO (RMI)

Para estimar el RMI, se va a proceder al cálculo del espesor promedio de la veta (\bar{e}). Al tener las cuatro intersecciones de la veta en las galerías T3 - T7 - T8 y T10 (Mapa No. 3), se puede estimar el volumen (V). La ganga de las vetas es cuarzo, por lo que la densidad (δ) se definió como 2,65 t/m³.

5.2.1.1.- Cálculo del Espesor Promedio de la veta (\bar{e})

En vista de que las muestras tomadas se hicieron en canal, que contiene tanto la veta como la zona de alteración, para calcular el espesor promedio (\bar{e}), se sumó el espesor de cada veta (ev) y el espesor de la alteración (ea) y luego se divide para el número de intersecciones de la veta, que serían cuatro. Esto se expresa en la siguiente formulación:

$$\bar{e} = \sum_{i=1}^4 \frac{e_i}{4}$$

$$e_i = (ev_1+ea_1)+(ev_2+ea_2)+(ev_3+ea_3)+(ev_4+ea_4)$$

$$\bar{e} = \frac{0,10+0,30+0,05+0,20+0,10+0,20+0,05+0,20}{4}$$

$$\bar{e} = 0,3 \text{ m}$$

5.2.1.2.- Cálculo del Volumen (V)

Para la determinación del volumen partimos del conocimiento de los límites dados de la veta (longitud - profundidad - espesor), gracias a la información geológica levantada.

La longitud de la veta se determinó a partir del mapa geológico de Yashipa por medio del corte de la veta en el túnel T8 (cota 3.100 m) y la proyección vertical de la veta que corta en el túnel T3 hasta la misma cota. Esto nos da una longitud de 60 m.

Como la veta es subvertical, la profundidad se calculó a partir de la resta del límite superior (3.100 m) que alcanza la veta menos el límite inferior (3.050 m). Esto nos da directamente una profundidad de 50 m.

El volumen (**V**) de la veta está dado en metros cúbicos y es igual a:

$$V = L \times P \times \bar{e}$$

donde:

L = Longitud

P = Profundidad

\bar{e} = Espesor promedio

$$V = 60 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$$

$$V = 900 \text{ m}^3$$

5.2.1.3.- Cálculo de la Ley Promedio Ponderada (μ)

La ley promedio ponderada se calcula en base a promedios aritméticos, y es igual a la sumatoria del producto de los valores de la suma de espesores de cada veta por la ley individual (ver columna 6 de Tabla 5), dividido para la sumatoria de los espesores individuales, como se expresa en la siguiente formulación:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^4 (E_i \times L_i)}{\sum E_i}$$

#

$$\mu = \frac{3,45 + 1,43 + 1,96 + 0,30}{0,40 + 0,25 + 0,30 + 0,25}$$

$$\mu = 5,95 \text{ g Au/ t}$$

5.2.1.4.- Densidad (δ)

En vista de que la mineralización está hospedada en vetas de cuarzo, para ello se consideró la densidad del cuarzo de 2,65 t/m³ (<http://www.estrucplan.com.ar>).

Con el cálculo de las respectivas variables, se procede a obtener el Recurso Mineral Inferido (RMI).

$$RMI = \text{Volumen} \times \text{Densidad} \times \text{Ley promedio}$$

$$RMI = 900 \text{ m}^3 \times 2,65 \text{ t/ m}^3 \times 5,95 \text{ g/ t}$$

$$RMI = 14191 \text{ g de Au, equivalente a 456 OzTroy}$$

5.2.2.- ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL HIPOTÉTICO (RMH)

Para la estimación del RMH, se asume que la veta mantiene el mismo espesor, la misma profundidad, así como su ley promedio ponderada. De esta manera tenemos la única variable por calcular, que sería su extensión lateral o longitud, cuyo "límite superior" se encuentra en la cota de 3.100 m (Túnel 8) hasta ser cortada por la falla Oriental (Mapa No. 4). Esto nos da unas dimensiones de 40 m de longitud x 50 m de profundidad x 0,30 m de espesor promedio.

El cálculo del volumen estaría dado, así:

$$V = 40 \text{ m} \times 50 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$$

$$V = 600 \text{ m}^3$$

Con el volumen calculado, procedemos a estimar el Recurso Mineral Hipotético, (RMH), que está dado por:

$$RMH = 600 \text{ m}^3 \times 2,65 \text{ t/ m}^3 \times 5,95 \text{ g/ t}$$

$$RMH = 9460 \text{ g de Au, equivalente a 304 OzTroy}$$

Seguidamente vamos a determinamos el total de recursos, que se da por la suma de los Recursos Minerales Inferidos (RMI) con los Recursos Minerales Hipotéticos (RMH), dándonos un total de **760 Onzas Troy de oro.**

5.3.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

La función que cumple una evaluación económica, es el de medir la rentabilidad de un proyecto; así como hacer una comparación del proyecto con otras alternativas para la toma adecuada de decisiones (Saltos, T. 2005).

Por lo tanto para que sea apta una inversión en Yashipa voy a hacer primero una comparación de las condiciones económicas con dos métodos de explotación:

a) Método artesanal con el continuo e incipiente avance de las galerías, hasta cortar la veta, que es como se ha ido desarrollando el trabajo en los años 90.

b) Método tecnificado con ampliación de la sección, trabajos de topografía e inversión en maquinaria (barrenos neumáticos, bomba de agua, planta de luz, ventilación, sistema de rieles y vagones de descarga).

5.3.1.- MÉTODO DE EXPLOTACIÓN ARTESANAL

Al abrir una mina en Yashipa, la zona sería favorecida, ya que existe actualmente una limitada ocupación de los habitantes de Shaglli y zonas vecinas. Además sus bajos ingresos provienen sólo de la actividad agrícola-ganadera (siembra de tubérculos y crianza de ganado vacuno y porcino). La apertura de una mina ayudaría a mejorar la calidad de vida de los trabajadores y de sus familias.

Para el presente caso el **SVY** sería explotado con la fuerza laboral de por lo menos 6 grupos rotativos de 2 personas por turno, lo que beneficiaría a un 15% de la población adulta asentada en el centro poblado de Shaglli.

Las ventajas que presenta esta forma de explotación, son que al tener un avance completo de los tres niveles de galerías (3050 m a 3100 m) que cortaron la veta, se reduce los trabajos de apertura, sumado a esto el fuerte fracturamiento en la roca, hacen que los trabajos de avance sean más rápidos.

5.3.1.1.- Aspecto Técnico

En función de los Recursos Minerales Inferidos (**RMI**) calculados en este mismo capítulo, que corresponden a 456 OzTroy \approx 14191 g de Au. Se ha procedido a la determinación de la cantidad (Q) de oro extraído por día para un túnel de sección 1,5 m², y compararlos con los costos operativos diarios. Con estas dos variables se procede a determinar si hay o no rentabilidad con la alternativa artesanal.

En vista de que la veta mineralizada mantiene una verticalidad, se va a continuar con el avance de las galerías, manteniendo una sección de 1,5 m² (Foto 28), cuyas medidas son de 1 m de ancho x 1,5 m altura.

Para obtener la cantidad de oro diaria que se extrae de Yashipa se considera que el máximo tonelaje (veta más encajante) que puede extraerse por cuatro personas en dos turnos diarios es de 1 t/día en una galería con sección de 1,5 m². Se considera también para todos los cálculos una ley promedio de $\mu = 5,95 \text{ g Au/ t}$,

un espesor promedio de la veta $\bar{e} = 0,30 \text{ m}$ y la densidad, que incluye a la caja como a la veta de $\delta = 2,65 \text{ t/m}^3$.

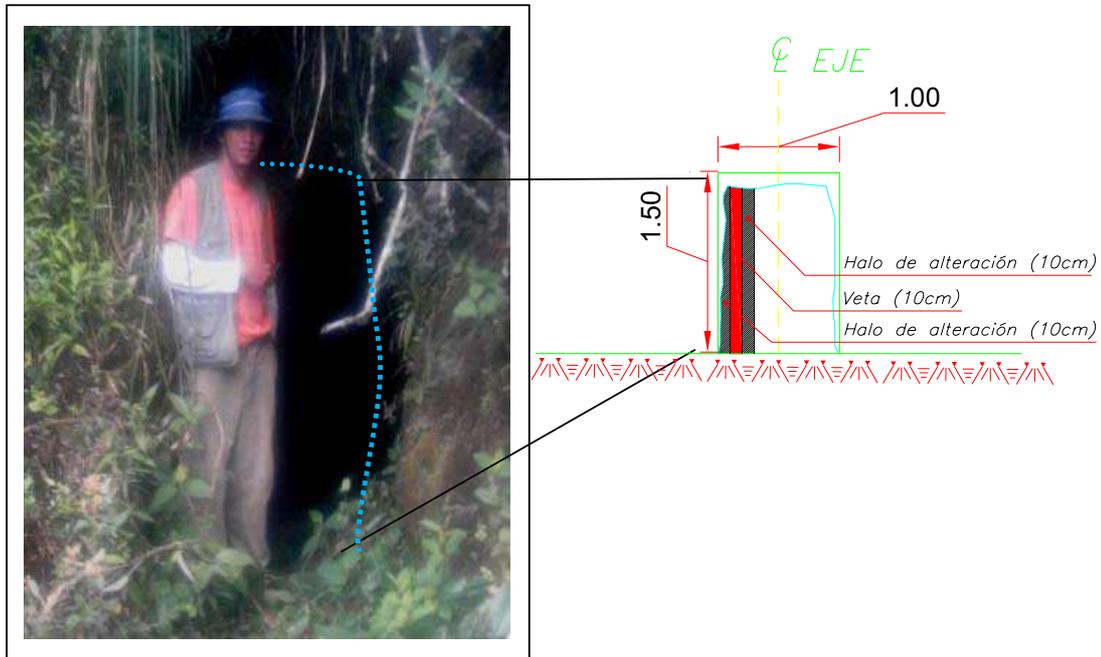


Foto 28.- Entrada de Túnel T8 (UTM: 680510 E / 9650891 N). Cota 3.100 m y 33 m de longitud. La roca caja corresponde a la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. A la derecha, esquema del túnel con sus dimensiones, veta (rojo sólido) y alteración (trama negra).

- Cálculo del volumen que representa 1 t de material (estéril más veta)

El material encajante de la veta de Yashipa, son tobas andesíticas, cuya densidad se consideró de $2,65 \text{ t/m}^3$. Para proceder a determinar el volumen que corresponde a 1 t, se aplica la fórmula:

Donde:

$$V = \frac{m}{\delta} \quad (1)$$

m = masa

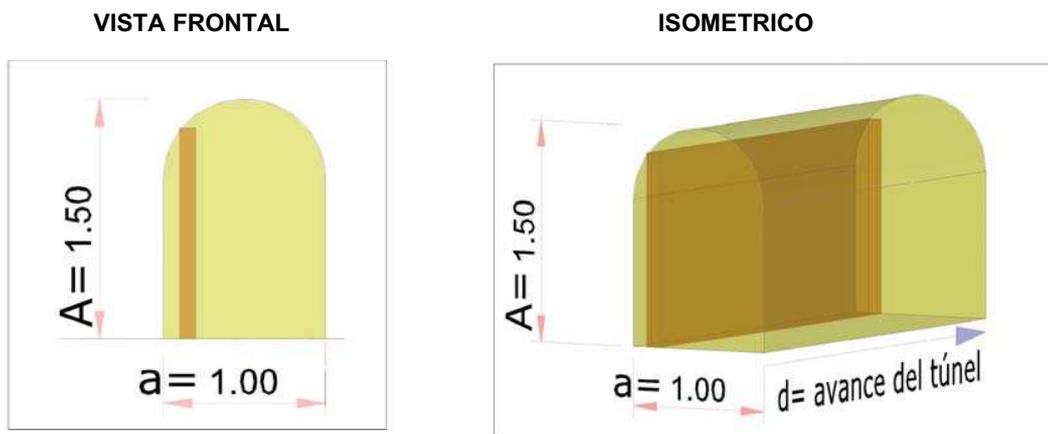
δ = densidad del cuarzo

$$V = \frac{1 \text{ t día}}{2,65 \text{ t/m}^3}$$

$$V = 0,4 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Cálculo del avance de la galería en metros lineales (d), de material (estéril más veta).

El avance de la galería está en función de la sección del túnel, y considerando la remoción de 1 t/día, se procede a determinar el avance del túnel, a partir de las otras variables conocidas, como son el volumen de material, así como de la altura y ancho del túnel.



$$V = A \cdot a \cdot d \quad (2)$$

donde:

A = Altura del túnel

a = Ancho del túnel

d = Avance del túnel

V= Volumen de 1 t de material

Procedemos a despejar (d) de la ecuación (2), y obtenemos la fórmula:

#

$$d = \frac{V}{A \times a} \quad (3)$$

$$d = \frac{0,4 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}}$$

$$d = 0,27 \text{ m/día}$$

- Cálculo del volumen de veta extraíble en 1 t de material (estéril más veta).

Con los datos de espesor promedio de la veta, avance del túnel y la altura de la veta que corresponde a la altura del túnel, determinamos el volumen de la veta extraíble diario en 1 t de material.

$$V_{\text{veta}} = A' \times \bar{e} \times d \quad (4)$$

donde:

A' = Altura de la veta

\bar{e} = Espesor promedio de la veta

d = Avance lineal de la veta

$$V_{\text{veta}} = 1,5 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 0,27 \text{ m}$$

$$V_v = 0,12 \text{ m}^3/\text{día}$$

- Cálculo de la cantidad de oro extraída al día (**Q**)

En vista de que el oro es fino (10 micras), asumimos una recuperación de un 80 %, por pérdida a partir de los procesos de recuperación.

$$Q = V_{\text{veta}} \times \delta \times \mu \times 0,8 \quad (5)$$

$$Q = 0,12 \times 2,65 \times 5,95 \times 0,8$$

$$Q = 1,53 \text{ g Au/día}$$

El resultado de trabajar dos personas en una galería de sección 1,5 m² minando 1 t diaria de material, es de 1,53 gramos de oro. En la tabla 6 se muestra un resumen de los valores calculados y los gramos de oro extraídos diarios.

EXTRACCIÓN DE 1 TONELADA / DIA DE MATERIAL (VETA MAS CAJA)				
SECCIÓN (S) (m2)	VOLUMEN (V) (m3)	AVANCE GALERÍA (d) (m)	VOLUMEN VETA (Vv) (m3)	Au / día (g)
1,5	0,4	0,27	0,12	1,53

Tabla 6.- Resumen de extracción de oro diario, bajo el método artesanal

5.3.1.2.- Costos de Operación

Los costos operativos incluyen pago a 2 turnos diarios de 2 trabajadores, el traslado del material a una planta de tratamiento, así como el costo de dinamita, fulminante, mecha que se incluyen como un solo rubro en la columna costos de remoción (Tabla 7).

El costo de remoción de material volcánico densamente fracturado similar a Yashipa, luego de una voladura de 9,27 t/disparo, tiene un valor de 84 USD. (Durán, G. 2006 comunicación personal). En vista de que el cálculo se basó en la extracción de 1 t/día se tiene la relación 84/9,27 que es ~9 USD diarios por 1 t.

En vista de que no se cuenta con un molino en las inmediaciones del área, se necesita el contrato de transporte pesado, para el traslado a Portovelo (localidad ubicada a 60 Km al Sur del área de explotación) para su respectivo tratamiento.

El traslado se va hacer aproximadamente de 15 t, con un costo de 300 USD por viaje, lo que da un valor de 20 USD/t, incrementándose el valor de los costos operativos estrepitosamente.

El valor final que hay que incluir en los costos, es de la recuperación del oro en la planta de tratamiento. Según comunicación de mineros de la localidad de Shaglli, se cobra un aproximado de 30 USD por 15 t, lo que se tiene un valor de 2 USD/t.

COSTOS OPERATIVOS DIARIOS EN (USD) POR 1 TONELADA EXTRAIDA DE VETA MAS CAJA						
TRABAJADOR	PAGO A TRABAJADORES	TOTAL TRABAJADORES	COSTO MINADO 1 t	TRANSPORTE POR t	TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN	TOTAL (USD)
4	10	40	9	20	2	71

Tabla 7.- Costos diarios de operación, utilizando un método artesanal

Por lo tanto necesitamos un total de 71 USD diarios para extraer y procesar 1 t de material.

5.3.1.3.- Análisis de Riesgos e Incertidumbre

Para la toma adecuada de decisiones en cuanto al proyecto, para que sea viable o no, usando la explotación de una manera artesanal, debemos considerar como factor primordial el precio del oro, que para el mes de Mayo del 2011 se ubicó en 1.500 USD la Oz Troy, por lo que el precio de 1 g Au bordearía los 50 USD, pero para este caso, vamos a considerar un precio base de 1.000 USD/Oz.

Por lo tanto si extraemos 1,53 g de Au/día, con un precio de 32 USD el gramo. Obtenemos un ingreso de 50 USD/día. Con lo cual no es viable el proyecto, ya que tenemos gastos diarios de 71 USD/día.

5.3.2.- MÉTODO DE EXPLOTACIÓN TECNIFICADO

Se va a requerir por un lado del uso de un barreno neumático cuyo avance lineal es de 1,4 m/día, así como la apertura de una galería más amplia que la forma artesanal, con una sección de 2,7 m², con medidas de 1,5 m de ancho x 1,8 m de altura. Se procedería a la ejecución de una voladura diaria.

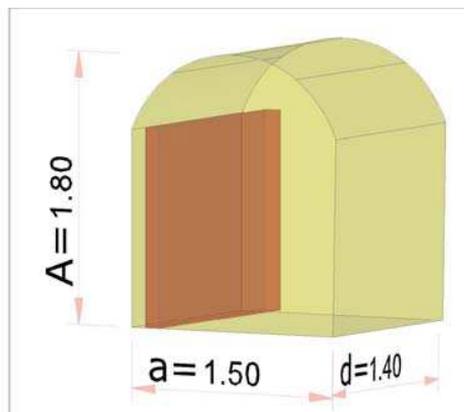
Las ventajas que presenta este tipo de explotación son primero, el mayor avance y por ende el incremento de la capacidad de minado, y segundo un ambiente más amplio y con menor riesgo de sufrir accidentes para el personal.

El personal que participaría sería un promedio de 10 personas, cuyo detalle de los desembolsos se describe en el análisis de costos (Tabla 9).

5.3.2.1.- Aspecto Técnico

Un aumento en la sección del frente de explotación a $2,7 \text{ m}^2$ es el detalle principal de esta forma de explotación. Además, se considera las mismas variables de densidad, ley promedio de oro y espesor de la veta que para el caso anterior. Para obtener la cantidad de oro diaria que se extraería de Yashipa, se parte de la capacidad de minado de la veta en una voladura, con el siguiente esquema:

- Cálculo del Volumen veta (V_{veta})



$$V_{\text{veta}} = A' \times \bar{e} \times d \quad (1)$$

donde:

A' = Altura de la veta

\bar{e} = Espesor promedio de la veta

d = Avance lineal de la veta

$$V_{\text{veta}} = 1,8 \times 0,30 \times 1,4$$

$$V_{\text{veta}} = 0,76 \text{ m}^3/\text{día}$$

El volumen diario de minado de la veta después de realizarse una voladura es de **$0,76 \text{ m}^3/\text{día}$** .

➤ Cálculo de la cantidad de oro diario extraído (**Q**)

Como la granulometría que tiene el oro es de 10 micras, asumimos una recuperación de un 80% como un valor conservador, ya que en estos procesos hay pérdidas incluso mayores.

$$Q = V_{\text{veta}} \times \delta \times \mu \times 0,8 \quad (2)$$

$$Q = 0,76 \times 2,65 \times 5,95 \times 0,8$$

$$Q = 9,59 \text{ g Au/día}$$

5.3.2.2.- Costos de Operación

Siendo la capacidad diaria de minado de la veta de 0,76 m³/día, con una voladura, y a partir del volumen estimado total de la veta que es de 900 m³. Se proyecta una explotación para treinta y nueve meses, un aproximado de 3 años.

Es por esto, que en la tabla 9 de programación de costos, que se estimó para un período de 3 años. Se tiene unos egresos totales de 773.700 USD, que se necesitaría para poder explotar técnicamente la “mina” de Yashipa.

Estos egresos incluyen los recursos asignados para la realización de la actividad minera, como la mano de obra, equipos y herramientas, que al término del proyecto se incorporan a otra actividad.

Los Recursos Minerales Inferidos (**RMI**) en Yashipa, corresponden a 456 Oz Troy de Au. En vista de las pérdidas por procesos metalúrgicos, se tiene una recuperación del 80%, es decir 364,8 OzTroy Au. Con un precio base de 1.000 USD la Oz Troy, nos da unos ingresos totales de 364.800 USD.

5.3.2.3.- Análisis de Riesgos e Incertidumbre

El proyecto no es viable, ya que los gastos son de 773.700 USD, excediendo a los ingresos, que alcanzan los 364.800 USD.

Las leyes “relativamente bajas” del oro, así como el tonelaje menor del depósito, no justifican una inversión. Por ende dos factores fundamentales, pero no únicos, gobiernan la viabilidad de este proyecto. Estos influyen directamente para tomar una decisión, y son:

1) El precio del oro en el mercado.- Si el precio del oro (1.500 USD, Mayo 2011), con tendencia al alza, llegando en los próximos años a 2.000 USD la OzTroy. Con el **RMI** estimado de 456 Oz Troy, No es viable el proyecto.

2) La ley mínima de corte.- En caso de un aumento en la ley de oro a 20 g Au/t (con 80% de recuperación) durante la explotación. Tenemos la segunda alternativa, donde ahora el **RMI** sería de 1.538 Oz Troy, y con un precio base de 1.000 USD OzTroy. El proyecto es viable.

A continuación, en la tabla 8 se hace una comparación de los costos operativos; manteniéndose la situación actual, tanto la ley muestreada (5,95 gAu/t), como el precio del oro, con un precio base de 1.000 USD la OzTroy.

Para ello primero se considera una primera alternativa que comprende un alza en el precio del oro a 2.000 USD la OzTroy. Se considera, además una segunda alternativa, en caso de aumento de la ley (20 gAu/t) durante el tiempo de explotación.

COSTOS DE OPERACIÓN vs INGRESOS					
SITUACIÓN ACTUAL		ALTERNATIVA 1 2000 USD Oz Troy		ALTERNATIVA 2 20g Au/t	
COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS	COSTOS	INGRESOS
773.700	364.800	773.700	729.600	773.700	1'538.000

Tabla 8.- Alternativas económicas de explotación para el **SVY**

5.4.- RESUMEN DE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE YASHIPA

La presencia de vetas con cantidades significativas de oro en el área de Yashipa, hizo que habitantes de Shaglli conformen sociedades mineras artesanales. Estas sociedades trabajaron en la década de los 90, durante 3 años, abriendo más de 1.000 m en trabajos subterráneos. Estos “túneles” abiertos en Yashipa tienen una sección de $1,5 \text{ m}^2$ (1 m x 1,5 m) y su objetivo fue interceptar una veta.

La depresión que sufrió el precio del oro en los años 90, así como el daño del molino chileno con el que contaban los mineros, fueron dos de los factores preponderantes para dar por terminada estas sociedades.

Según el nivel de confianza de los datos geológicos levantados en los túneles de Yashipa, y en base a la clasificación que hace el Instituto Canadiense de Minería, Metalurgia y Petróleo (CIM, 2000). Se dividió al Recurso Mineral de Yashipa como:

1) Recurso Mineral Inferido (RMI), se lo define así por que se conoce y están establecidas la geometría (continuidad y distribución espacial de la veta), ley de oro y sus características geológicas. Esto permite la aplicación de parámetros económicos que soportan un planteamiento de viabilidad del proyecto. Se consideró, para la evaluación económica de Yashipa, el precio del oro en 1.000 USD la OzTroy o su equivalente en gramos de 32 USD/g.

Para la estimación del RMI, se utilizó un método geométrico. Los parámetros calculados de la veta fueron: longitud (60 m), profundidad (50 m), ancho de la veta más alteración (0,3 m), volumen (900 m^3), ley promedio ponderada (5,95 gAu/t) y la densidad del cuarzo establecida fue de $2,65 \text{ t/m}^3$. Con estas variables calculadas se estimó el RMI, que es de 456 OzTroy Au.

2) Recurso Mineral Hipotético (RMH), es la parte del Recurso Mineral que se asume que existe, al extrapolar variables conocidas. Por lo que presumimos que

la veta en Yashipa mantiene su espesor, largo y ley. De esta manera, la variable por determinarse fue la longitud (40 m), cuya continuidad se vería limitada por la falla Oriental mapeada en el túnel T8. Así se pudo calcular el volumen (600 m^3), y en forma directa se estimó el RMH, que nos dio 304 OzTroy Au.

Con la finalidad de tomar una acertada decisión de abrir o no una mina en Yashipa, se considera únicamente el Recurso Mineral Inferido (RMI). Además, se compara dos métodos de explotación (Artesanal y Tecnificado), con lo cual se mide su rentabilidad en cada uno de ellos.

El proyecto de abrir una mina en Yashipa en condiciones artesanales no es sustentable, puesto que la cantidad diaria (Q) de oro extraído es de 1,53 gAu/día, que en ingresos representa 50 USD/día, comparado con los costos operativos diarios que llegan a 71 USD/día.

La actividad de explotación de Yashipa con un método tecnificado, se programó para 3 años, con lo que la inversión total asciende a 773.700 USD. Puesto que los ingresos totales llegan a 364.800 USD, este proyecto igualmente no resulta viable.

Finalmente se consideró dos variantes, tanto en el precio del oro como en su ley, para que el proyecto sea viable.

Aún si el precio del oro subiría y se duplicaría en los próximos meses, llegando a 2.000 USD/OzTroy, el proyecto no es viable.

La segunda variante es más promisoría que la primera. Se basa en la presunción de un aumento en la ley de oro (experiencia real de mineros en Yashipa) hasta un mínimo de 20 gAu/t, para que el proyecto sea viable.

Tabla 9.- Programación de costos para 3 años de explotación en Yashipa, según Método Tecnificado

ACTIVIDAD		PROGRAMACIÓN DE COSTOS																		TOTAL USD					
		RECURSOS HUMANOS																		COSTOS DE OPERACIÓN					
		N°	Geólogo		Ing. Minero		Administrad.		Perforista		Ayudantes		Obreros		Sociólogo		Guardias		Gerente		Secretaria		Días	Sub Total USD	Descripción
USD	N°		USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD	N°	USD				
1.	Organizar y planificar el proyecto	100	1	100	2	200	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	0	0	30	18.000		18.000
2.	Alquiler de maquinaria e insumos	0	1	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	400	180.000	216.600	
		100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	360	36.000		36.000	
		0	2	100	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	108.000		108.000	
		0	0	0	1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	54.000		54.000	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	43.200		43.200	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.080	108.000		108.000	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180	13.500		13.500	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	21.600		21.600	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	108.000		108.000	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10.800		10.800	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10.800		10.800	
	Gasto Corriente																								36.000
	TOTAL																								773.700

Nota. Los costos de minado se estiman en 14,95 USD/t, y se considera un tonelaje de 12.000 t.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

A nivel regional, el basamento aunque no aflora en el área de estudio, está representado por los metasedimentos Paleozoicos del Terreno Chaucha. Estas rocas están cubiertas en su mayoría por los volcánicos Terciarios del Grupo Saraguro (Eoceno Tardío - Medio (?) a Mioceno Temprano) que ocupan casi el 70% del área mapeada. La Fm. Turubamba del Mioceno Tardío (?) cubre al Grupo Saraguro en las partes altas.

El área de estudio se encuentra equidistante (15 a 17 km) entre dos estructuras regionales de rumbo andino, como son los Sistemas de Fallas Girón al este y Bulubulu al oeste, las mismas que representan límites de terrenos litotectónicos mayores.

En el Mioceno Temprano se produce un régimen extensivo E-W, y se relaciona con la formación de centros volcánicos y el emplazamiento, a lo largo de fallas NNE, de intrusiones, como por ejemplo el complejo de Shaglli.

En el Mioceno Tardío (durante los 9,5 a 8 Ma), se produce una mayor inversión tectónica, que se dio como resultado de la subducción de la cordillera asísmica de Carnegie con el margen ecuatoriano, iniciándose la depositación de la secuencia intramontañosa, representada por las Fm. Turi (lahares y sedimentos) y Tarqui (ignimbritas).

El área de estudio se encuentra ubicada en una zona estructural denominada Cinturón Ganarín, la misma que tiene un rumbo NNE, y que se extiende 80 Km desde Quimsacocha hasta el sur de Zaruma. Esta zona tiene un

importante control en la distribución de la actividad volcánica, intrusiva y de ocurrencias minerales de la región austral del Ecuador.

El área mapeada de Shaglli cubre una superficie de 3,6 km² y comprende dos concesiones: Shaglli 1 y Shaglli 2. El desnivel en cota en el área es de 1.200 m, desde el cañón del río San Francisco, hasta el páramo de Carachula.

Las litologías mapeadas fueron: El Grupo Saraguro (E-Ms) (que fue diferenciado en tres secuencias volcanoclásticas de composición variada), la Fm. Jubones (MSj), el intrusivo multifásico de Shaglli (diferenciado en tres pulsos), la Fm. Turubamba (MTu) y cuerpos hipabisales andesíticos.

Las secuencias que se diferenciaron en el Grupo Saraguro fueron: tobas pumíticas andesíticas (T^A), tobas y brechas tobáceas dacíticas (T^D) y tobas riolíticas (T^R).

La secuencia andesítica (T^A) ocupa el mayor volumen del área de estudio. Tiene una potencia de 600 a 700 m, y corresponde a una toba rica en cristales de plagioclasa +/- hornblenda y con ausencia de cuarzo, en una matriz vítrea con textura vitroclástica-eutaxítica. Como rasgo particular contiene pseudofiamme que son reemplazadas por esmectita.

La secuencia dacítica (T^D), está expuesta a manera de crestones métricos silicificados subverticales en dirección ESE, en la parte oriental de Shaglli 2. Tiene un espesor aproximado de 500 m y sobreyace a la secuencia andesítica. Estas rocas corresponden a tobas de composición dacítica con ojos de cuarzo entre un 5 a 8%.

La secuencia riolítica (T^R) está en contacto fallado con la subyacente secuencia dacítica y se la mapeó al Sur de Carachula. Tiene un espesor de 100 m. Las rocas son de color crema, textura clástica con tamaño de grano grueso (> 3mm) y contenido de cuarzo en el orden del 15%, embebido en una matriz vítrea.

La ignimbrita de Jubones del Mioceno Temprano, está sobreyaciendo a la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. Corresponde a tobas soldadas ricas en cristales de cuarzo amatístico, biotita, localmente feldespato saussuritizado y con una matriz parcialmente cloritizada.

La Fm. Turubamba aflora en el páramo de Carachula, y corresponde a tobas líticas dacíticas pobremente sorteadas y matriz - soportadas, con cuarzo >10%, componentes líticos subredondeados de composición andesítica (lavas y pórfidos andesíticos) y fragmentos de vetas de cuarzo cristalino e intrusivos (?).

No se identificó en el área de estudio a la Fm Santa Isabel (brechas tobáceas, lavas andesíticas y rocas sedimentarias) mapeada por Pratt et al. (1997). Más bien, se mapeó las tobas riolíticas (T^R) del Grupo Saraguro que están sobreyacidas por la Fm. Turubamba.

El intrusivo de Shaglli está encajado en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro. Comprende un complejo multifásico de tres intrusiones: a) la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), b) la microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd}) y c) la granodiorita de Tuntún (G^{Gd}).

Los intrusivos de Shaglli tienen variaciones en su composición, tamaño de grano, y tienen características texturales que evidencian un rápido enfriamiento y el emplazamiento a un alto nivel de la corteza, como plagioclasas zonadas envueltas en una matriz fina microcristalina.

La cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}) es el pulso primigenio de los tres encontrados. Es el de mayor volumen y cubre un área de 1.000 ha. Corresponde a una cuarzodiorita de grano medio, moderadamente magnética, textura fanerítica - equigranular con cristales de 2mm, conformada por 50% a 60% de plagioclasa (límite oligoclasa - andesina) zonada, feldespato de potasio 5%, cuarzo 5%, hornblenda 15 a 20% alterándose a clorita y clinopiroxeno 5 %, magnetita 10% y piritita 2%.

Se identificó un cuerpo elongado en el límite SW del intrusivo de Shaglli, que corresponde a la microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd}). Tiene una textura fanerítica de grano fino, 60% de plagioclasa (labradorita) con tamaño < 1 mm, 20 % de hornblenda, 5% de feldespato de potasio y 5% de cuarzo, la roca presenta un leve magnetismo y contiene 5% de pirita diseminada.

La granodiorita de Tuntún (G^{Gd}), es tardía con respecto a la cuarzodiorita de Shaglli. Presenta una textura fanerítica - equigranular de grano grueso (0,5 cm), 35% de cristales de plagioclasa (oligoclasa), 20% de cuarzo, 20% de feldespato de potasio, 15% de hornblenda y 10% de biotita.

La granodiorita de Tuntún fue datada por Pratt et al. (1997) para K/Ar, dando una edad de 17,64 +/- 0,61 Ma (Mioceno Temprano). Esta edad es confirmada por xenolitos digeridos de la ignimbrita de Jubones encontrados en la cuarzodiorita de Shaglli.

Se mapeó un cuerpo de brecha hidrotermal con cuarzo - turmalina negra en la granodiorita de Tuntún, que arroja leyes de 36 ppb de oro.

Una brecha hidrotermal polimíctica, corta a la granodiorita de Tuntún, que está limitada por una zona de falla con rumbo N125°/ 44° NE. Esta brecha alcanza un ancho de ~30 m x 100 m de largo, tiene como componentes fragmentos de la granodiorita y de la cuarzodiorita de Shaglli de forma angular reemplazados por sílice y sericita. Además, contiene inclusiones de turmalina negra tipo chorlo en la matriz, 2% de cuarzo y fracturas rellenas por hematita y pirolusita.

Se identificaron siete cuerpos subvolcánicos de composición andesítica (D^A) altamente magnéticos y textura porfírica, que representan fases tardías de los intrusivos de Shaglli. Cuatro de ellos están ubicados en los bordes y/o intruyendo a la cuarzodiorita de Shaglli, y tres se localizan tanto en Condorsamana y en Tasqui en el límite norte del área de estudio, así como el de Aguarongo al sur.

Tres sistemas de fallas mayores fueron reconocidos en el área de estudio con rumbo ENE, ESE y NS, los mismos que controlan el emplazamiento de varios diques andesíticos, así como una intensa silicificación.

La ocurrencia de vetas en el área de Shaglli se da en las tres secuencias estratigráficas, que van desde el Eoceno Tardío hasta el Mioceno Tardío.

Solo una veta de las que fueron muestreadas en las áreas de Shaglli 1 y 2 (no incluye Yashipa), presenta valores anómalos de 0,56 g Au/t y 9,7 g Ag/t. Tiene una dirección N 105° E / 40° SW, con 33 cm de espesor y se encuentra al sur del contacto entre la granodiorita de Tuntún con la cuarzodiorita de Shaglli.

Una estructura métrica silicificada (prolongación de Falla Yashipa) en el sector de Carachula con rumbo N65°, corta a la Fm Turubamba, y forma crestones de cuarzo cristalino con partes brechiadas en las tobas dacíticas (T^D) del Grupo Saraguro, sigue un corredor de 3 Km pudiendo conectar hasta Yashipa (?).

En la subzona de Yashipa se identificó un complejo intrusivo subvolcánico, que está cortando parcialmente a la cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd}), y se lo considera como un evento Post Shaglli.

El cuerpo subvolcánico de Yashipa está encajado en las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro. Los bordes de este intrusivo tienen una textura intersertal, y se los diferenció como diques andesíticos (D^A). Mientras que hacia el centro su textura se hace porfirítica, mapeándose como un pórfido de hornblenda (P^{Hb}).

El Sistema Vetiforme Yashipa (**SVY**) corresponde a un sistema epitermal de baja sulfuración y está conformado por cuatro vetas de cuarzo (V1 a V4), subverticales, paralelas entre sí, que no exceden los 30 cm de espesor de dirección ~ENE que gradúa entre N50° a N80°, y con dobleces a profundidad y longitudinalmente.

La veta (V3) está mineralizada con oro nativo y la ganga corresponde a cuarzo +/- calcedonia, mientras que las otras son estériles con ganga de cuarzo cristalino grueso.

El encajante de la mineralización en el **SVY**, corresponde a la secuencia volcanoclástica andesítica (T^A) del Grupo Saraguro.

Tres fallas principales transcurrentes (premineral) con rumbo N110° a N130° y subverticales, serían las generadoras del **SVY**, limitando la continuidad de la veta mineralizada hacia el este, así como la alteración sericítica hacia los bordes de las fallas.

La presencia de cuarzo fracturado y material arcilloso cizallado junto con sericita, son una evidencia de que la veta fue reactivada tectónicamente, incorporando oro en gel de sílice calcedónico en un pulso tardío.

Por evidencia de la Falla Yashipa (synmineral o postmineral), que corta a los volcanoclastos de la Fm. Turubamba (Mioceno Tardío (?)), la edad de mineralización de Yashipa sería contemporánea o posterior al Mioceno Tardío (?).

La mineralización en Yashipa, corresponde a oro nativo muy fino, de granulometría de 0,01 mm (10 micras), hospedado en sílice calcedónico, 2% de pirita gruesa masiva rellenando fracturas y pirita fina diseminada en la ganga de sílice. La veta presenta una textura boxwork, producto de la lixiviación de los cristales gruesos de pirita por acción de fluidos hidrotermales.

La alteración en el **SVY**, comprende un modelo tradicional de baja sulfuración, con una zona de silicificación (cuarzo-calcedonia) central que contiene la mena (oro nativo). Esta pasa lateralmente a un halo que no excede los 30 cm de alteración sericítica-arcillosa. Alteración argílica intermedia dominada por illita (?), hematita y goethita envuelve a la alteración sericítica. Finalmente en la periferia de estas zonas, ocurre alteración subpropilítica, caracterizada por clorita-esmectita y en forma subordinada epidota.

A profundidad la ley de oro (8,62 g/t), y el espesor de la veta aumentan, incrementándose la expectativa de exploración de la veta mineralizada.

La rápida erosión provocó un descenso del nivel freático en Yashipa, explicando con esto la presencia de superposición de texturas típicas de diferentes profundidades de formación, como sílice calcedónico de color gris azulado en un nivel inferior (3.050 m), y una textura de cuarzo cristalino grueso en un nivel superior (3.100 m).

La respuesta geoquímica en Yashipa de la mayoría de elementos fue baja, debido al pobre contraste existente entre la roca caja y la mena, resultando aparentemente un efecto de enmascaramiento, producto de una reptación y transporte del suelo.

De los 35 elementos analizados, sólo 12 presentaron un comportamiento anómalo bajo, distribuidos con valores puntuales y zonas restringidas por encima de las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

Únicamente valores anómalos de Pb y Zn, se encuentran ubicados por encima de los diques andesíticos (D^A) y de las tobas (T^A) andesíticas del Grupo Saraguro.

Una baja abundancia de anomalías en metales base (Cu, Pb y Zn), son típicas en las partes superiores de los sistemas epitermales como de Yashipa.

Elementos pathfinders para Au, como el Hg tienen bajas concentraciones, cuyos valores están en el rango de 1 a 2 ppm en todas las muestras, igual resultado tenemos con los valores de TI que alcanzan los 10 ppm.

Un patrón geoquímico discontinuo ENE de Au y Ag, está ubicado a 400 m al Norte de la margen derecha de Yashipa, reflejando una posible distribución de mineralización en esta dirección.

Valores anómicos de As (69 a 128 ppm) y Sb (14 a 36 ppm) se concentran a 400 m al Sur de la quebrada Yashipa. Esto crea un interés exploratorio en esta zona.

El cálculo del Recurso Mineral Inferido (**RMI**) e Hipotético (**RMH**) para el SVY se basó en un método geométrico, asumiendo constante la ley promedio ponderada de oro de 5,95 g Au/t.

Para el **RMI** se estimó las dimensiones de la veta con: 60 m de largo, 50 m de profundidad y 0,3 m de espesor promedio, y la veta para el **RMH** se asume que tendría 40 m de largo x 50 m de profundidad x 0,30 m de espesor promedio.

El **RMI** se estimó en 456 OzTroy de Au y para el **RMH** en 304 OzTroy de Au. El Recurso total es de 760 OzTroy que equivale a 23,75 Kg de Au.

.

El resultado de trabajar cuatro personas en un túnel de Yashipa de sección 1,5 m², minando artesanalmente 1 t/día de material, es de 1,53 g de Au del **RMI**, considerando un precio de 1.000 USD la OzTroy. Al tener un ingreso diario de 48.96 USD/día, el proyecto no es viable, ya que los gastos son de 71 USD/día.

El proyecto no justifica una inversión para explotar técnicamente la “mina” de Yashipa. Extrayendo 9,59 g Au/día del **RMI**, se tiene unos egresos de 773.700 USD, a cambio de 364.800 USD de ingresos.

Si se tiene un aumento de la ley a 20 g Au/t durante la explotación, el proyecto es apenas viable.

RECOMENDACIONES

Un mapeo geológico a escala 1:1000 y muestreo geoquímico de rocas a detalle de la quebrada Masucay es indispensable para potencializar el prospecto, ya que un corredor con coincidencia estructural ENE y con valores altos en oro es reconocido por la Compañía CORNERSTONE RESOURCES aguas arriba del río Masucay.

Se recomienda un muestreo de sedimentos y mapeo a detalle en la zona de la quebrada Macar (al Este de Yashipa), puesto que se mapeó una estructura con rumbo N 75° que continua hacia la zona de "Vetas Grandes", la cual tiene valores altos de oro según la Compañía CORNERSTONE RESOURCES.

Se recomienda en Yashipa, un avance de los túneles T1 y T2 para tratar de cortar la veta, para así, descartar o asegurar su continuidad a profundidad. Así habría datos más valiosos para evaluar aumentos de la ley de oro a profundidad.

Se recomienda perforaciones exploratorias en el interior del túnel T9 en disposición de abanico de 30 m y de bajo ángulo (<30°), con el objetivo de comprobar si el SVY se extiende hacia el este.

Con miras de identificar si el sistema mineralizado se profundiza o la posibilidad de cortar otra veta aurífera mas al sur, se recomienda 3 perforaciones profundas en la quebrada Yashipa de 100 a 150 m, rumbo N180° e inclinación de 45°.

Se recomienda un mapeo detallado y muestreo sistemático en la zona de Tuntún (borde sur), donde están expuestas brechas hidrotermales y cuerpos de brecha con turmalina con valores de 0,5 g Au/t. Si los resultados son alentadores se debería pasar a una fase de perforación.

Aplicar técnicas de estudios de microtermometría de inclusiones fluidas, en las vetas de cuarzo-calcedonia de Yashipa, con el fin de conocer la posición de la paleosuperficie, temperaturas de formación del depósito mineral, quimismo de los fluidos mineralizantes, como aporte al conocimiento de la génesis del yacimiento.

CAPITULO 7

BIBLIOGRAFÍA

ASPDEN, J.A; BONILLA, W & DUQUE, P. (1995). The El Oro metamorphic complex, Ecuador: geology and economic mineral deposits. Overseas Geology and Mineral Resources Series N° 67, 63 pp.

BEATE, B., MONZIER, M; SPIKINGS, R; COTTEN, J; SILVA, J; BOURDON, E; EISSEN, J (2001). Mio - Pliocene adakite generation related to flat subduction in southern Ecuador: The Quimsacocha volcanic center. Earth and Planetary Science. Letters. 192: 561 - 570 pp.

BEATE, B., (2005). Report on the regional geological reconnaissance mapping of the Ganarin - Shaglli - Condorcocha area, Azuay province, SW Ecuador. (Informe técnico no publicado) 11 pp.

BRISTOW, C & PARODIZ, J. (1982). The stratigraphical paleontology of the Tertiary non-marine sediments of Ecuador. Bulletin of Carnegie Museum of Natural History. Pennsylvania N°.19, 1 - 53 pp.

CAÑADAS, L., (1983). El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, Editores Asociados, escala 1:1'000.000, Quito - Ecuador.

CORBETT, G & LEACH, T. (1994). Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems. Structure, Alteration and Mineralization, Society of Economic Geologists, Special Publication N° 6, 236 pp.

DUNKLEY, P & GAIBOR, A. (1997). Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 2° 00' S and 3° 00' S'. CODIGEM - BGS, Quito - Ecuador, 76 pp.

DURAN, GERARDO., (2006). Comunicación personal, Minero antiguo de Yashipa asentado en la parroquia de Shaglli. Teléfono domicilio: 07-2964467.

ERAZO, M., (1957). Apuntes sobre la geología y estructura del valle de Cuenca. Anales de la Universidad de Cuenca. Vol 13, 157 - 197 pp.

FLETCHER, W; HOFFMAN, S; MEHRTENS, M; SICLAIR, A & THOMSON, I. (1986). Exploration Geochemistry: Design and Interpretation of Soil Surveys. in Corporations with Association of Exploration Geochemists. Reviews in Economic Geology. Vol 3. 194 pp.

GUTSCHER, M., (1999). The "Lost Inca Plateau": cause of flat subduction beneath Peru. EPSL, 171: 335 - 341 pp.

HEDENQUIST, J., & LOWENSTERN. (1994). The role of magmas in the formation of hydrothermal ore deposits. Nature. Vol 370, 519 - 527 pp.

HEDENQUIST, J; IZAWA, E; ARRIBAS, A & WHITE, N. (1996). Epithermal Gold Deposits: Styles, characteristics and exploration: poster and booklet, Resource Geology Special Publication 1, 17 pp.

HEDENQUIST, J., (2006). Observation on epithermal gold prospects of the Shyri property, south half, Azuay province, southern Ecuador, 28 pp.

HELG, U., (1997). Geologie des Intermontanen Beckens von Sta. Isabel: (Miozän, Südecuador): Beckennordteil. Master's Thesis, Institute of Geology ETH - Zürich, 128 pp.

HUNGERBÜHLER, D., (1997). Tertiary basins in the Andes of southern Ecuador (3° 00' - 4 ° 20'). Sedimentary evolution, deformation and regional tectonic implications. PhD Thesis, Institute of Geology ETH Zürich, Switzerland, 182 pp.

HUNGERBÜHLER, D; STEINMANN, M; WINKLER, W; SEWARD, D; EGÜEZ, A; PETERSON, D; HELG, U & HAMMER, C. (2002). Neogene stratigraphy and Andean geodynamics of southern Ecuador. *Earth Science - Reviews* 57: 75 -124 pp.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR IGM. (1971). Mapa Topográfico del Ecuador, escala 1:50.000, Hoja de San Fernando. Serie J721 (NVI - B1 3784 - IV).

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR IGM. (1981). Mapa Topográfico del Ecuador, escala 1:50.000, Hoja de Santa Isabel. Serie J722 (NVI - B3 3784 - III).

KENNERLEY, J., (1973). Geology of Loja Province Southern Ecuador. Institute of Geological Sciences. Overseas Geology and Mineral Resources. Photogeological Unit. No. 23, 34 pp.

KENNERLEY, J., (1980). Outline of the Geology of Ecuador. Institute of Geological Sciences: Overseas Geology and Mineral Resources. No. 58, 17 pp.

LITHERLAND, M; ASPDEN, J & JAMIELITA, R. (1994). The Metamorphic Belts of Ecuador, British Geological Survey, Overseas Mem 11. England 147 pp.

McBIRNEY, A., (1984). Igneous Petrology. Edit. Freeman, Cooper and Company, 504 pp.

McCOURT, W; DUQUE, P & PILATASIG, L. (1997). Informe N° 3, Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental, Programa de Información Cartográfica y Geológica: Mapa escala 1: 200.000. Geology and Mineral Deposits of the Western Cordillera of Ecuador between 1 - 2 ° S. CODIGEM - BGS, Quito - Ecuador.

McPHIE, J; DOYLE, M & ALLEN, R. (1993). "Volcanic Textures". A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies University of Tasmania. 179 pp.

PETROPRODUCCIÓN (1996). Informe micropaleontológico de 20 muestras de la Misión Británica. N°. 003-PPG-96.

PRATT, W; FIGUEROA, J & FLORES, B. (1997). Informe N° 1, Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental, Programa de Información Cartográfica y Geológica: Mapa escala 1: 200.000. Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 3° S and 4° S. CODIGEM - BGS, Quito - Ecuador 58 pp

PRODEMINCA., (2000). EVALUACIÓN DE DISTRITOS MINEROS, Volumen 4 "Depósitos porfídicos y epi-mesotermales relacionados con intrusiones de las cordilleras Occidental y Real", UCP PRODEMINCA Proyecto MEM - BIRF 36 - 55 EC, Quito - Ecuador, 316 pp.

PRODEMINCA., (2000). EVALUACIÓN DE DISTRITOS MINEROS, Volumen 2 "Depósitos epitermales de la cordillera andina", UCP PRODEMINCA Proyecto MEM - BIRF, Quito - Ecuador, 200 pp.

REYNAUD, C; JAILLARD, E; LAPIERRE, H; MAMBERTI, M & MASCLE, G; (1999). Oceanic Plateau and island arc of south - western Ecuador: Their place in the geodynamic evolution of north - west South America. Tectonophysics, 307, 235 - 254 pp.

ROSE, A; HAWKES, H & WEBB, J. (1979). Geochemistry in mineral exploration. Second edition, Cased Edition, 533 pp.

SALTOS, T. (2005). Apuntes de Evaluación de Proyectos, materia dictada en la Escuela Politécnica Nacional.

STEINMANN, M. (1997). The Cuenca basin of southern Ecuador: tectono-sedimentary history and the Tertiary Andean evolution. Tesis de Ph.D no publicada. Institute of Geology, ETH, Zurich, Switzerland.

VARNES, D. (1978). Slope movements. Types and processes. Landslides: Analysis and control (Schuster and Krizeck, Eds). Special Report 176, National Research Council, Washington D.C, 33 pp.

VILLEGAS, F & VITERI, T. (2005). "Proyecto Shaglli" (Santa Isabel - Provincia del Azuay). Exploración Geológica Minera para Doubloon Exploration Inc. Quito - Ecuador. Informe Técnico no publicado, 26 pp.

WILLIAMS, T; DUNKLEY, P; CRUZ, E; ACITIMBAY, V; GAIBOR, A; LOPEZ, E; BAEZ, N & ASPDEN, J. (2000). Regional geochemical reconnaissance of the Cordillera Occidental of Ecuador: economic environmental applications, Applied Geochemistry 15, Pergamon, 20 pp.

PORTALES WEB VISITADOS:

[http:// www. oroymfinanzas.com](http://www.oroymfinanzas.com)

[http:// www. estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)

<http://www.plata.uda.cl/minas.html>

[http://www. cornerstoneresources.com](http://www.cornerstoneresources.com)

[http://www. fortunecity.es/expertos.html](http://www.fortunecity.es/expertos.html)

<https://www.cim.org/forms/library/results.cfm>

[http://www. mineriaecuador.com/dinami/bdd/index.html](http://www.mineriaecuador.com/dinami/bdd/index.html)

ANEXO 1:

Glosario de términos y equivalencias utilizados

Glosario

Anomalía.- Es una desviación estadísticamente significativa, a partir del valor de fondo o background.

Anomalía Geoquímica.- Se expresa como una variación en la distribución geoquímica normal correspondiente a un área o a un ambiente geoquímico.

Aunque todos los elementos químicos están distribuidos en la corteza terrestre de forma amplia, su concentración en las rocas es demasiado bajo como para permitir que su extracción de las rocas resulte rentable. Y para dar lugar a un yacimiento mineral, se debió dar algún proceso geológico (ígneo, metamórfico, sedimentario, hidrotermal) que provoca la concentración del elemento.

Calcedonia.- (Gel de sílice). Es una variedad criptocristalina del sílice, con un lustre ceroso y un hábito fibroso a nivel microscópico.

La calcedonia puede subdividirse en calcedonia propiamente dicha, de coloración uniforme, en ágata variedad coloreada diversamente según bandas paralelas o concéntricas, calcedonias blancas, cornalina que es una variedad roja, y pardas como el sardónice.

Contraste.- Es la diferencia entre la abundancia relativa de un elemento relacionada con la mineralización y su abundancia en condiciones normales (valor de fondo) de no mineralización.

Depósitos Epitermales.- Se forman cerca de la superficie de la tierra (< 1 km). Se llegó a esta conclusión basándose en las texturas y asociaciones minerales con temperaturas máximas de alrededor de los 300 °C, (en base a geotermómetros minerales e inclusiones fluidas), aunque la mayoría de estos depósitos se forman entre 160 y 270 °C.

Los sistemas hidrotermales activos asociados a rocas volcánicas, se extienden desde magmas en desgasificación, hasta fumarolas y fuentes termales ácidas, y comprenden los ambientes mineralizadores porfídicos y/o de alta sulfuración (AS).

Mientras que los yacimientos epitermales de baja sulfuración (BS) se forman en sistemas geotérmicos, caracterizados por aguas de pH prácticamente neutro y que pueden descargar en la superficie como fuentes termales alcalino cloruradas.

Los yacimientos epitermales de oro se encuentran principalmente en arcos volcánico - plutónicos (arco de islas y arcos continentales) asociados con zonas de subducción.

Los yacimientos de oro se encuentran principalmente en rocas volcánicas y en sedimentos volcanogénicos contemporáneos, y ocasionalmente en rocas del basamento. Aunque las rocas volcánicas son generalmente calcoalcalinas, también se pueden encontrar en rocas ígneas alcalinas y shoshoníticas de arcos maduros.

También en los arcos volcánicos puede tener lugar una erosión importante durante el período de actividad hidrotermal. Lo que conduce frecuentemente al colapso del sistema y a un proceso de alteración por aguas-vapor calentados (steam-heated), que se superpone a los minerales formados de la superficie. Esta alteración tardía, debe diferenciarse de la que acompaña a la mineralización original.

Ganga.- Comprende a los minerales que acompañan a la mena, pero que no presentan interés minero en el momento de la explotación. Conviene resaltar que minerales considerados como ganga en determinados momentos se han transformado en menas al conocerse alguna aplicación nueva para los mismos.

Histograma.- Método para desplegar información numérica. Los histogramas son usados porque ellos proveen una vista simple de a) el rango de datos, b) valores anómalos.

Ley de Corte (cut-off).- Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser explotable; es decir, la concentración que hace posible

pagar los costos de extracción, tratamiento y comercialización, y tener ganancias a partir de ese valor.

Mena.- Es el mineral que presenta interés minero. En general, es un término que se refiere a minerales metálicos y que designa al mineral del que se extrae el elemento de interés.

Pseudofiamme.- Fragmentos de pómez de forma lenticular producto de compactación diagenética en frío.

Recurso Mineral.- Es una concentración u ocurrencia de material natural orgánico fosilizado o inorgánico sólido, ubicado en la corteza de la Tierra, tal que el grado y el tonelaje es razonablemente prospectivo para una extracción económica.

El grado, la cantidad o tonelaje, la continuidad y las características geológicas de un Recurso Mineral son confirmadas, asumidas o estimadas, a través de trabajos de exploración sistemática y muestreo.

El Recurso Mineral se ha dividido en tres categorías, en función del grado de confianza de los datos geológicos, así tenemos: Recurso Mineral Inferido, Recurso Mineral Indicado, Recurso Mineral Medido.

Recurso Mineral Inferido (RMI).- Es la parte del Recurso Mineral cuya cantidad, calidad y el grado, en base a la evidencia geológica y un muestreo limitado, puede ser estimado pero NO verificado. Esa estimación está basada en muestreo de afloramientos, trincheras, perforaciones.

Recurso Mineral Indicado.- Es la parte del Recurso Mineral cuya cantidad, calidad y el grado, con un nivel suficiente de confianza, puede ser asumido. Esta estimación está basada en muestreo de afloramientos, trincheras, y perforaciones suficientemente cercanas.

Recurso Mineral Medido (RMM).- Es la parte del Recurso Mineral cuya cantidad, calidad , grado, densidad, forma y características físicas son bien establecidas y confirmadas, con la suficiente confianza, para permitir la apropiada aplicación de técnicas y parámetros económicos, que soportan un planeamiento y una viabilidad del depósito. Esta confirmación está basada en exploración a detalle, muestreo de afloramientos, trincheras, y perforaciones suficientemente cercanas.

Esta categoría requiere un alto nivel de confianza de la geología y los controles del depósito mineral.

Reserva Mineral.- Es la parte medida y económicamente minable de un Recurso Mineral, demostrado por lo menos con un estudio preliminar de factibilidad. Este estudio puede incluir adecuada información de minado, procesamiento, metalurgia, aspectos económicos, gubernamentales, ambientales, socio-económicos y de marketing.

Una Reserva Mineral incluye las pérdidas o diluciones en o los procesos de extracción.

Está subdividido en el orden de confiabilidad, así tenemos la Reserva Mineral Probable y Reserva Mineral Probada.

Reserva Mineral Probable.- Es la parte económicamente minable de un Indicado o Medido Recurso Mineral, demostrado por lo menos con un estudio preliminar de factibilidad. Este estudio puede incluir adecuada información de técnicas de minado, procesamiento, metalurgia, y otros relevantes factores que demuestran el tiempo de extracción económicamente justificado.

Reserva Mineral Probada.- Es la parte económicamente minable de un Recurso Mineral Medido, demostrado por lo menos con un estudio preliminar de factibilidad. Este estudio puede incluir adecuada información de técnicas de minado, procesamiento, metalurgia, y otros relevantes factores que demuestran el tiempo de extracción económicamente justificado.

Textura intersertal.- Se caracteriza por tener microlitos de plagioclasa entre material vítreo, con cristales secundarios llenando intersticios.

Textura Intergranular.- Se caracteriza por contener microlitos de plagioclasa entre cristales, con ferromagnesianos y opacos.

Vetas de tensión.- Son estructuras de dilatación, que se forman en rocas competentes entre fallas de rumbo, típicamente en la orientación del esfuerzo principal (σ_1), desarrolladas en ambientes de convergencia ortogonal y oblicua. En ambientes de convergencia oblicua, las vetas de tensión pueden ser restringidas entre fallas transcurrentes, que representan el plano de cizalla, comúnmente como sets en echelon.

Los fluidos mineralizantes son empujados de las rocas encajantes por la variación de presión hacia las zonas de menor presión (zonas de dilatación), la repetición de este proceso produce cada vez mayor concentración de los metales.

LISTA DE EQUIVALENCIAS UTILIZADAS
1 kilogramo (Kg)= 1.000 gramos
1 Tonelada métrica (t) = 1.000 kilogramos
1 Onza Troy (OzTroy) = 31,10348 gramos
1 ppm = 1 g/t
Densidad del cuarzo= 2,65 t/m ³
Precio del oro (Mayo 2011) = 1.513 USD/OzTroy

ANEXO 2:

**Fichas de descripción petrográfica de
láminas delgadas de la zona de Shaglli y la
subzona de Yashipa**

MUESTRA: RY- CH - 05

UBICACIÓN: (679815 E / 9650656 N). Intersección camino Shaglli - Yashipa con la Qda. Porotos.

COLOR: Verde

COMPOSICIÓN:

- Plagioclasa 55 %
- Hornblenda 20 %
- Feldespato 8 %
- Biotita 5 %
- Cuarzo 5 %
- Magnetita 5 %
- Pirita 2 %

- Cristales subhedrales de plagioclasa de composición $An_{30}Ab_{70}$ (límite entre oligoclasa y andesina) de tamaño < 0.5 mm, con facetas son irregulares
- Cristales de feldespato subhedral. No se determinó la composición por estar fuertemente argilitizados
- Cristales de hornblenda, alterándose a clorita
- Cristales anhedrales de biotita , de tamaño < 0.5 mm, alterándose a clorita
- Cristales de cuarzo subhedrales
- Cristales de magnetita en forma de agregados o cúmulos, presentando facetas regulares.
- Cristales de pirita diseminada en la matriz.

TEXTURA: Cristalina / fanerítica / equigranular / alotriomórfica

OBSERVACIONES: Cristales de plagioclasa alterados a zoisita.

CLASIFICACIÓN: CUARZODIORITA

UNIDAD O FORMACIÓN: Cuarzodiorita de Shaglli (G^{Od})

MUESTRA: R - CH - 18**UBICACIÓN:** (680414 E / 9649140 N) 1 Km al SE del pueblo de Shaglli**COLOR:** Verde grisáceo**COMPOSICIÓN:**

- Plagioclasa 65 %
- Hornblenda 15 %
- Feldespato 5%
- Cuarzo 5 %
- Magnetita 8 %
- Pirita 2 %

- Cristales subhedrales de plagioclasa. Localmente presentan zonación y otros no se preservan, y se presentan como fantasmas en tamaños de 1 mm
- Cristales subhedrales de hornblenda
- Cristales de feldespato argilitizado
- Agregados policristalinos de cuarzo
- Cristales de magnetita
- Cristales de pirita diseminada en la matriz

TEXTURA: Cristalina / fanerítica / equigranular / alotriomórfica**OBSERVACIONES:** Cristales de plagioclasa alterados a epidota.**CLASIFICACIÓN:** CUARZODIORITA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd})

MUESTRA: R - CH - 19

UBICACIÓN: (680015 E / 9648662 N) a 1.2 Km al ESE del pueblo de Shaglli, camino Saramagrande - Shaglli

COLOR: Gris oscuro

COMPOSICIÓN:

- Plagioclasa 60 %
- Hornblenda 10 %
- Feldespato 10 %
- Biotita 5 %
- Cuarzo 5 %
- Magnetita 8 %
- Pirita 2 %

- Cristales euhedrales de plagioclasa con macla de Carlsbad, de composición $An_{32}Ab_{68}$ que corresponde a andesina
- Cristales de subhedrales de feldespato
- Cristales prismáticos de hornblenda alterándose a clorita
- Cristales anhedrales de cuarzo
- Cristales anhedrales de clinopiroxeno (?)
- Cristales de magnetita
- Pirita diseminada en la matriz

TEXTURA: Cristalina / fanerítica / equigranular / alotriomórfica

CLASIFICACIÓN: CUARZODIORITA

UNIDAD O FORMACIÓN: Cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd})

MUESTRA: R - CH - 29**UBICACIÓN:** (679913 E / 9651870 N) Qda. Guagual**COLOR:** Verde grisáceo**COMPOSICIÓN:**

- Plagioclasa 60 %
- Hornblenda 10 %
- Feldespato 10 %
- Piroxeno 5 %
- Cuarzo 5 %
- Magnetita 8 %
- Pirita 2 %

- Cristales subhedrales de plagioclasa de composición $An_{30} Ab_{70}$, que corresponde andesina, parcialmente reemplazados por arcillas
- Cristales prismáticos de hornblenda alterándose a clorita
- Cristales de subhedrales de feldespato
- Cristales anhedrales de cuarzo y rellenando microfracturas
- Cristales anhedrales de clinopiroxeno (?)
- Cristales de magnetita
- Pirita diseminada en la matriz

TEXTURA: Cristalina / fanerítica / equigranular / alotriomórfica**OBSERVACIONES:** Presenta una nube de arcillas que cubre la lámina**CLASIFICACIÓN:** CUARZODIORITA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Cuarzodiorita de Shaglli (G^{Qd})

MUESTRA: R - CH - 22**UBICACIÓN:** (677896 E / 9648762 N) Margen izquierda del río San Francisco**COLOR:** Verde grisáceo**COMPOSICIÓN:**

- Plagioclasa 60 %
- Hornblenda 20 %
- Feldespato 5%
- Cuarzo 5 %
- Magnetita 3 %
- Pirita 7 %

- Cristales subhedrales de plagioclasa de composición $Ab_{48}An_{52}$ que corresponde a labradorita, El tamaño es inferior a 1 mm, y está reemplazada fuertemente por arcillas. Aún preserva remanentes con maclado
- Cristales de hornblenda alterándose a clorita
- Cristales subhedrales de feldespato de potasio
- Cristales anhedrales de cuarzo
- Cristales de magnetita
- Pirita diseminada en la matriz y rellenando microfracturas

TEXTURA: Cristalina / fanerítica / alotriomórfica**OBSERVACIONES:** Plagioclasas reemplazadas por arcillas**CLASIFICACIÓN:** MICROCUARZODIORITA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Microcuarzodiorita de San Francisco (G^{mQd})

MUESTRA: R- CH- 27**UBICACIÓN:** (679913 E / 9651870 N) Caserío de Tuntún**COLOR:** Blanco**COMPOSICIÓN:**

- Plagioclasa 35 %
- Feldespato 20 %
- Cuarzo 20 %
- Hornblenda 15 %
- Biotita 10 %

- Cristales euhedrales de plagioclasa de composición $An_{28} Ab_{72}$, que corresponde a oligoclasa cuyo tamaño promedio es de 0.5 cm. Parcialmente están reemplazadas por arcillas. Estos cristales presentan microfracturas
- Cristales anhedrales de cuarzo
- Cristales subhedrales de feldespato de potasio
- Cristales de hornblenda (tamaño 0.5 cm a 1 cm)
- Cristales de biotita en forma de escamas (tamaño 0.5 cm)

TEXTURA: Cristalina / Fanerítica / Equigranular**OBSERVACIONES:** Bordes de los cristales de hornblenda, están reemplazados por clorita**CLASIFICACIÓN:** GRANODIORITA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Granodiorita de Tuntún (G^{Gd})

MUESTRA: RY- CH - 06**UBICACIÓN:** (680077 E / 9650794 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	65 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	20 %
		- Feldespato	5 %
	Opacos:	- Magnetita	10 %

- Vidrio en la matriz que envuelve a los cristales, junto a microagregados de arcillas, producto de alteración de plagioclasa, con apariencia de sombras que recubren la lámina
- Cristales de plagioclasa de composición $An_{34} Ab_{66}$ que corresponde a andesina
- Cristales argilitizados de feldespato
- Cristales de magnetita

TEXTURA: Intersertal**OBSERVACIONES:** Plagioclasa saussuritizada**CLASIFICACIÓN:** DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 07**UBICACIÓN:** (680132 E / 9650813 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	75 %
	Fenocristales:	- Líticos	15 %
		- Plagioclasa	5 %
	Opacos:	- Magnetita	3 %
- Rutilo		2 %	

- Vidrio con microlitos de plagioclasa conforman la matriz
- Líticos de toba andesítica de 1.5 mm de tamaño
- Cristales de plagioclasa con bordes de alteración a arcillas
- Cristales de magnetita
- Cristales de rutilo

TEXTURA: Intersertal**CLASIFICACIÓN:** DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 13**UBICACIÓN:** (680132 E / 9650813 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:

Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	70 %
Fenocristales:	- Plagioclasa	25 %
Opacos:	- Pirita	5 %

- Vidrio y microlitos de plagioclasa en la matriz que envuelve a fenocristales
- Cristales euhedrales de plagioclasa de composición $Ab_{62} An_{38}$ que corresponde a andesina con tamaño 0.5 mm haciendo agregados cristalinos
- Cristales de pirita diseminada en la matriz

TEXTURA: Intersertal**OBSERVACIONES:** Presenta microfracturas rellenas por cristales de clorita.**CLASIFICACIÓN:** DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH- 14**UBICACIÓN:** (680223 E / 9650891 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	73 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	25 %
	Opacos:	- Pirita	2 %

- Vidrio junto con microlitos de plagioclasa en la matriz que engloba a los fenocristales de plagioclasa
- Cristales subhedrales de plagioclasa de composición $Ab_{56}An_{34}$ que corresponde a andesina, de tamaño 0.8mm, con facetas irregulares. Es común encontrar fantasmas.
- Cristales de pirita en la matriz.

TEXTURA: Intersertal**OBSERVACIONES:**

- Microfracturas rellenas por trazas de cuarzo con extinción ondulada
- Plagioclasa alterando a arcillas mas sericita cubre a manera de nube la lámina

CLASIFICACIÓN: DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 15**UBICACIÓN:** (680000 E / 9650754 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris claro

COMPOSICIÓN:

Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	65 %
Fenocristales:	- Plagioclasa	30 %
Opacos:	- Magnetita	3 %
	- Pirita	2 %

- Matriz conformada por microlitos de plagioclasa mas vidrio gris oscuro
- Cristales subhedrales de plagioclasa de composición $Ab_{62}An_{38}$ que corresponde a andesina, de tamaño mayor a 1 mm.
- Cristales de magnetita
- Pirita en la matriz

TEXTURA: Intersertal**OBSERVACIONES:**

- Plagioclasa alterando a arcillas mas sericita cubre a manera de nube la lámina

CLASIFICACIÓN: DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 22**UBICACIÓN:** (680375 E / 9650976 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	75 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	17 %
		- Hornblenda	3 %
Opacos:	- Magnetita	3 %	
	- Pirita	2 %	

- Vidrio gris oscuro más microlitos de plagioclasa conforman la matriz
- Cristales euhedrales de plagioclasa de composición $An_{42} Ab_{58}$ que corresponde a andesina. Es común cristales con macla de Carlsbad, y parcialmente zonados, con tamaño superior a 2 mm, localmente alterados a epidota
- Cristales de hornblenda alterándose a clorita
- Cristales de magnetita
- Pirita en la matriz

TEXTURA: Porfírica**CLASIFICACIÓN:** PÓRFIDO ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Pórfido de Yashipa (P^{Hb})

MUESTRA: RY- CH - 23**UBICACIÓN:** (680511 E / 9651033 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	78 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa - Feldespato	20 % Tz
	Opacos:	- Pirita - Hematita	2 % Tz

- Vidrio de color café oscuro, que forman conjuntamente con plagioclasa en microlitos, está presente en la matriz
- Cristales subhedrales de plagioclasa con zonación. Presenta su maclado característico, el tamaño promedio es de 2 mm
- Trazas de feldespato de potasio formando agregados policristalinos de tamaño inferior a 0.05 mm
- Pirita de tamaño promedio de 0.025 mm
- Cristales hexagonales con caras regulares de hematita(?)

TEXTURA: Subporfírica / Intersertal**CLASIFICACIÓN:** PÓRFIDO ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Pórfido de Yashipa (P^{Hb})

MUESTRA: RY- CH - 24**UBICACIÓN:** (680534 E / 9651044 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	70 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	25 %
	Opacos:	- Pirita - Magnetita	3 % 2 %

- Microlitos de plagioclasa junto a vidrio gris oscuro conforman la matriz
- Cristales subhedrales de plagioclasa de composición $Ab_{64} An_{36}$ que corresponde a andesina, de tamaño entre 1 mm a 2 mm, parcialmente argilitizados
- Pirita en la matriz
- Cristales de magnetita

TEXTURA: Intersertal**CLASIFICACIÓN:** DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 28**UBICACIÓN:** (680595 E / 9651036 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Gris oscuro

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	85 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	10 %
	Opacos:	- Pirita - Magnetita	3 % 2 %

- Vidrio gris oscuro, junto a microlitos de plagioclasa conforman la matriz
- Cristales subhedrales de plagioclasa de tamaño entre 1 mm a 2 mm, parcialmente reemplazados por arcillas
- Cristales de magnetita
- Pirita en la matriz

TEXTURA: Intersertal**CLASIFICACIÓN:** DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 31**UBICACIÓN:** (680708 E / 9651086 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Crema rosáceo

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Vidrio y microlitos de plagioclasa	85 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	10 %
	Opacos:	- Pirita - Hematita	5 % Tz

- Vidrio pardo oscuro con microlitos de plagioclasa conforman la matriz
- Cristales anhedrales de tamaño 0.5 mm, presentan texturas fantasmas en su mayoría.
- Pirita de tamaño 0.05 mm +/- hematita

TEXTURA: Intersertal**CLASIFICACIÓN:** DIQUE ANDESÍTICO**UNIDAD O FORMACIÓN:** Dique de Yashipa (D^A)

MUESTRA: RY- CH - 20**UBICACIÓN:** (680333 E / 9650962 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Crema verdoso

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Plagioclasa Vitificada	60 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa - Hornblenda - Clinopiroxeno - Cuarzo	15 % 10 % 8 % 2 %
	Opacos:	- Magnetita	5 %

- Plagioclasa vitrificándose, formando material silíceo oscuro conforman la matriz, junto a microcristales de clorita/epidota envolviendo a plagioclasa
- Fantasmas de plagioclasa (no reconocible su composición) , tamaño de 1 mm, en su mayoría saussuritizados
- Agregados subredondeados de hornblenda. Es común con inclusiones de opacos, bordes de alteración clorítica
- Cristales de clinopiroxeno alterándose a epidota
- Agregados de cuarzo
- Euhedros cúbicos de magnetita, frescos. Son comunes trazas de cristales aciculares de rutilo

TEXTURA: Clástica**CLASIFICACIÓN:** TOBA ANDESÍTICA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Secuencia Andesítica (T^A) del Grupo Saraguro

MUESTRA: RY- CH - 01**UBICACIÓN:** (680474 E / 9650880 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Crema rosáceo

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Arcillas	75 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	15 %
		- Hornblenda	3 %
		- Feldespato	2 %
	Opacos:	- Magnetita	5 %

- Arcillas indiferenciadas, junto a nube de sericita en la matriz
- Cristales de plagioclasa, tamaño de 0.5 mm, en su mayoría saussuritizados
- Agregados subredondeados de hornblenda, con bordes de alteración clorítica.
- Agregados policristalinos de feldespato
- Cristales de magnetita, preservadas sus facetas

TEXTURA: Clástica**OBSERVACIONES:** Microfracturas rellenas por opacos**CLASIFICACIÓN:** TOBA ANDESÍTICA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Secuencia Andesítica (T^A) del Grupo Saraguro

MUESTRA: RY- CH - 03**UBICACIÓN:** (680474 E / 9650880 N) Quebrada Yashipa**COLOR:** Crema rosáceo

COMPOSICIÓN:	Matriz:	- Arcillas	65 %
	Fenocristales:	- Plagioclasa	30 %
		- Hornblenda	5 %
		- Cuarzo	Tz

- Sericita cubre la muestra, y conforma la matriz junto a vidrio (?)
- Cristales anhedrales de plagioclasa intercrecidos con trazas de agregados de cuarzo fino en trazas
- Cristales de hornblenda alterándose a clorita

TEXTURA: Clástica**OBSERVACIONES:** Microfracturas rellenas por cuarzo fino**CLASIFICACIÓN:** TOBA ANDESÍTICA**UNIDAD O FORMACIÓN:** Secuencia Andesítica (T^A) del Grupo Saraguro

ANEXO 3:

Ficha de descripción mineralógica de secciones pulidas

	MINERAL	COLOR	TEXTURA	GRANULOMETRIA	% VOLUMEN
5510	Pirita	Blanco-Amarillo claro	-Masivo en ganga -Granos diseminados libres	2 mm 0,01mm – 0,1 mm	2 - 3
	Hematita	Gris-Rojizo	Granos libres	0,2 mm – 0,5 mm	3 - 5
	Esfalerita	Gris claro	Asociado con pirita	0,1 mm	Trazas
	Cuarzo	Gris oscura	Agregados masivos	---	92 -95
5516	Pirita	Blanco - Amarillo latón	-Masivo de pirita -Granos diseminados libres en toda la ganga	1 mm 0,04 mm – 0,3mm	3
	Hematita	Gris - rojizo	Granos libres alargados	0,1 mm – 0,8 mm	5
	Oro	Amarillo	Grano libre en ganga de calcedonia en forma de parche	0,01 mm	trazas
	calcedonia	Gris clara	Agregados masivos	---	92

Aumento de X 200 para el análisis de ambas muestras.

Fuente: Reporte laboratorio de Metalurgia Extractiva E.P.N.

ANEXO 4:

Descripción petrográfica de muestras de mano del área de Shaglli

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-01	680588	9649618	2.703	1Km al Este del pueblo de Shaglli, siguiendo el carretero	Gris oscuro	Porfírica	plag 25% mag 15% py 5%	afanítica? vidrio 60%	Roca Fresca	Pórfido andesítico, con py diseminada/altamente magnético	
R-CH-02	680821	9649638	2.668	Puente río Masucay	Gris oscuro	Porfírica	plag 20% pxo? 5% mag 15% py 5%	? vidrio 55%	Roca Fresca	Pórfido andesítico, con py diseminada/altamente magnético	
R-CH-03/04	681285	9649746	2.715	500 m al este del puente río Masucay	Crema	Clásica	ilitic andes2% plag 15% qzo 5% py 5%	Soporte de matriz (ceniza fina) 73%	líticos cloritizados	Toba andesítica rica en líticos	(Bloques de 20 m de un coluvial)
R-CH-05	681491	9649802	2.708	1 Km al este del puente río Masucay, margen izquierda	Crema verdoso	Clásica	plag 20% qzo 2%	Soporte de matriz (ceniza fina) 78%	plag argilitizada	Toba andesítica con stockwork de cuarzo	Zona con deslizamientos, posibles control estructural N-S
R-CH-06	681617	9648828	3.060	500 m al Este quebrada Aguarongo	Gris oscuro	Porfírica	plag 20% qzo 3% py 2%	? vidrio 75%	Roca Fresca	Pórfido andesítico, con py diseminada	
R-CH-07	681472	9648828	3.155	Margen derecha Quebrada Aguarongo	Crema	Fanerítica equigranular ~1 mm	plag 40% hda 5% qzo 5%	afanítica microlitos plag ?	plag argilitizada	Cuarzodiorita	(Rodados con costras de meteorización)
R-CH-08	681200	9648942	2.873	Quebrada Aguarongo	Gris oscuro	Porfírica	plag 20% py <2%	? vidrio 78%	Silicificación	Dique andesítico, con py diseminada	
R-CH-09	680933	9651410	3.288	Camino Shaglli a Qda. Yashipa	Crema	Clásica	plag 40% py 2%	Soporte de matriz (ceniza fina) 58%	Silicificación	Toba andesítica	Caja de veta de qzo xxno, 40 cm N70/90 (M-CH-01)

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-10	680983	9650882	3.210	Camino Shaglli a Qda. Yashipa	Violetáceo	Clásica	plag 20% qzo 3%	Soporte de matriz (ceniza fina) 77%	plag argilitizada	Toba andesítica	
R-CH-11	681452	9650400	-----	Río Macar	Verde	Clásica	plag 40% qzo 3% pxo? 2%	Soporte de matriz (ceniza fina) 55%	plag argilitizada matriz clorítica	Toba andesítica	
R-CH-12	681448	9650470	-----	Río Macar	Crema	Clásica	plag 10%	Soporte de matriz (ceniza fina) 90%	plag argilitizada matriz clorítica	Toba andesítica	Caja de veta de qzo xxno drúsico, 60 cm N50/53SE (M-CH-02)
R-CH-13	681725	9649854	2.795	Río Masuway	Verde	Porfírica grano grueso	plag 50% pxo? 5% qzo 1% py <2% clor >10%	Afanítica /microlitos plag? 32%	clorita en matriz	Pórfido andesítico (?)	
R-CH-14	680511	9648772	2.851	2 Km al Oeste de Cerro Aguarongo	Verde	Porfírica	plag 20% qzo 5% mag <5% py 5%	? Vidrio + clorita 60%	Roca Fresca	Pórfido andesítico, con py diseminada/moderadamente magnético	Bloques caídos chips (M-CH-08)
R-CH-15	680485	9648294	2.949	Qda. Siriglla	Gris verdoso	Porfírica	plag 20% mag < 5% clor > 10%	? Vidrio + clorita 60%	clorita en matriz	Pórfido andesítico, moderadamente magnético	Rodado (?)
R-CH-16	679920	9648294	2.841	Qda. Siriglla	Crema	Clásica	plag 20% qzo 10%	Soporte de matriz (ceniza fina) 90%	Arcillas + FeOx	Toba riolítica	
R-CH-17	680000	9648266	2.815	Qda. Siriglla	Crema verdoso	Clásica	qzo 25% plag 10%	Soporte de matriz	plag argilitizada	Toba riolítica rica en cristales	

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-18	680414	9649140	2.735	1 Km al SW puente río Masucay	Gris verdoso	Fanerítica equigranular (Grano fino/ medio)	plag 50% hda 5% qzo 5% mag >5% epid 8%	Afanítica/ microlitos plag ? 30 %	clor en matriz	Cuarzodiorita altamente magnética	magnetismo en el borde del intrusivo
R-CH-19	680015	9648662	2.730	2 Km al SW puente río Masucay	Gris	Fanerítica equigranular (Grano medio)	plag 70% hda ? 10% mag >5% py 1%	afanítica microlitos plag ? 30 %	Roca Fresca	Cuarzodiorita, altamente magnética	hda al parecer esta alterando a magnetita
R-CH-20	679768	9648348	-----	Qda. Siriglla	Verde	Clástica	qzo 30% plag 25% clor 15% epid 5% py 8%	Afanítica (clorita)	clorítica	Toba riolítica	15 %, Cristales de qzo Muestra tomada en el borde del intrusivo cuarzodiorítico, matriz clorítica, Kfs es común
R-CH-21	678460	9647990	2.786	1 Km al N de entrada a pueblo Saramaloma Bajo	Beige	Clástica	? plag 40%	Afanítica (clorita)	arcillas/FeOx	Toba andesítica	
R-CH-22	677896	9648762	2.323	Margen de Río San Francisco	Verde grisáceo	porfírica	plag 30% clor 15% epid 5% cuarzo 5 % hda 5% py 5 %	Microlitos de plag 40%	Moderada silicificación	Cuarzodiorita de grano fino (microcuarzodiorita)	plag altera a epid / hda a py
R-CH-23	678230	9648630	2.305	Margen de Río San Francisco	Verde grisáceo	Clástica	plag 30% clor 10% epid 5%	Soporte de matriz ceniza 90%	Moderada silicificación	Toba andesítica	

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-24	679361	9648968	2.475	1 Km al S de Shaglli, siguiendo el carretero	Crema	Aplítica	plag 50%	(microlitos de plag ~ 50%	Total silicificación	Cuarzodiorita	Local vuggy sílica
R-CH-25	679765	9650670	-----	Qda. Porotos	Gris	Fanerítica equigranular (Grano medio/grueso)	plag 40% qzo >10% clor 5% mag 5% py 2%	Afanítica/microlitos plag ? 45%	Plag argilitizada	Cuarzodiorita	
R-CH-26	679082	9651828	2.897	Camino a Tuntún	Gris verdoso	Brechosa	qzo 10% clastos de diorita		Silicificación	Brecha Hidrotermal	Clastos alterados a sílice con serfita
R-CH-27	679229	9652142	2.968	Loma Tuntún	Blanca	Fanerítica equigranular (Grano grueso)	plag 35% hda 15% Kfs 15% biot 10% qzo 20%		Plag argilitizada	Granodiorita de grano grueso con hda y mica-moderadamente magnética	Datación (Pratt .97) 17,6 +/- 0.6 Ma
R-CH-28	679547	9652002	3.007	Qda. Guagual	Gris verdoso	Clástica	plag 40% hda 8% mag 5%	Soporte de matriz (ceniza fina) 47%	plag argilitizada	Toba andesítica	
R-CH-29	679913	9651870	3.046	Qda. Guagual	Verde	Fanerítica equigranular (Grano medio)	plag 50% hda 8% clor 10% mag 10% py 2%		plag argilitizada	Cuarzodiorita de grano medio	
R-CH-30	680097	9652124	3.047	Qda. Guagual	Gris claro	Clástica	plag 55% qzo 2% clor 8% mag 10% líticos 5%	Soporte de matriz (ceniza fina) 20%	plag argilitizada	Toba andesítica magnética con líticos	

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-31	680537	9653130	3.067	Pte. Río Tasqui	Gris oscuro	Porfírica	plag 30% clor 10% py 5%	Afanítica/ microlitos plag ? 55 %		Dique andesítico, con py diseminada	Estructura controla la Qda
R-CH-32	680582	9653710	3.187	Tarugopamba, camino a Sta. Teresa	Verde	Clásica	qzo 40% plag 15%	Soporte de matriz (ceniza fina) 20%	Plag argilitizada	Toba riolítica	
R-CH-33	679346	9651172	2.871	Tendales	Gris	Fanerítica ?	plag 20% clor 10%	Afanítica/ microlitos plag ? 70 %		Cuarzodiorita (?)	
R-CH-34	679320	9652538	2.848	Camino a Huertas	Gris	Fanerítica (Grano fino)	plag 40% py 2%	Afanítica/ microlitos plag ? 58 %	Silicificación	Cuarzodiorita (?)	
R-CH-35	679352	9653006	2.824	Camino a Huertas	Gris oscuro	Clásica	plag 30% clor 10% py 5%	Soporte de matriz (ceniza fina) 20%	clorita en matriz	Toba andesítica	
R-CH-36	679426	9653422	2.824	Camino a Pte. río Tasqui	Gris claro	Clásica	plag 40% clor 10%	Soporte de matriz (ceniza fina) 20%	Silicificación	Toba andesítica	
R-CH-37	679189	9653414	2.795	Camino a Huertas	Crema	Clásica	qzo 40% plag 20% hda 5% bio 5% epid 10%	Soporte de matriz (ceniza fina) 20%		Toba riolítica rica en cristales	
R-CH-38	678179	9653762	2.895	1 Km al N de Huertas	Crema	Clásica	plag 30% hda 5% epid 20%	Soporte de matriz (ceniza fina) 45%	plag a epidota+/- sericita?	Toba andesítica con hda (?)	

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Fenocristales	Matriz	Alterac.	Nombre de la roca	Observación
R-CH-39	677510	9654080	-----	Qda. Condorsamana	Verde	Clástica	plag 40% clor 10% py 2%	(ceniza fina) ~ 45%	plag a epidota+/- sericita?	Toba andesítica con hda (?)	Caja de velas qzo xxno 30 cm N40/83NE 50 cm N140/ 70NE 25 cm N65/62NE
R-CH-40	677940	9655130	-----	Qda. La Morita	Verde	Clástica	plag 40% clor 12% py 2%	(ceniza fina) ~46%	clor en matriz	Toba andesítica (?)	
R-CH-41	680350	9650952	2.896	Túnel 1	Gris claro	Clástica	plag 25% mag 10% epid 5%	(ceniza fina) ~65%	plag argilitizada	Toba andesítica y altamente magnética	
R-CH-42	680458	9650935	3.050	Túnel 3	Gris claro	Clástica	plag 40% py 8%	(ceniza fina) ~46%	moderadamente silicificada	Toba andesítica	
R-CH-43	680409	9650917	3.046	Túnel 4	Gris claro	Clástica	plag 40% py 10% qzo 2%	(ceniza fina) ~48%	moderadamente silicificada	Toba andesítica	
R-CH-44	680510	9650891	3.100	Túnel 8	Gris claro	Clástica	plag 40% ser 10%	(ceniza fina) ~50%	moderadamente silicificada	Toba andesítica	
R-CH-45	682407	9650006	2.857	Límite Sur de Shaglli 3	Crema	Clástica	plag ? 50%	(ceniza fina) ~50%	silicificación	Toba andesítica	Estructura silicificada N170

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-46	683826	9649334	3.224	Límite sur de Shaglli 3	Crema verdoso	Clástica	plag 20% clor 10%	Soporte de matriz (ceniza fina) 70%	clor en matriz	Toba andesítica	
R-CH-47	682492	9650012	3.259	Límite sur de Shaglli 2	Crema		qzo xxno granular		silicificación	Toba Andesítica total sílice	
R-CH-48	681295	9652190	-----	1 Km al W de Carachula	Gris claro	Clástica	plag 30%	Soporte de matriz (ceniza fina) 68%	Sericita +FeOx	Toba andesítica - silicificación fuerte	Caja de veta de qzo xxno 5cm N105/61NE (M-CH-10)
R-CH-49	682501	9651518	3.467	1 Km al S de Carachula	Crema	Clástica	plag ? qzo >10%	Soporte de matriz (ceniza fina) 60%	moderadamente silicificada	Toba riolítica	Estructura silicificada N110 M-CH-11
R-CH-50	681990	9650908	3.098	Carachula	Gris claro	Clástica	plag 40%	Soporte de matriz (ceniza fina) 60%	plag argilitizada	Toba andesítica	Zona de falla
R-CH-51	681264	9653284	3.368	Puente cabecera río Tasqui	Gris claro	Clástica	plag 40% esmec 8% pomez 10 %	Soporte de matriz (ceniza fina) 48%	plag argilitizada	Toba andesítica	Presencia de fiammes alterados a esmecita
R-CH-52	680947	9653274	3.354	50m del pte río Tasqui	Crema	Clástica	plag 50%		silicificación total	Toba andesítica	
R-CH-53	679150	9652030	3.037	1,5 Km al N Camino Shaglli - Huertas	Crema oscuro	Fanerítica equigranular (Grano grueso)	qzo 70 % turn 25 %		silicificación total	Brecha de qzo - turn	Brecha HT. de 30cm de ancho (M-CH-12)
R-CH-54	678381	9652150	2.688	Qda. Naranja	Negra	Porfírica	plag 50% hda 5% epid 15%	? vidrio 25%	silicificación total	Porfido andesítico	Estructura N-S

# Muestra	Este(UTM)	Norte(UTM)	Elevación (m)	Ubicación	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca	Observación
R-CH-55	678126	9652780	2.828	Qda. Naranjo	Crema verdoso	Clástica	plag epid	Soporte de matriz (ceniza fina) 60%	clorita en matriz	Toba andesítica	
R-CH-56	678195	9653044	2.903	500 m NE de qda. Naranjo	Gris	Clástica	plag hda epid py	Soporte de matriz (ceniza fina) 60%	Roca Fresca	Toba andesítica con hda	Rodados. (M-CH-14) Estructura N100, que se alinean a la qda. Guagual
R-CH-57	681581	9649844	2.743	1Km del pte. Río Masucay aguas arriba	Verde	Clástica	plag hda epid	Soporte de matriz (ceniza fina) 72%	plag a epid y clorita en matriz	Toba andesítica con hornblenda	Bloques rodados estriados en zonas de derrumbes
R-CH-58	682268	9650058	2.813	1,5 Km del pte. Río Masucay aguas arriba	Gris claro	Porfírica	plag mag py	vidrio ?	Silificación total	Pórfido andesítico	
R-CH-59	682708	9650294	2.906	2 Km del pte. Río Masucay aguas arriba	Gris oscuro	Clástica	plag	? vidrio 80%	plag argilitizada	Toba andesítica?	

qzo = cuarzo xxno = cristalino py = piritita plag = plagioclasa pxo = piroxeno mag = magnetita hda = hornblenda Tz = Trazas epid = epidota
clor = clorita Kfs = feldespato turm = turmalina smec = esmectita lit = líticos FeOx = Oxidos de hierro HT = Hidrotermal

ANEXO 5:

Descripción petrográfica de muestras de mano de la subzona Yashipa

# Muestra	Este (UTM)	Norte (UTM)	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca
RY-CH-01 (Túnel 10)	680474	9650880	crema rosáceo	Clástica	plag 25% ? hda 5% ? qzo 2-3 %	(ceniza fina ~60%)	lim+hem (?)	Toba andesítica
RY-CH-02	680525	9651042	verde	Clástica	plag 25% ? qzo <1% clor 10%	(ceniza fina ~70%)	lim+hem (?)	Toba andesítica
RY-CH-03 (Túnel 3)	680450	9650944	crema rosáceo	Clástica	plag 60% qzo 1%	(ceniza fina ~30%)	lim+hem (?)	Toba andesítica
RY-CH-04 (Túnel 6)	680463	9650900	crema rosácea	Clástica	plag 30% qzo <1%	(ceniza fina ~60%)	lim+hem (?)	Toba andesítica
RY-CH-05	679815	9650656	verde	Fanerítica/granular	plag 40% qzo 5% hda 20 % clo 10% mag 10%	microlitos de plag (?)	clor en matriz	Cuarzodiorita de grano medio moderadamente magnética
RY-CH-05A (Túnel 7)	680496	9650920	crema rosácea	Clástica	plag 50% qzo 1%	(ceniza fina ~40%)	lim+hem (?)	Toba andesítica
RY-CH-06	680077	9650794	Gris oscuro	Porfírica	plag 40% py 2%	vidrio	Roca Fresca	Pórfido andesítico moderadamente magnético
RY-CH-07	680132	9650813	Gris oscuro	Clástica	plag 50% qzo <5% py >2%	(ceniza fina ~48%)	Moderada silificación	Toba andesítica ?

# Muestra	Este (UTM)	Norte (UTM)	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca
RY-CH-08	679900	9650644	Gris oscuro	Clástica (?)	plag 30% qzo 2% hda 5% ?	(ceniza fina ~63%)	hda a clorita	Toba andesítica?
RY-CH-09	679977	9650735	Gris oscuro	Clástica (?)	plag 30% epid 10%	(ceniza fina ~60%)	Moderada silicificación	Toba andesítica ?
RY-CH-10	680239	9650962	Gris oscuro	Porfírica	plag 40% mag 5%	vidrio	Silicificación	Pórfido andesítico moderadamente magnético
RY-CH-11	679854	9650638	gris oscura	Porfírica	plag 50% epid 10% mag 5%	vidrio	Roca Fresca	Pórfido andesítico moderadamente magnético
RY-CH-12	679920	9650576	gris oscura	Clástica	plag 50% qzo < 5% mag 5% py 2%	(ceniza fina ~38%)	plag argilitizada	Toba andesítica
RY-CH-13	680176	9650836	Gris verdoso	Porfírica	plag 40% hda ? 5% py >2% mag 5% clor 10%	vidrio	clor en matriz	Pórfido andesítico moderadamente magnético
RY-CH-14	680223	9650891	Gris oscuro	Porfírica	plag 50% py >2% mag 10%	vidrio	Roca Fresca	Pórfido andesítico altamente magnético
RY-CH-15	680000	9650754	Gris claro	Clástica	plag 25% qzo <5% clor 5% py 5%	(ceniza fina ~60%)	Silicificación	Toba andesítica

# Muestra	Este (UTM)	Norte (UTM)	Color	Textura	Minerales	Matriz	Alteración	Nombre de la roca
RY-CH-16	680220	9650960	Crema rosáceo	Clástica	plag 40%	(ceniza fina ~60%)	plag argilitizada	Toba andesítica
RY-CH-17	680239	9651024	Crema rosáceo	Clástica	plag 50% qzo <5%	(ceniza fina ~40%)	plag argilitizada	Toba andesítica
RY-CH-18	680208	9651062	Crema rosáceo	Granular	plag 50% qzo <5% hda 5% Kfs 5% ser 10%	(ceniza fina ~35%)	Silicificación	Cuarzodiorita
RY-CH-19	680234	9650942	Gris oscuro	Porfírica	plag 50% py <2% mag 5%	(ceniza fina ~43%)	Roca Fresca	Pórfido andesítico moderadamente magnético
RY-CH-20	680333	9650962	Crema verdoso	Clástica	plag 40% hda 10% epid 10%	(ceniza fina ~40%)	plag a epidota	Toba andesítica con hda, fuertemente soldada
RY-CH-21	680357	9650971	Gris oscuro	Clástica	plag 30% mag 5% py 2% xenolitos toba andes 5%	vidrio	plag argilitizada	Toba andesítica
RY-CH-22	680375	9650976	Gris oscuro	Porfírica	plag 50% hda 5% mag 5% py 2%	vidrio	Roca Fresca	Pórfido andesítico moderadamente magnético

qzo = cuarzo, epid = epidota, mag = magnetita, plag = plagioclasa, kfs = feidspato de potasio, clor = clorita, lim = limonita, hem = hematita, py = pirita
hda = hornblenda

ANEXO 6:

Descripción petrográfica de vetas de Shaglli

# Muestra	Este	Norte	Cota (m)	Rumbo	Buz.	Ancho (cm)	Descripción veta	Tipo de muestreo	Alteración		Valores (ppm)		
									Total ancho (cm)	Descrip.	Caja	Au	Ag
BO4-11	677918	9648820	2.392	N50	80 NW	13	Cuarzo cristalino lechoso + 5 % py	canal de 0.5 m	10	arcilla color blanco	Microcuarzodiorita	< 0,005	< 0,2
BO4-12	680234	9650538	3.038					bulk			Microcuarzodiorita	0,007	1,4
BO4-14	680991	9652038	3.309	N85	38 SW	8	Cuarzo cristalino	canal de 0.5 m	10	salbanda con sericita	Toba andesítica	0,006	2,1
BO4-15	680947	9652028	3.293	N55	80 NW	20	Cuarzo cristalino	canal de 0.5 m	10	argilica con lim/hem?	Toba andesítica	0,01	< 0,2
BO4-16	679118	9651734	2.882	N105	40 SW	33	Cuarzo en boxwork con 10 % de pirita	canal de 0.5 m	20	argilica con lim/hem/sericita	Zona de contacto Cuarzodiorita/Granodiorita	0,56	9,7
BO4-17	679376	9651338	2.899	N130	65 NE	7	Cuarzo cristalino lechoso	canal de 0.5 m	10	argilica con lim/hem?	Cuarzodiorita	0,005	0,6
BO4-18	679111	9651156	2.843	N90	44 N	3	Cuarzo cristalino	canal de 0.5 m	10	argilica con lim/hem?	Cuarzodiorita	0,05	< 0,2
BO4-20	680513	9653150	3.273	N75	84 SE	10	Cuarzo cristalino lechoso, con textura drúsica	canal de 0.5 m		fresca	Andesita	0,009	11,3
BO4-21	679308	9651792	3.269				Zona de cizalla con sericita	Bulk		sericita	Zona de contacto Cuarzodiorita/Granodiorita	0,291	1,7
BO4-22	679506	9650514	3.259	N90	32 S	7	Cuarzo cristalino	canal de 0.5 m	20	argilica con lim/hem?	Cuarzodiorita	< 0,005	0,2

# Muestra	Este	Norte	Cota (m)	Rumbo	Buz.	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración			Valores (ppm)		
								Tipo de muestreo	Total ancho (cm)	Descripc.	Caja	Au	Ag
M-CH-01	680933	9651410	3.288	N70	90	40	Cuarzo cristalino	canal de 0.8 m	20	Argilica con caolín	Toba andesítica fuertemente soldada	0,006	< 0,2
M-CH-02	681452	9650400	2.946	N50	53 SE	60	Cuarzo cristalino drúsico	canal de 0.8 m	20	argilica con lim/hem	Toba andesítica fuertemente soldada	0,046	1,5
M-CH-03	679757	9648330	2.792	N60	24 SE	30	Cuarzo cristalino	canal de 0.5 m			Toba riolítica	0,012	2,2
M-CH-04	679189	9653414	2.795	N110	8 SW	40	Cuarzo cristalino de color gris azulado	canal de 0.5 m		sericita	Toba riolítica rica en cristales fuertemente soldada	< 0,005	0,2
M-CH-05	677827	9654122	3.016	N85	60 SE	20	Cuarzo cristalino	canal de 0.5 m	20	argilica con lim/hem	Toba andesítica con hda	0,014	< 0,2
M-CH-08	680511	9648772	2.851				cuarzo cristalino	Chips de rodados			Dique andesítico, con py con diseminada/moderadamente magnético	0,007	0,4

# Muestra	Este	Norte	Cota (m)	Rumbo	Buz.	Ancho (cm)	Descripción veta	Tipo de muestreo	Alteración		Valores (ppm)		
									Total ancho (cm)	Descrip.	Caja	Au	Ag
M-CH-09	681278	9652187	3.345				cuarzo cristalino, parcialmente brechado	Chips			Zona de silicificación	< 0,005	< 0,2
M-CH-10	681345	9652136	3.357	N105	61 NE	6	Cuarzo cristalino + 2 % py	canal de 0.5 m	12	sericita	Toba andesítica	0,134	0,8
M-CH-11	682501	9651518	3.467	N110			cuarzo cristalino, parcialmente brechado	Chips			Zona de silicificación	0,066	0,3
M-CH-12	679150	9652030	3.037				Brecha cuarzo - turmalina	Chips			Granodiorita	0,036	0,2
M-CH-13	678126	9652780	2.828					Chips de caja de frontón			Toba andesítica	< 0,005	< 0,2
M-CH-14	678195	9653044	2.903					Chips de rodados			Toba andesítica con hda	< 0,005	0,3

Recuadros en color rojo, representan a las vetas con anomalía de oro
 lim = limonita hem = hematita py = pirita hda = hornblenda

ANEXO 7:

Descripción petrográfica de vetas de Yashipa

Túnel T0		Este (UTM)		Norte (UTM)		Elevación (m)			
		680128		9650730		2.937			
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración de ambos lado de la veta		Ensayo (g/t)	
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Au
-	-	-	-	-	-	-	Toba and. verde (clorita), a los 8 m contacto con dique andesítico altamente magnético	-	-

Túnel T1		Este(UTM)		Norte(UTM)		Elevación (m)				
		679619		9649618		2.641				
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración de cada lado de la veta		Ensayo (g/t)		
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Au	Ag
5500	~50 cm de canal	65	65 NW	1.5	Qzo fracturado xxno /salbanda	5	FeOx+ arcilla blanca (illita?)	Toba and. gris verdosa, plag 15%, clor en matriz, FeOx, dominante fracturación	<0,005	0,8
5501	~50 cm de canal	10	72 NW	7	Qzo fracturado xxno /salbanda	10	FeOx+ arcilla blanca (illita?)+ sericita	Toba and. gris verdosa, plag 15%, clor en matriz, FeOx, dominante fracturación	0,005	2,5
5502	~70 cm de canal	95	90	8	Qzo fracturado xxno /salbanda/ 1% py	20	FeOx + arcilla blanca (illita?) + sericita	Toba and. gris verdosa, plag 15%, clor en matriz, FeOx, dominante fracturación	0,014	2
5503	~20 cm de canal	60	80 NW	3	Qzo fracturado xxno /salbanda + 1% py	5	FeOx + arcilla blanca (illita?) + sericita	Toba and. gris verdosa, plag 15%, clor en matriz, FeOx, dominante fracturación	0,008	0,7

Túnel T2	Este (UTM) 680427	Norte (UTM) 9650966	Elevación (m) 3,016
-----------------	----------------------	------------------------	------------------------

# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración de cada lado de la veta		Ensayo (g/t)		
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Au	Ag
5504	~30 cm de canal	110	90	4	Qzo fracturado xxno /salbanda	8	FeOx + arcilla blanca (illita?)	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	0,1	0,3
5505	~30 cm de canal	68	40 SE	4	Qzo fracturado xxno /salbanda	8	FeOx + arcilla blanca (illita?)	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	<0,005	3,4
5506	~20 cm de canal	75	70 SE	3	Qzo fracturado xxno /salbanda	5	FeOx + arcilla blanca (illita?) + sericita	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	<0,005	1,6
5507	~20 cm de canal	70	65 NW	5	Qzo xxno textura drusica	5	FeOx + arcilla blanca (illita?)	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	<0,005	0,7
5508	~50 cm de canal	40	55 NW	25-30	Qzo xxno fracturado/textura drúsica/salbanda	10	FeOx + sericita + arcilla gris verdosa (illita?)	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	1,13	0,9
5509	~40 cm de canal	40	50 NW	25	Qzo xxno fracturado/salbanda	10	FeOx +sericita	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	0,237	1,2
5510	~50 cm de canal	110	90	20	Qzo xxno fracturado + sílice calcedónico gris azulado + 3 % de py/salbanda	10	arcilla gris verdosa (illita)+ sericita abundante	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	1,71	6,2
5511	~20 cm de canal	55	55 NW	5	Qzo xxno/salbanda	5	FeOx + arcilla blanca (illita?)	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx dominante fracturación	0,017	19,5
5512	~50 cm de canal	70	60 NW	30	Qzo xxno	10	FeOx	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	<0,005	4,1
5513	~50 cm de canal	55	70 NW	20	Qzo xxno/salbanda	10	arcilla blanca (illita?) + sericita	Toba and. crema, plag 15% alterándose a arcilla, FeOx, dominante fracturación	<0,005	0,6

Túnel T3		Este (UTM) 680458	Norte (UTM) 9650935	Elevación (m) 3,050						
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración de cada lado de la veta		Ensayo (g/t)		
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Au	Ag
5514	~30 cm de canal	65	40 SE	15	Qzo xxno/salbanda	5	FeOx/ arcilla blanca (illita?)	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, baja fracturación	<0,005	0,2
5515	~ 40 cm de canal	108	55 NE	15	Qzo xxno/salbanda	10	arcilla blanca (illita?)/sericita	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, baja fracturación	<0,005	1,2
5516	~ 40 cm de canal	80	85 NW	10	Qzo xxno fracturado + sílice calcedónico gris azulado + py 3% /salbanda	10	sericita	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, baja fracturación	8,62	7,5

Túnel T4		Este (UTM) 680409	Norte (UTM) 9650917	Elevación (m) 3,046						
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Ensayo (g/t)		
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Au	Ag
5517	~ 30 cm de canal	85	65 NW	15	Qzo xxno fracturado, textura drusica/salbanda	5	FeOx+arcillas blancas (illita?)	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	0,022	12,8
5518	~15 cm de canal	35	80 NW	5	Qzo xxno fracturado, textura drusica/salbanda	5	FeOx+arcillas blancas (illita?)	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	0,791	2
5519	~ 40 cm de canal	70	90	25	Qzo xxno ,textura drusica /salbanda	5	FeOx+arcillas blancas (illita?)	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	<0,005	0,5
5520	~ 30 cm de canal	75	90	20	Qzo xxno fracturado/salbanda	5	FeOx+arcillas blancas (illita?)+ sericita abundante	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	0,009	0,2
5521	~ 40 cm de canal	70	65 NW	20-25	Qzo xxno fracturado/salbanda	10	FeOx	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	<0,005	0,9
5522	~ 40 cm de canal	80	90	30-40	Qzo xxno fracturado /salbanda	10	sericita abundante	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	0,006	1,2
5523	~ 50 cm de canal	50	75 NW	25-30	Qzo xxno + py 3% diss /salbanda	10	arcilla gris verdosa (illita)+ sericita abundante	Toba and. blanca/gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, py diss. moderada fracturación	0,288	1,7

Túnel T5		Este (UTM) 680461	Norte (UTM) 9650918	Elevación (m) 3,060						
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Caja	Ensayo (g/t)	
						Ancho (cm)	Descripción		Au	Ag
5524	~ 50 cm de canal	40	75 NW	30	Qzo xxno /salbanda	5	FeOx+arcillas blancas (illita ?)	Toba and.gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, baja fracturación	<0,005	14,5
Túnel T6		Este (UTM) 680463	Norte (UTM) 9650900	Elevación (m) 3,076						
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Caja	Ensayo (g/t)	
						Ancho (cm)	Descripción		Au	Ag
5525	~ 50 cm de canal	135	80 NE	20	Qzo xxno fracturado /salbanda	10	FeOx+sericita	Toba and. gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, dominante fracturación	<0,005	4
Túnel T7		Este (UTM) 680496	Norte (UTM) 9650920	Elevación (m) 3,076						
# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Caja	Ensayo (g/t)	
						Ancho (cm)	Descripción		Au	Ag
5526	~ 30 cm de canal	50	50 NW	10	Qzo xxno blanco fracturado+ sílice calcedónico gris azulado	10	FeOx+sericita	Toba and. gris, plag argilitizada, +/- lim/hem, dominante fracturación	5,73	2,4

Túnel T8	
Este (UTM) 680510	Norte (UTM) 9650891
Elevación (m) 3..100	

# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Ensayo (g/t)	
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Ag
5527	~ 30 cm de canal	80	72 NW	10	Qzo xxno fracturado /salbanda + sílice calcedónico gris azulado	10	Sericita abundante	6,53	1,8
5528	~ 40 cm de canal	114	90	20	Qzo xxno fracturado ,textura drusica /salbanda	10	FeOx+arcillas blancas (illita?)	0,006	2,1
5529	~ 20 cm de canal	120	50 NE	10	Qzo xxno fracturado textura drusica /salbanda	5	FeOx	0,025	4
5530	~ 30 cm de canal	85	75 NW	15	Qzo xxno fracturado/salbanda	5	FeOx	0,005	0,8

Túnel T9	
Este (UTM) 680535	Norte (UTM) 9650915
Elevación (m) 3..100	

# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Ensayo (g/t)	
						Ancho (cm)	Descripción	Caja	Ag
5531	~ 30 cm de canal	20	75 NW	10	Qzo xxno fracturado/salbanda	10	FeOx + arcilla blanca (illita?)	0,022	2,2
5532	~ 30 cm de canal	40	90	10	Qzo xxno fracturado/salbanda	10	FeOx + sericita	0,008	0,3
5533	~ 30 cm de canal	60	65 NW	7	Qzo xxno fracturado/salbanda	10	FeOx + arcilla blanca (illita?)	<0,005	2,2

Túnel T10	Este (UTM) 680474	Norte (UTM) 9650880	Elevación (m) 3.097
------------------	----------------------	------------------------	------------------------

# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Caja	Ensayo (gt)	
						Ancho (cm)	Descripción		Au	Ag
5534	~ 40 cm de canal	90	85 N	20	Qzo xxno fracturado + sílice calcedónico gris azulado textura boxwork /salbanda	10	FeOx + sericita	Toba and. crema/ocre + lim+hem, baja fracturación	1,19	1,4

Túnel T11	Este (UTM) 680361	Norte (UTM) 9650810	Elevación (m) 3.023
------------------	----------------------	------------------------	------------------------

# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Caja	Ensayo (gt)	
						Ancho (cm)	Descripción		Au	Ag
5535	~ 40 cm de canal	80	90	12	Qzo xxno fracturado/salbanda	12	FeOx + arcilla blanca (ilita?)	Toba and. crema/ocre +/- lim+hem, baja fracturación	0,008	0,2

Túnel T12	Este (UTM) 680498	Oeste (UTM) 9651015	Elevación (m) 3012
------------------	----------------------	------------------------	-----------------------

# Muestra	Tipo de muestreo	Rumbo	Buz	Ancho (cm)	Descripción veta	Alteración		Caja	Ensayo (gt)	
						Ancho (cm)	Descripción		Au	Ag
5536	~ 40 cm de canal	95	75 NE	10	Qzo xxno fracturado/salbanda/ zona de cizalla	10	sericita abundante	Toba and. Fresca, baja fracturación, @44 m contacto con dique andesítico altamente magnético	<0,005	3,8

En rojo, se muestra valores de la veta mineralizada xxo = cristalino, FeOx = Óxidos de hierro, py diss = pirita diseminada, lim = limonita
hem = hematita, hda = hornblenda, clor = clorita, plag = plagioclasa, and = andesita

ANEXO 8:

Descripción de los túneles de Yashipa

A continuación presento al lector la descripción del mapeo geológico a escala 1:200, que se realizó en los 13 túneles hábiles en Yashipa, identificados como T0 a T12. La información incluye el levantamiento con cinta y brújula del piso del túnel, con datos estructurales de discontinuidades: diaclasas, vetas, vetillas y fallas principales (Occidental, Central y Oriental). Se describe además el tipo de alteración de la roca caja. Únicamente 2 túneles (T0 y T12) interceptan al dique andesítico (D^A), los demás cortan las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

Toda esta información se la puede complementar con los planos rebatidos del piso y los hastiales N° 7 a N° 19 así como en el modelo 3D del SVY (Plano N° 4).

TÚNEL T0 (Plano N° 7)

Se encuentra aguas abajo de la confluencia de las quebradas Yashipa y Mayo, en la margen izquierda de la quebrada Porotos. La entrada del túnel está ubicada en las coordenadas (680128 E / 9650730 N) a 2.937 m, y alejado ~400m al SW de las labores mineras que cortaron el SVY.

Este túnel no cortó veta mineralizada; y en vista de su distanciamiento de las labores en la quebrada Yashipa, no se consideró para el modelamiento espacial del depósito.

Tiene un trazo de 24 m en dirección N110°, donde los 10 m iniciales se corta al dique andesítico (D^A). Este cuerpo intrusivo tiene un rumbo N 40° y subvertical. Está encajado en la secuencia andesítica (T^A) del Grupo Saraguro, donde la zona de contacto se encuentra cizallada, y presenta un halo de alteración argílica de 1 m, cuyos minerales de alteración son illita y goethita. Los 14 m finales corresponden a las tobas andesíticas (T^A) del Grupo Saraguro.

La exposición de la roca, tanto de las tobas como del dique es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m), localmente presenta humedad y goteo en los hastiales.

TÚNEL T1 (Plano N° 8)

Está ubicado en las coordenadas (680350 E / 9650952 N) a 2.996 m, es el más largo de todos, tiene una longitud de 143 m con una dirección preferencial N 140°. Fueron muestreadas cuatro vetillas de cuarzo blanco cristalino (5500 a 5503), reportando valores de oro inferiores al detectable (0.005 ppm). De estas vetillas la muestra 5501 corresponde a V1 y se cortó la V2 (5503).

La roca caja (T^A) se encuentra poco a medianamente alterada, está presente alteración propilítica, dominada por clorita+/-epidota, que han reemplazado parte de matriz y los clastos, es frecuente esmectita reemplazando los pseudofiamme.

La roca del túnel es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m), existe goteo en algunos tramos del túnel, principalmente en la bóveda, el piso está parcialmente inundado de agua.

TÚNEL T2 (Plano N° 9)

Se encuentra en las coordenadas (680165 E / 9650966 N) a 3.016 m. El trazo principal tiene una longitud de 95 m, en una dirección N 160° a N165°, hay labores adicionales que incluyen a tres cruceros C1, C2 y C3; en este túnel se muestrearon 10 vetas y vetillas (5504 a 5513). En la roca caja (T^A) la alteración esta dominada por clorita+/-epidota.

Por evidencia de estrías como indicador de movimiento, se mapeó la falla central con movimiento dextral, llamada así por estar ubicada entre las dos estructuras principales (occidental y oriental). Esta falla forma una zona de cizalla N 110/77NE; con abundante sericita +/- illita. Hay que anotar que la falla central además corta a los túneles T3 y T5.

El túnel no cortó la veta mineralizada, y en base a la proyección de la veta de túneles de niveles superiores, faltarían ~10 metros para intersecarla en este nivel.

Dos vetas con valores inferiores a 2g Au/t fueron muestreadas, siendo un posible target de exploración, aunque las mismas no cruzan niveles superiores. La veta

(5508) de 30 cm de ancho, tiene valores de 1,13 g Au/t, y dirección N40/55NW. La ganga corresponde a cuarzo cristalino grueso fracturado de color blanco.

La veta V1 muestra (5510) de 20 cm de ancho y con dirección N110/90, tiene valores de 1,71 g Au/t. La ganga es cuarzo cristalino acompañado de sílice calcedónico y 3% de pirita fina. Esta veta es cortada por la falla central, la misma que produce un doblez tanto en su trazo horizontal, cambiando su rumbo de N85° a N120°, como en su proyección vertical, cambiando su buzamiento de 55° a 90°.

La veta V2 es cortada por este túnel y no sobrepasan el límite detectable de oro (≤ 0.005 ppm), tienen una ganga de cuarzo blanco cristalino.

La roca del túnel es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m), existe goteo en algunos tramos del túnel, principalmente en la bóveda.

TÚNEL T3 (Plano N° 10)

Se encuentra en las coordenadas (680458 E / 9650935 N) a 3.050 m. El trazo principal tiene una longitud de 74 m, en una dirección N 155°.

La falla central, que interseca al túnel T2, también corta a este túnel. Esta falla limita la alteración sericítica de la alteración argílica intermedia.

Este túnel corta tres vetas, entre estas está la V1 (5515). Sólo una veta (5516) en dirección N80/85NW de 10 cm de ancho es mineralizada, y fue muestreada para análisis químico, y se realizó una sección pulida. Contiene el mayor valor de oro de todos los túneles (8,62 g Au/t), cuya ganga corresponde a cuarzo blanco fracturado, acompañado por sílice calcedónico, con pirita (2%). La alteración sericítica se encuentra a lo largo de la veta.

Con el fin de cortar la veta mineralizada, se excavó un pozo de 10 m de profundidad y subvertical, alcanzando la veta.

La roca del túnel es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m), existe goteo y zonas con humedad en algunos tramos del túnel.

TUNEL T4 (Plano N° 11)

Se encuentra en las coordenadas (680409 E / 9650917 N), a 3046 m, tiene una longitud de 88 m y una dirección N155°.

Siete vetillas de cuarzo blanco cristalino fueron interceptadas, no superan los 10 cm. Aquí se intersecó las vetas V1 (5517) y V2 (5520-5522-5523), todas ellas con mínimos valores de oro (0,005 - 0,791 ppm).

Una cizalla principal con movimiento sinestral (Falla Occidental) N130/70NE corta al túnel. Esta falla controla la alteración sericítica en este túnel, y limita la continuidad de la veta mineralizada en su parte occidental.

La roca del túnel es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m), existe goteo y zonas con humedad en algunos tramos del túnel.

TUNEL T5 (Plano N° 12)

Se encuentra en las coordenadas (680461 E / 9650918 N) a 3.060 m. Tiene una longitud de 50 m y una dirección de N 215°. Una vetilla de cuarzo blanco cristalino se muestreó (5524), y no presenta valores de oro. Labores mineras adicionales como un pozo y 2 cruceros fueron realizados.

La falla central N110/70NE atraviesa este túnel, la cual controla y limita la alteración sericítica a lo largo de una zona métrica. En el resto del túnel está presente una alteración argílica intermedia.

La roca del túnel es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m), existe goteo y zonas con humedad en algunos tramos del túnel.

TUNEL T6 (Plano N° 13)

Se encuentra en las coordenadas (680463 E / 9650900 N) a 3.076 m. Tiene un trazo de 14 m en dirección N 155°. Se muestreo una veta estéril (5525) de 10 cm de ancho de cuarzo cristalino, la misma que se encuentra afectada por una zona de cizalla, y produce cuarzo fracturado y salbanda acompañada de sericita.

Un pozo de 10 m y vertical se realizó, sin resultados satisfactorios. El túnel es resistente y se encuentra en condiciones secas.

TUNEL T7 (Plano N° 14)

Se encuentra en las coordenadas (680496 E / 9650920 N) a 3.076 m. Tiene un trazo de 86 m en dirección N 160° con tres cruceros. Se cortó la veta mineralizada N50/50NW (5526) de 10cm de ancho, con un valor de 5,73 gAu/t. La ganga corresponde a cuarzo cristalino fracturado y sílice calcedónico gris, con un halo de alteración sericítica en mezcla con limonita, que no sobrepasan los 10 cm.

Las condiciones del túnel son secas y la roca es resistente y poco fracturada (1 a 5 fracturas/m).

TUNEL T8 (Plano N° 15)

Corresponde al límite oriental de la veta mineralizada, ya que la continuidad de la misma no es cortada en el túnel T9, que está a la misma altura.

Está ubicado en las coordenadas (680510 E / 9650891 N) a 3.100 m. Tiene un trazo de 36 m, en dirección N175°. Cuatro vetas son cortadas, una de las cuales es mineralizada (5527), de 10 cm de ancho de cuarzo cristalino, y sílice calcedónico gris azulado con valor de 6,53 g Au/t, tiene un halo de alteración sericítica de 10 cm de ancho en cada lado de la veta.

La veta V4, fue muestreada (5530), es paralela a la veta mineralizada. La ganga corresponde a cuarzo cristalino, con alteración argílica intermedia con limonita y hematita.

Con el fin de cortar la veta mineralizada, se excavó un pozo de 7 m de profundidad, alcanzando la veta. La roca es resistente y las condiciones hidrológicas son secas.

TÚNEL T9 (Plano N° 16)

Está ubicado en las coordenadas (680535 E / 9650915 N) a 3.100 m. Tiene un trazo de 64 m, con dirección N 160°. Tres vetas fueron intersecadas con valores bajos, menores al detectable de oro.

La veta estéril V4 es cortada en este túnel, y fue muestreada (5533). Contiene cuarzo cristalino con alteración argílica intermedia dominado por limonita y hematita. Una estructura con movimiento sinistral (falla oriental) en dirección N 40° y vertical, corta a la veta estéril. La roca es resistente y las condiciones hidrológicas son secas.

TÚNEL T10 (Plano N° 17)

Está ubicado en las coordenadas (680474 E / 9650880 N) a 3.100 msnm, tiene un trazo de 8 m, en dirección N 156°. Este túnel corta a la veta V3 mineralizada, que fue muestreada (5534), la ganga corresponde a cuarzo cristalino y sílice calcedónico gris azulado con textura boxwork, arrojó un valor de 1,19 gr Au/t. La sericita acompaña a la veta, formando un halo que no supera los 10 cm de cada lado. Un pozo de 10 m corta a la veta mineralizada. La roca es resistente y las condiciones hidrológicas son secas.

TÚNEL T11 (Plano N° 18)

Está ubicado en las coordenadas (680361 E / 9650810 N) a 3.023 m. Tiene un trazo de 38 m en dirección N 120°. Se cortó una veta estéril (5535).

A lo largo del túnel, las rocas presentan una alteración propilítica, con clorita y epidota, localmente esmectita reemplazando a los pseudofiamme.

TÚNEL T12 (Plano N° 19)

Está ubicado en las coordenadas (680498 E / 9651015 N) a 3.012 msnm, tiene un trazo de 60 m en dirección N 160°. A los 45 m del túnel se interseca unos 15 m del dique andesítico (D^A) de dirección N10/85SE.

TÚNEL	COORDENADAS ENTRADA		LONGITUD (m)	AZIMUT (grados)	SVY			MUESTRA	VALORES (ppm)		OBSERVACIONES
	ESTE	NORTE			COTA	V1	V2		V3	V4	
T0	680128	9650730	2937	110	-	-	-	-	-	-	Corta al dique andesítico a los 10 m
T1	680350	9650952	2996	140	✓	-	-	5501	0.005	2.5	Es el túnel mas largo, cuatro vetillas fueron muestreadas
								5503	0.008	0.7	
T2	680165	9650966	3016	165	✓	-	-	5510	1.71	6.2	Falla central removiliza la veta y produce un cambio en su dirección. Falla occidental limita la alteración sericitica
								5513	<0.005	0.6	
T3	680458	9650935	3050	155	✓	-	✓	5515	<0.005	1.2	Falla central produce un doblez en la veta mineralizada
								5516	8.62	7.5	
T4								5517	0.022	12.8	
	680409	9650917	3046	155	✓	-	-	5520	0.009	0.2	Falla occidental limita la continuidad de la veta mineralizada hacia el oeste
								5522	0.006	1.2	
								5523	0.288	1.7	
T5	680461	9650918	3060	215	-	-	-	-	-	-	Falla central vertical atraviesa el túnel
T6	680463	9650900	3076	155	-	-	-	-	-	-	
T7	680496	9650920	3076	160	-	-	✓	5526	5.73	2.4	
T8	680510	9650891	3100	175	-	-	✓	5527	6.53	1.8	Corresponde al limite oriental de la veta mineralizada
T9	680535	9650915	3100	160	-	-	✓	5530	0.005	0.8	
T10	680474	9650880	3100	156	-	-	✓	5533	<0.005	2.2	Falla oriental atraviesa el túnel
T11	680361	9650810	3023	120	-	-	-	5534	1.19	1.4	
T12	680498	9651015	3012	160	-	-	-	-	-	-	

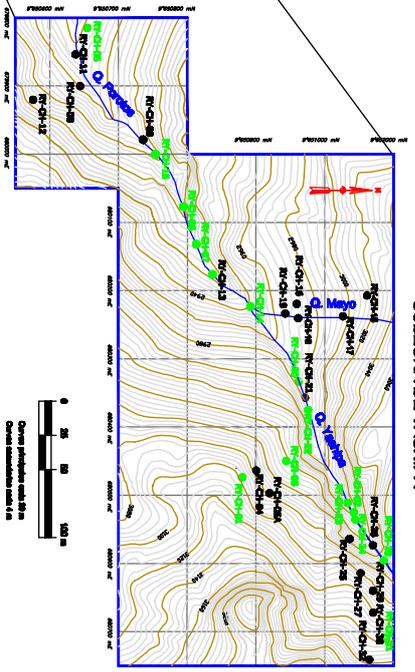
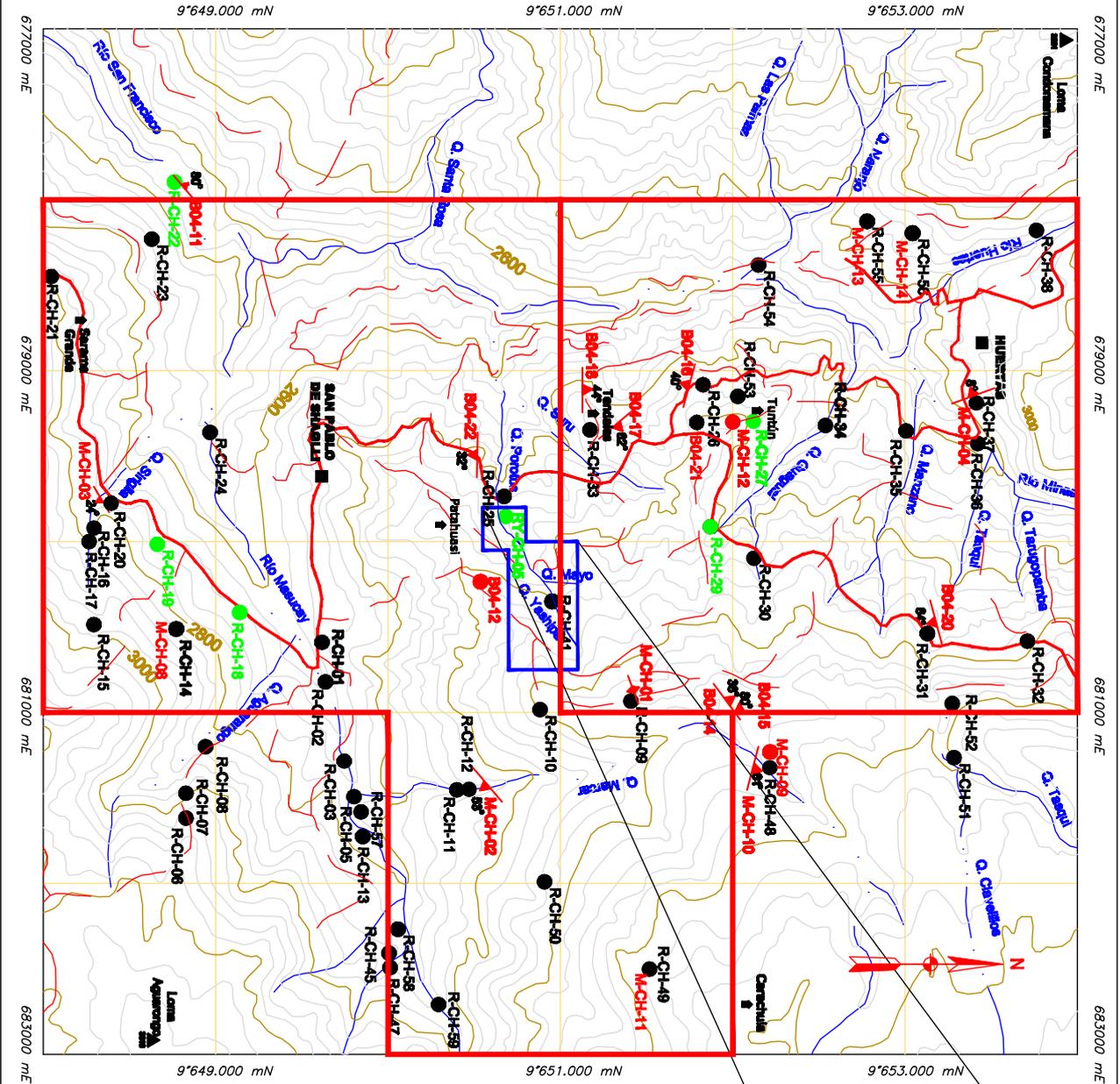
Cuadro resumen de los túneles de Yashipa y sus características más relevantes.

ANEXO 9:

**Reporte de análisis químico para Au y Ag en
las vetas de Yashipa
(Laboratorios ALS CHEMEX)**

QU05114409 - Finalized
 CLIENT: " DOUEXP - Doubloon Exploration Corp."
 # of Samples: 36
 DATE RECEIVED: 2005 - 12 - 26 DATE FINALIZED: 2006 - 01 - 05
 PROYECT: "SHAGLLI"
 CERTIFICATE COMMENTS:
 POR NUMBER

SAMPLE DESCRIPTION	Au-AA24	ME-ICP41
	Au ppm	Ag ppm
5501	0,005	2,5
5502	0,014	2
5503	0,008	0,7
5504	0,1	0,3
5505	<0,005	3,4
5506	<0,005	1,6
5507	<0,005	0,7
5508	1,13	0,9
5509	0,237	1,2
5510	1,71	6,2
5511	0,017	19,5
5512	<0,005	4,1
5513	<0,005	0,6
5514	<0,005	0,2
5515	<0,005	1,2
5516	8,62	7,5
5517	0,022	12,8
5518	0,791	2
5519	<0,005	0,5
5520	0,009	0,2
5521	<0,005	0,9
5522	0,006	1,2
5523	0,288	1,7
5524	<0,005	14,5
5525	<0,005	4
5526	5,73	2,4
5527	6,53	1,8
5528	0,006	2,1
5529	0,025	4
5530	0,005	0,8
5531	0,022	2,2
5532	0,008	0,3
5533	<0,005	2,2
5534	1,19	1,4
5535	0,008	0,2
5536	<0,005	3,8



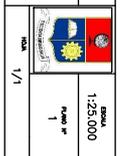
SIMBOLOGIA

- Curvas de nivel principales c/200m
- Quebrada
- Camino de herradura
- Camino lastrado
- Centro poblado
- Casa
- Cerro
- Concesiones mineras
- Subzona Yashipa
- Veta inclinada
- Ubicación muestras de rocas
- Ubicación muestras de vetas para análisis químico
- Ubicación muestras de rocas para láminas delgadas

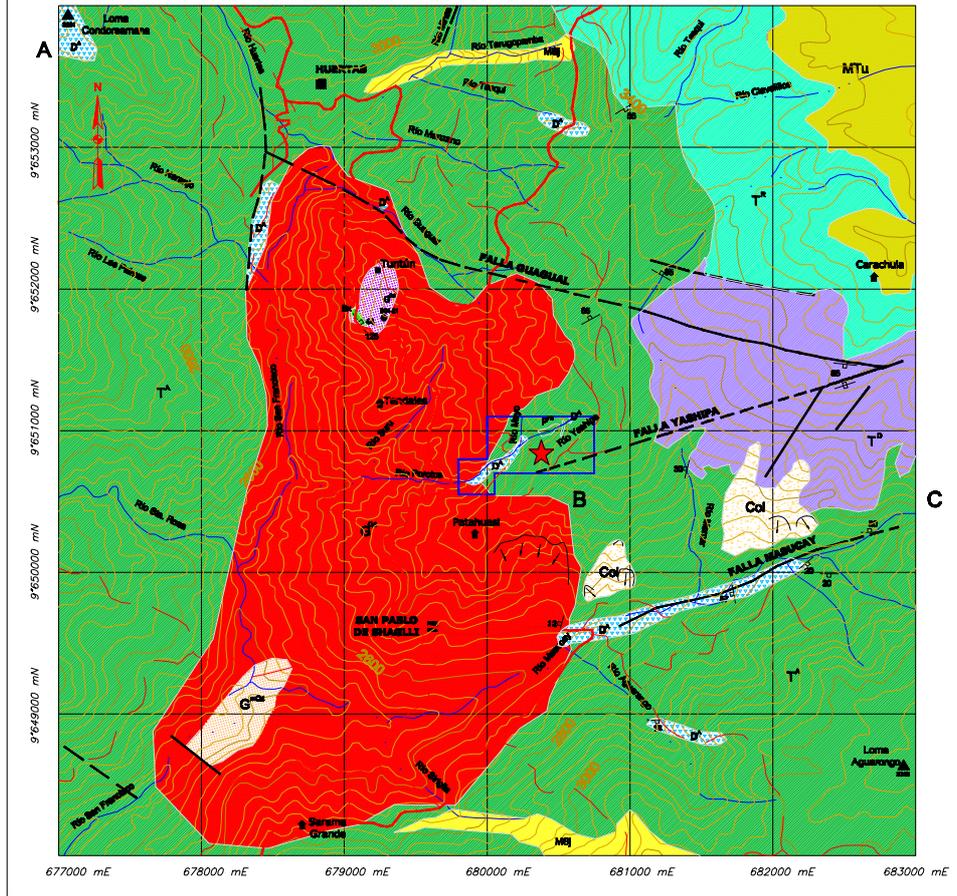


NOTAS:
1. Las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.

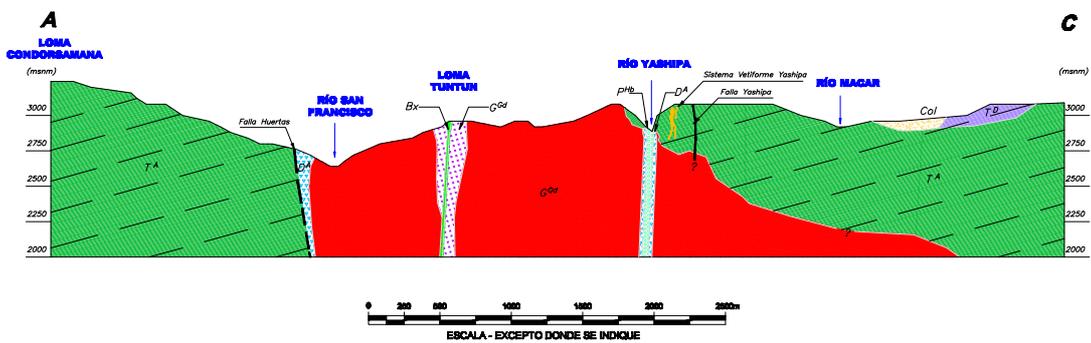
PABLO CHERREZ R. GEOLOGO MINERO Ing. BERNARDO SEATE Junio 2011		ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LAS VETAS AURÍFERAS DE YASHIPA MAPA DE UBICACIÓN DE MUESTRAS		Escala: 1:25,000 Hoja N° 1
---	--	---	--	-------------------------------------



MAPA GEOLÓGICO DE SHAGLLI



PERFIL GEOLÓGICO A-B-C



LEYENDA

Depósitos coluviales	Col	Fm. Turubamba	Cuaternario
	MTu		Mioceno Tardío
Tabas ílicas de composición dacítica	MSJ	Fm. Jubones	Mioceno Temprano
			Eoceno Tardío
T ¹	Opn. Saraguro		
T ²			
T ³			
INTRUSIVOS			Mioceno Temprano
Brecha hidrotermal palimfética	Bx		
Dique andesítico	DA		
Párido hornbléndico	PH		
Microcuarzodiorita de San Francisco	G ^{MSJ}	Cuarzodiorita de Shaglli	
Granodiorita de Tuntún 17.64 ± 0.61 Ma	G ^T		
	G ^{SH}		

SIMBOLOGÍA

	Curvas de nivel principales c/200m
	Curvas de nivel secundarias c/40m
	Río
	Subzona Yashipa
	Centro poblado
	Casa
	Cerro
	Camino de herradura
	Camino lastrado
	Ubicación muestra datada
	Sistema Volcánico Yashipa (SVY)
	Falla observada
	Falla inferida
	Contacto Geológico observado
	Contacto Geológico inferido
	Estratificación
	Escarpe de deslizamiento
	Falla inclinada
	Falla vertical

NOTAS:

- Las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
- Las direcciones de las discontinuidades (diaclasses, fallas, cizallas y vetas) están representadas con rumbo (0 a 360 grados) y buzamiento.
- Base topográfica 1:50 000 de las hojas de Sta. Isabel y San Fernando, IGM.
- Como base del levantamiento geológico se utilizó mapa de la Cordillera Occidental entre 3 a 4 Sur de Pratt et al., 1997, Escala 1:200 000.

PABLO CHERVEZ R.
000065128000
Hoy. BERNARDO BEATE
000000
Fecha: Julio 2011

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
GEOLÓGIA ECONÓMICA DE LAS
NETAS ALBERGUES DE YAGUERA
MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DE SHAGLLI

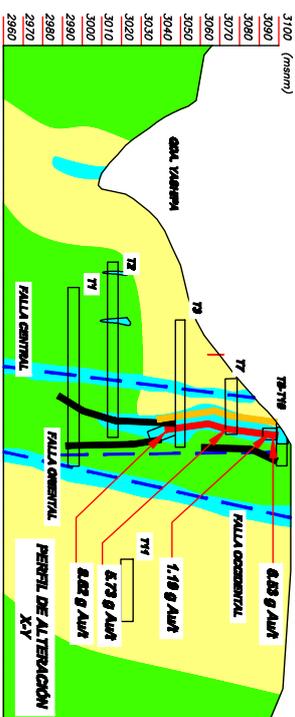
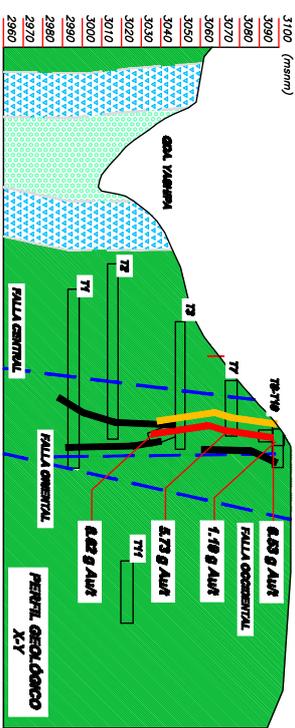
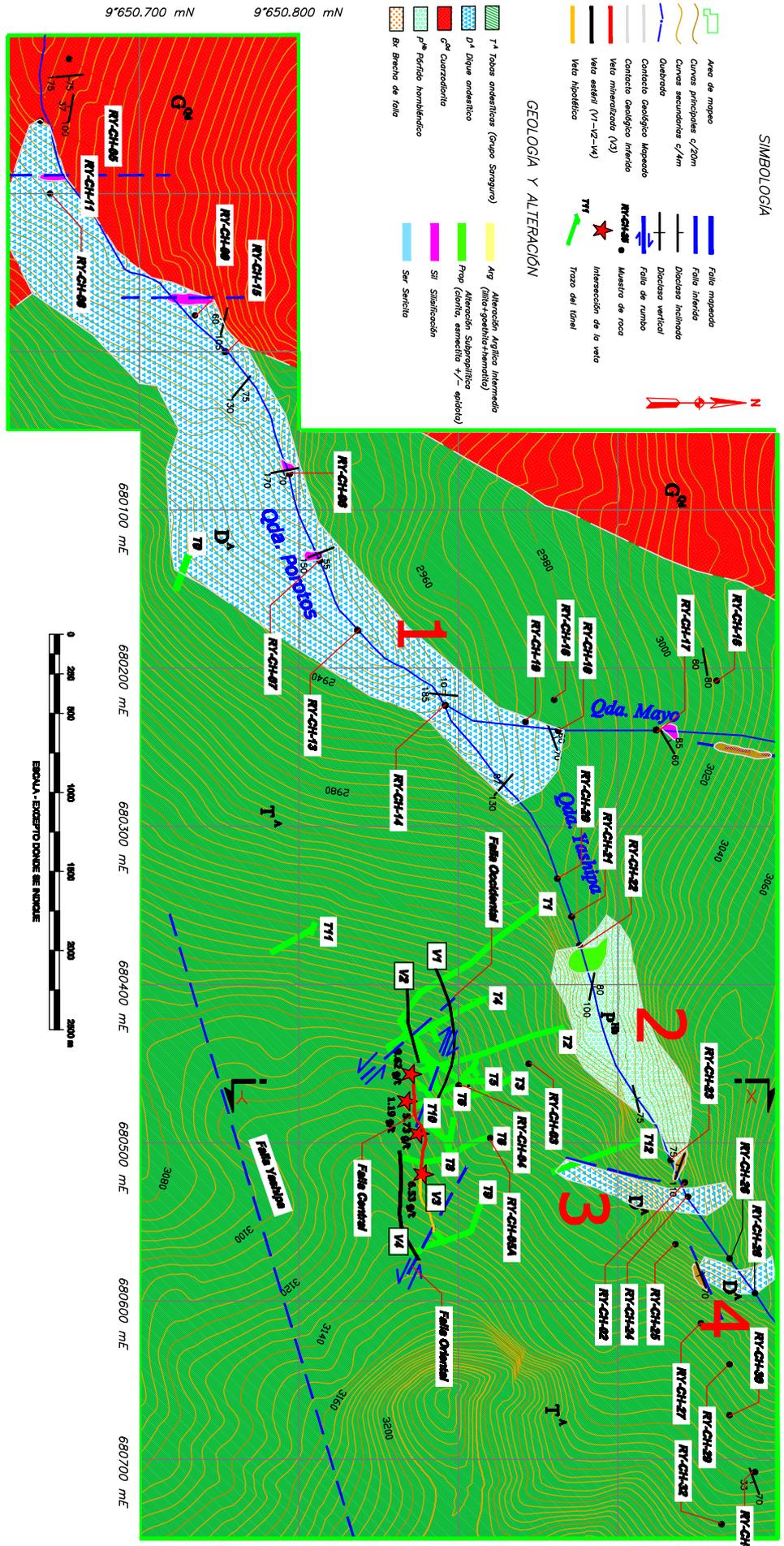
Hoja: 1225-000
FOLIO Nº 2
Escala: 1/1

SIMBOLOGIA

- Arroyo de maguey
- Curvas principales c/20m
- Curvas secundarias c/4m
- Quebrada
- Contacto Geológico Inapuro
- Contacto Geológico Intermedio
- Veta mineralizada (V3)
- Veta mineralizada (V1-V2-V4)
- Veta hipotética
- Faltas inapuras
- Falla Inclinada
- Direccion Inclinada
- Direccion vertical
- Falla de curvado
- Muestra de roca
- Interseccion de la veta
- Trazo del tunnel

GEOLOGIA Y ALTERACION

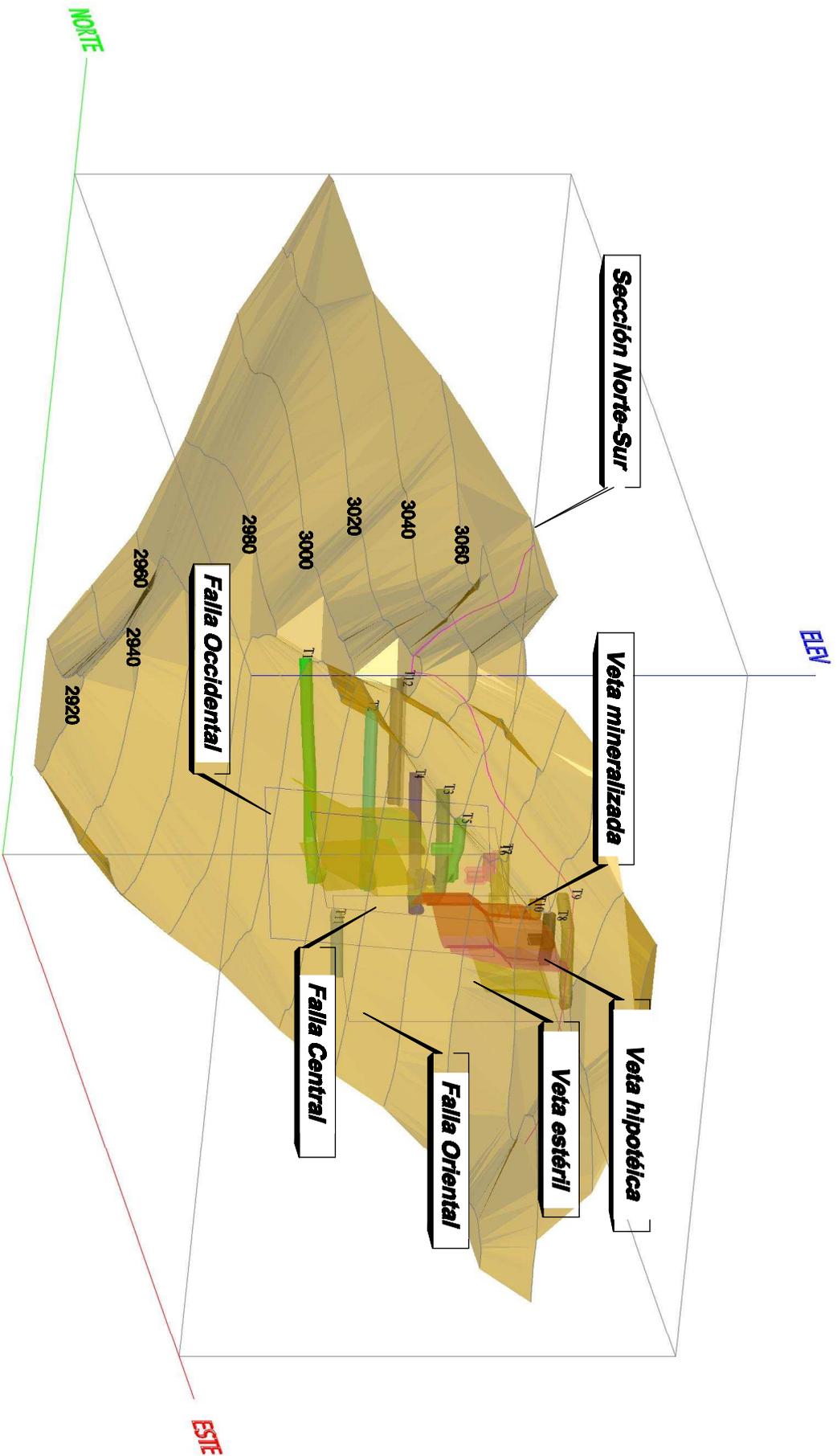
- T¹ Tabas andesiticas (Grupo Surguro)
- D¹ Dique andesitico
- C¹ Cuarczoanita
- P¹ Pofido hornblendico
- Br Brecha de faja
- Arg (Alteracion Argilica Intermedia)
- Alteracion (Alto+goussis+hematita)
- Prop (Cobalto, esmeralda +/- esodido)
- S1 Silicificacion
- Ser Serchico



NOTAS:

1. Las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.
2. Las direcciones de las dióclasis están representadas con rumbo (0 a 360 grados) y buzamiento.

PABLO GONZALEZ R. INGENIERO GEOLÓGICO 1495 BARRIO BRATE TACNA JUNIO 2011			ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL GEOLOGÍA ECONOMICA DE LAS VETAS AURIFERAS DE YASHIPA MAPA GEOLOGICO DE YASHIPA	escala 1:2.500 Hoja N° 3
MAPA GEOLOGICO DE YASHIPA				



NOTAS:
 1. Las dimensiones están en metros y las elevaciones en metros sobre el nivel del mar, excepto donde se indique.



PABLO GARCÍA R. INGENIERO EN MINERÍA Ing. BERNARDO BRATE <small>Febrero 2011</small>		ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LAS VETAS AURÍFERAS DE YASHIPA			Fecha: 12/2010
MODELO 3D DEL SISTEMA VETIFORME YASHIPA		Escala: 1/1			Hoja N°: 4