UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

"ESTUDIO GEOLÓGICO Y PROGRAMA DE EXPLORACIÓN – DESARROLLO DE LA VETA PATRICK – MINA CALPA (ATICO, CARAVELÍ – AREQUIPA)"

(Servicios Profesionales)

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

HUGO MANUEL, FLORES VILCHEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO

AREQUIPA - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

FACULTAD DE GEOLOGÍA, GEOFÍSICA Y MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

"ESTUDIO GEOLÓGICO Y PROGRAMA DE EXPLORACIÓN – DESARROLLO DE LA VETA PATRICK – MINA CALPA (ATICO, CARAVELÍ – AREQUIPA)"

(Servicios Profesionales)

Jurados:

Presidente: **Dr. Edgar Gutiérrez Salinas**

Vocal: **Mg. Willy López Tejada**

Secretario: **Ing. Ramiro Deza Guzmán**

Asesor: **Dr. Fredy F. García Zúñiga**

Presentado por el Bachiller: Hugo Manuel Flores Vilchez

AREQUIPA - PERÚ

2017

Resumen

El yacimiento aurífero CALPA es un depósito mesotermal de metales preciosos tipo filoniano por relleno hidrotermal de fallas y fracturas sub verticales pre existentes. La estructura mineralizada de la veta Patrick aflora al suroeste de las operaciones de la Mina Calpa, ubicada en el distrito de Atico, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, dentro de los cuadrángulos de Chaparra (32o) y Caravelí (32p).

La geología de la mina Calpa se caracteriza por el afloramiento del Complejo Bella Unión, conformado por andesitas hipoabisales de color gris verdoso, causado por la fuerte propilitización, estas rocas están cortadas por diques andesíticos de grano fino a medio, y es la roca huésped o encajonante de la mineralización de todas las vetas del yacimiento. Los intrusivos de la súper unidad Incahuasi conformado por granodioritas y tonalitas leucócratas de grano medio del Cretáceo Superior intruyen al Complejo Bella Unión y los depósitos del Grupo Moquegua en los que se encuentran emplazadas las ignimbritas del Volcánico Huaylillas y Sencca de colores rojizos del Mioceno a Plioceno Medio, sobreyacen en discordancia erosional sobre las rocas ígneas arriba mencionadas. En conjunto muestran cerros con cornisas verticales y en las depresiones como los valles se encuentran los depósitos Cuaternarios formando cubiertas aluviales, conos aluviales, terrazas de materiales de origen intrusivo y volcánico.

Estructuralmente el área se encuentra en la zona de emplazamiento del Batolito de la Costa, la cual está controlada por las fallas corticales Pan de Azúcar y Calpa a las que se asocian otras fallas menores, así como fracturas con un patrón estructural andino NW – SE.

Los minerales de mena son el oro nativo que se encuentra en la pirita - calcopirita y también el electrum. Los minerales de ganga son el cuarzo y la pirita, las texturas son masivas y bandeadas en la zona de sulfuros y masiva, granular, de relleno y boxwork en la zona de óxidos. Las alteraciones principales que se presentan son: la argilización, propilitización, silicificación y sericitización cuyos controles de mineralización son estructurales y mineralógico. Su paragénesis se divide en dos

ciclos, particularmente el inicial presenta precipitación del cuarzo blanco y lechoso con pirita clara y oscura junto con minerales de esfalerita, tetraedrita y calcopirita. Su zoneamiento muestra mayor presencia de cuarzo al oeste, mayor pirita y calcopirita al este, el comportamiento del oro a lo largo de la veta Patrick; no es constante ni uniforme; sino más bien errática.

La minería que se aplica en Calpa es netamente convencional, con métodos de explotación de corte y relleno ascendente; limpieza a pulso y winches, donde se aplica realce y Breasting, el tipo de muestreo que se aplica es principalmente por fragmentos y astillas (Chip Sampling). Para interpretar el comportamiento de la veta Patrick, se realizó curvas isovalóricas, que definen la dirección del flujo mineralizante y deposición del Au a lo largo de toda la estructura. También, las secciones transversales nos definen el comportamiento irregular de la veta. Con todos estos estudios se ha determinado un modelo geológico de la veta y se puede asumir un comportamiento similar en las otras vetas del yacimiento.

Palabra Clave: Calpa, Batolito, Bella Unión, Isovalor.

Dedicatoria

Con mucho amor y cariño le dedico este trabajo a mi amada esposa Lizeth por su incondicional apoyo, compresión y respaldo.

A mis hijas Damara y Samira que son parte especial en mi vida y me motivan a continuar superándome.

A mis padres por su dedicación, enseñanzas y su formación familiar que supieron inculcarme para poder forjarme como profesional.

Agradecimientos

Mi especial agradecimiento a la Empresa INTIGOLD MINING S.A. – U.E.A. CALPA, representada por la señora Rossana Calmet, a mis compañeros de trabajo de la unidad.

Al Dr. Fredy F. García Zúñiga por el apoyo brindado en la elaboración, corrección y revisión del presente trabajo.

A los catedráticos de la Facultad de Geología, Geofísica y Minas y a mi alma máter la "UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN", que me han permitido desarrollarme como profesional.

“ESTUDIO GEOLÓGICO Y PROGRAMA DE EXPLORACIÓN - DESARROLLO DE LA VETA PATRICK – MINA CALPA (ATICO, CARAVELÍ – AREQUIPA)”

Índice

Resumen i

Dedicatoria iii

Agradecimientos iv

Índice v

Lista de figuras ix

Lista de fotografías ix

Lista de tablas x

CAPÍTULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

Ubicación 1

Accesibilidad 3

Antecedentes 3

Formulación del problema 4

Hipótesis 5

Objetivos 5

Metodología 5

Geomorfología 6

Faja Litoral 6

Cadena Costanera 6

Peneplanicie Andina 6

Drenaje 7

Clima 9

Flora, Fauna y Zonas de Vida 10

Recursos naturales 11

CAPÍTULO II 12

MARCO GEOLÓGICO 12

GEOLOGÍA REGIONAL 12
Grupo Moquegua 12
Formación Moquegua Superior – Formación Millo (Ts-mi) 16
Formación Huaylillas (Tm-hu) 16
Volcánico Sencca (Ts-vse) 17
Depósitos Recientes (Qr-al) 18
Rocas Intrusivas 18
Rocas Plutónicas 19
Súper Unidad Linga (K-gd-l) 19
Súper Unidad Incahuasi (Ks-gd/to-in)(Ks-gd/mz-in) 20
Rocas Hipoabisales 22
Intrusivo Volcánico Bella Unión (Kms-bu) 22
GEOLOGÍA LOCAL 23
Estratigrafía 23
Rocas Intrusivas 23
Súper Unidad Incahuasi (Ks-gd/mz-in) (Ks-di-in) 23
Intrusivo Volcánico Bella Unión (Kms-bu) 27
Volcánico Sencca (Ts-vse) 28
Depósitos Recientes (Qr-al) 29
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 30
Fallas Importantes 30
Falla Pan de Azúcar 30
Falla Calpa 31
Zona De Emplazamiento De La Mina Calpa 31
CAPÍTULO III 34
GEOLOGÍA ECONÓMICA 34
Estructuras Mineralizadas 34
Veta Tico 35
Veta Milagros 36

Veta San Miguel 36
Veta M 36
Veta Celia 37
Veta Hilo 37
Veta San Lorenzo 37
Veta Norte Uno 38
Veta Norte Dos 38
Génesis del Yacimiento 38
CAPÍTULO IV 40
GEOLOGÍA DE LA VETA PATRICK 40
Mineralogía 40
Oro 41
Pirita 42
Calcopirita 43
Bornita, Covelita, Calcosita 44
Minerales Accesorios 44
Alteraciones Hidrotermales 45
Alteración Sericítica 46
Alteración Argílica Intermedia 46
Alteración Propilítica 46
Silicificación 47
Alteración Potásica 47
Piritización 47
Zoneamiento 47
Paragénesis 48
Isovalores 49
Controles de la Mineralización 54
Control Mineralógico 54
Control Estructural 58

Muestreo Sistemático 58
Muestreo en Mina Subterránea 62
Muestreo en Stock Piles (Cargas) 63
Controles de Precisión 64
Muestras Gemelas 64
Cruce de Muestras 64
CONCLUSIONES 66
RECOMENDACIONES 67
BIBLIOGRAFIA 68

Lista de figuras

Figura Nº 1. Plano de ubicación de la UEA Calpa. 2
Figura Nº 2. Plano geomorfológico de los alrededores de la Mina Calpa. Se muestran las unidades geomorfológicas de la Cordillera de la Costa y la Peneplanicie andina, cortada por las quebradas transversales que descienden de Norte a Sur. 8
Figura N° 3. Mapa geológico Regional 14
Figura N° 5. Mapa geológico local. 25
Figura N° 6. Columna estratigráfica local. 26
Figura N° 7. Mapa geológico estructural. 32
Figura N° 8. Corte trasversal N-S, mostrando distribución de las vetas con el zoneamiento de las alteraciones hipógenas de la roca en el yacimiento Calpa (C. Rodríguez). De Norte a Sur: Veta Norte Uno – Veta San Lorenzo, Veta Buen Paso, San Miguel, Hilo, Julio Sin Nombre, Tico y Patrick. 35
Figura N° 9. Evolución paragenética del yacimiento aurífero Calpa extraída de informe geológica de la U.E.A. Calpa elaborado por el Departamento de Geología. 49
Figura N° 10. Isovalores de la veta Patrick. Sección mirando al norte. 51
Figura N°11. Veta Patrick Proyecto crucero 010 sur nivel 2100. Sección transversal de las vetas Patrick y Tico y proyección en planta. 53
Figura N°12. Geología de superficie de la Veta Patrick. 55
Figura N°13. Veta Patrick. Geología del nivel 2184. Galería 680E. 56
Figura N°14. Veta Patrick. Geología del nivel 2143. Galería 481 E. 57
Figura N° 15. Plano Geoquímico de Oro Superficial 59
Figura N° 16. Plano Geoquímico de Oro Nivel 2184. Galería 680 E. Veta Patrick. 60
Figura N° 17.Plano Geoquímico de Oro Nivel 2143. Galería 481 E Veta Patrick. 61

Lista de fotografías

Fotografía N° 1. Contacto litológico entre las rocas volcánicas del Intrusivo Volcánico Bella Unión y las rocas intrusivas del Incahuasi, campamento UEA Calpa. 27
Fotografía N°2. Contacto litológico entre el volcánico Sencca y las rocas intrusivas del Incahuasi, a su vez se observan los depósitos Cuaternarios como cobertura de estas unidades litológicas. 28
Fotografía N° 3. Vista cerrada del contacto litológico entre el volcánico Sencca y las rocas intrusivas del Incahuasi. 29
Fotografía N° 4. Izquierda, Tajo 620 E, nivel 2184 veta formada por óxidos de fierro jarosita – limonita – hematita, arcillas blancas y cuarzo blanco fracturado. Derecha nivel

2143 Galería 481 E, correspondiente a la zona de sulfuros estructura de textura masiva con cuarzo blanco, bandas de pirita de grano medio y escasa calcopirita. 54
Fotografía N° 5. Marcado de canales de muestreo se distingue la zona alterada hacia la caja piso de la veta y banda de cuarzo con calcita y diseminación de pirita..... 62
Fotografía N° 6. Cancha de acumulación de mineral en superficie donde se realiza el muestreo por canales de stock Pile. 63

Lista de tablas

Tabla N°1. Distancia y tiempo de viaje a la UEA Calpa..... 3

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Ubicación

La U.E.A. CALPA está ubicada en el departamento de Arequipa, provincia de Caravelí, a 46 kilómetros del distrito de Atico, área que corresponde a los denuncios mineros Santiago de Compostela de Intigold Mining SA. (Figura N° 1).

Las coordenadas geográficas son:

Longitud Oeste 73° 33' 30" - Latitud Sur 15° 46' 30"

Coordenada UTM:

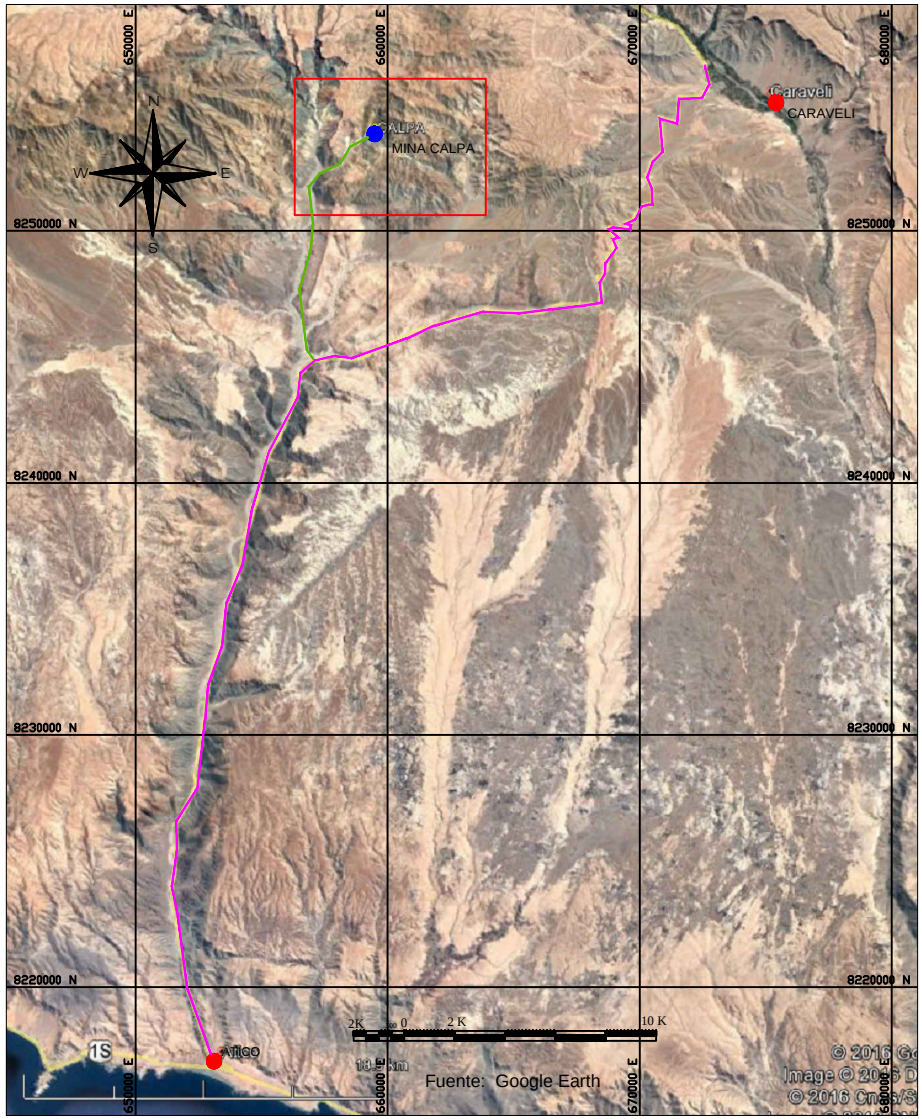
8256027 N - 656313 E

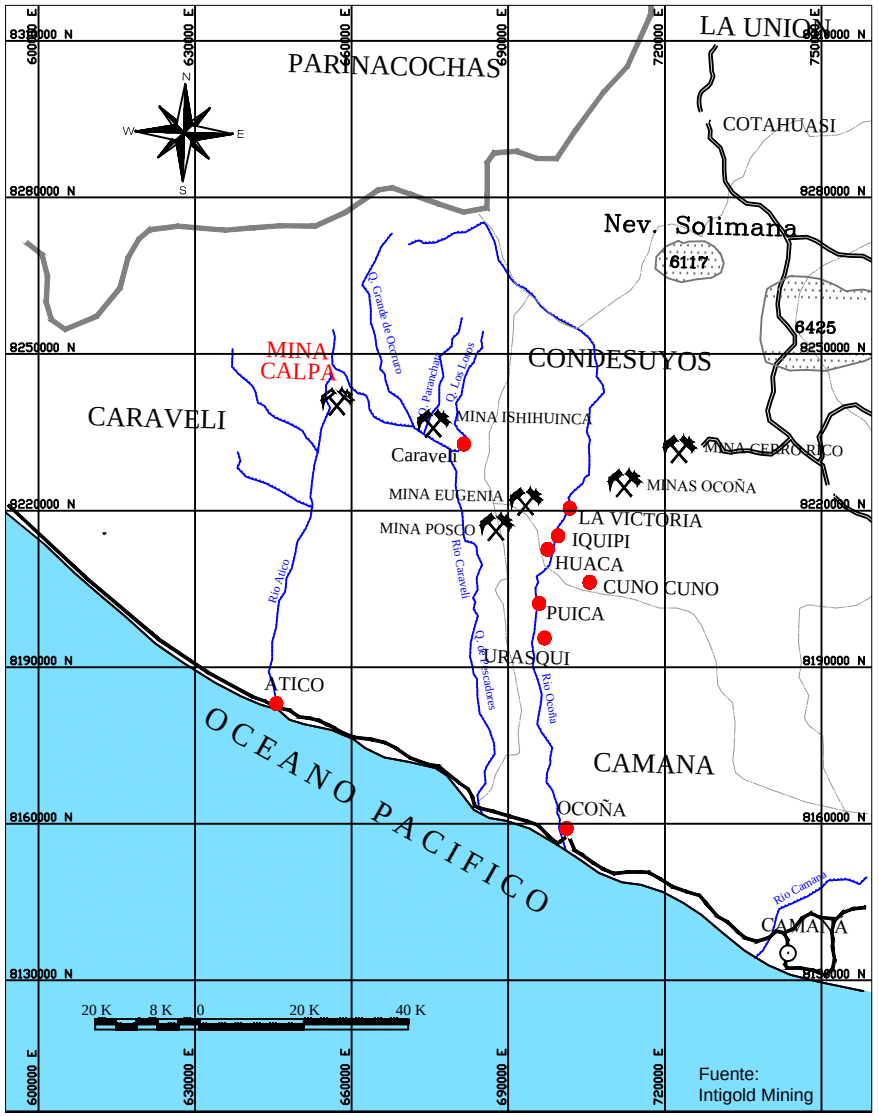
8256027 N - 663894 E

8250623 N - 663894 E

8250623 N - 656313 E

Datum: WGS 84, Banda K, Zona: 18.





LEYENDA

Rios		U.E.A. Calpa	
Minas		Area de Estudio	
Nevados		Carreteras Auxiliares	
Localidades		Carreteras Principales	
Limite Provincial			

Figura N° 1. Plano de ubicación U.E.A Calpa.

Accesibilidad

La vía de acceso principal es la carretera Panamericana Sur, siguiendo por la carretera asfaltada Atico – Caravelí hasta el kilómetro 40, de donde se continúa por una bifurcación carrozable a lo largo de la quebrada Atico hasta llegar a la Unidad Minera (Tabla N°1).

Desde - Hasta	Dist. (Km)	Tiempo (Hr)	Tipo Vía
Arequipa - Atico	701	6:00	Asfaltada
Atico – Desvío Caravelí	40	1:00	Asfaltada
Desvío Caravelí - Calpa	16	0:20	Trocha
TOTAL	757	7:20	

Tabla N°1. Distancia y tiempo de viaje a la UEA Calpa.

Antecedentes

La operación minera en el yacimiento Calpa se inicia por el año 1935 con la Cerro de Pasco Corporation, luego pasa a propiedad de Compañía Minera Caravelí y posteriormente a Consorcio Minero del Perú SA, que realiza trabajos de exploración, desarrollo, explotación y beneficio del mineral (se llegaron a tratar 280 t/día) suspendiéndose todos sus trabajos en el año 1963 y pasan sus bienes al Banco Minero del Perú a la unidad San Juan de Lucanas. A partir del año 1978 el Sr. Marius Calmet Sampen adquiere los derechos de las concesiones del yacimiento Calpa iniciándose de inmediato los trabajos de rehabilitación, luego pasa a la dirección de la empresa la Sra. Rossana Calmet Camadero asociada al Grupo francés Intigold Mining con una producción mensual de 5000 Tm/mes, luego de una serie de inconvenientes paralizan sus operaciones a finales del 2013.

Para el presente trabajo, se presenta información geológica como son: mapeo geológico superficial y de interior mina, muestreo sistemático de galerías, chimeneas, subniveles y tajos, para realizar las interpretaciones geológicas que permitan la profundización de la Veta Patrick hacia los niveles inferiores 2143 y 2100, como parte de un programa de corto y mediano plazo, para conocer la geología de esta estructura mineralizada y así también aumentar los recursos y reservas económicas de la UEA Calpa.

Esta estructura mineralizada ha sido reconocida en una longitud aproximada de 1200 metros en exploración superficial, en donde se han identificado posibles zonas o áreas con buen potencial de mineralización según los análisis geoquímicos realizados, esta zona está ubicada hacia el extremo Este de la veta, sin acceso carrozable por lo cual, los proyectos de exploración subterránea se aplazarían a un plan a largo plazo. En el lado Oeste de la veta se ha recabado mayor información geológica ya que se cuenta con laboreo minero de fácil accesibilidad.

Formulación del problema

La veta Patrick es una estructura muy poco conocida en profundidad y se requiere ejecutar los niveles exploratorios 2184, 2143, 2100 como nuevas áreas de exploración subterránea; el extremo Este de la veta no tiene accesibilidad por lo que estos trabajos exploratorios se desarrollarían en un planeamiento de corto, mediano y largo plazo de ejecución, utilizando diversas herramientas como son datos de isovalores, secciones transversales y longitudinales.

En el nivel exploratorio 2184 se ha determinado un área de mineralización económica, en particular se sabe que esta estructura posee un comportamiento mineralógico homogéneo, por lo que es necesario continuar con la profundización de dicho nivel.

Hipótesis

Los trabajos geológicos superficiales han determinado zonas anómalas en las que existe alta probabilidad de que se haya depositado o albergado mineralización económica de oro; se han tomado en cuenta las alteraciones hidrotermales de la veta, las características litológicas y estructurales para poder iniciar el nivel exploratorio 2184 y comprobar la mineralización y proyectar la exploración hacia los niveles inferiores para definir la continuidad de la zona mineralizada.

Objetivos

1. Ampliar la exploración geológica hacia el Este de la veta Patrick.
2. Conocer las características petrológicas, estructurales, mineralización y alteraciones de la veta Patrick.
3. Realizar la profundización de la veta Patrick desde el nivel 2184 hacia los niveles inferiores próximos.
4. Incrementar los recursos y reservas de la UEA, a partir de la profundización de la veta Patrick.
5. Obtener el título de Ingeniero Geólogo mediante la presentación del presente informe de servicios profesionales

Metodología

1. Reconocimiento del comportamiento estructural, petrográfico, mineralógico y alteraciones de la estructura mineralizada.
2. Explorar la veta Patrick y elaborar planos geológicos a la escala 1/1000; de labores subterráneas y superficiales a escalas 1/5000.
3. Correlacionar datos isovalóricos de oro de los niveles superficiales con los de las labores subterráneas para obtener el zoneamiento de la mineralización y proyectarlos en profundidad.

Cabe mencionar que la información utilizada en este informe es de carácter público, no se ha considerado información que a la fecha sea catalogada como confidencial por la empresa propietaria.

Geomorfología

De acuerdo a las características del relieve de la zona de trabajo, situado a una altitud variable entre 1,700 a 2,500 msnm, se han distinguido las siguientes unidades geomorfológicas (Figura N° 2).

Faja Litoral

Es una franja muy angosta o inexistente que comprende varias superficies escalonadas, casi horizontales, que van desde el nivel del mar hasta una altitud de 300 metros, formadas por diferentes procesos de erosión, acumulación marina, fluvial y eólica. Los bordes marinos son esencialmente rocosos, con acantilados bajos, no hay desarrollo de playas.

Cadena Costanera

En continuidad hacia el Este de la faja litoral, a partir de los 300 msnm, el perfil de los cerros se va haciendo cada vez más empinado, y por lo tanto la topografía se hace más accidentada. La altitud que alcanzan los cerros es variada, y las elevaciones llegan hasta los 2500 msnm. Esta unidad se encuentra disectada por los valles transversales; que son las quebradas que descienden de la Cordillera Occidental hacia el Océano Pacífico, como el caso del valle de Caravelí.

Peneplanicie Andina

Esta unidad constituye una superficie de erosión inclinada hacia el SSO que está cortada por las numerosas quebradas de poca profundidad que drenan sus aguas hacia el Pacífico y originan los valles transversales. Las elevaciones aumentan progresivamente desde los 2500 hasta los 3200 msnm de altitud.

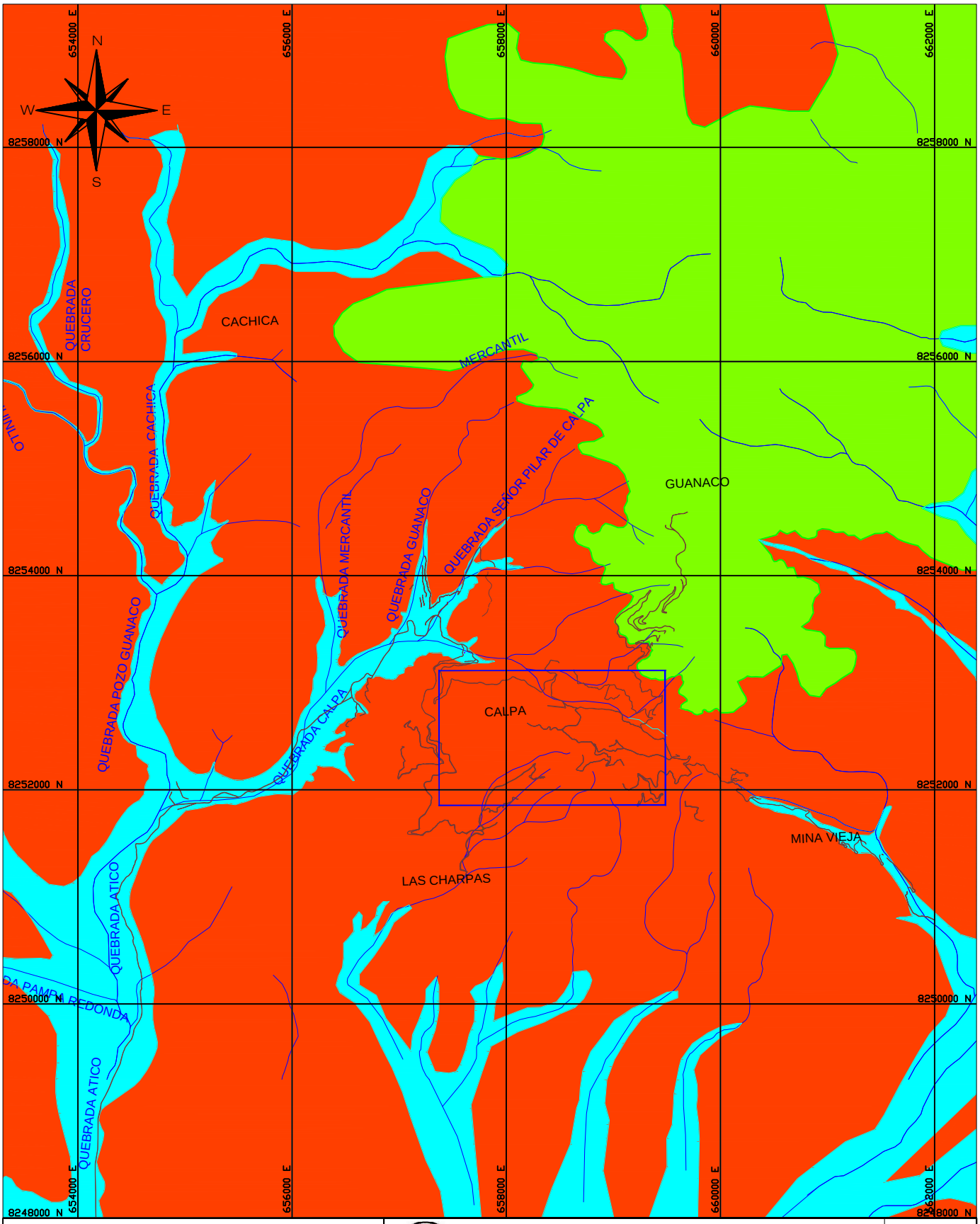
Esta unidad se observa al N y NE de la mina Calpa y se eleva bruscamente; constituyendo los flancos de la Cordillera Occidental de los Andes, la cual comenzó a formarse en el Terciario por la actividad volcánica y representa una

franja longitudinal entre Ica y Tacna; en forma casi paralela a la línea de costa y a la Cordillera de la Costa.

Drenaje

El área del proyecto se circunscribe dentro de la microcuenca Calpa, la cual está limitada por el Norte con el cerro Altos Cachica, por el Sur con la quebrada Pampa Redonda, por el Oeste con la quebrada Cachica y por el Este colinda con el cerro Calpa y la quebrada Pozo Guanaco (Figura Nº 2).

El área se encuentra drenada por varias quebradas; al Oeste las quebradas Guanaco, Cachica, Crucero; al Este la quebrada Bombón y al Sur la quebrada Pampa Redonda todas ellas convergen a las quebradas río Seco y Pozo Guanaco y luego sus aguas conectan al principal afluente de la zona que es río Atico, el cual no contiene agua salvo épocas de lluvia a manera de venidas de torrenciales producto de las lluvias, recién a 03 kilómetros al norte de Atico, aflora el agua subterránea para dar inicio al río Atico.



LEYENDA

- PENEPLANICIE ANDINA
- CADENA COSTANERA
- QUEBRADAS
- VIAS
- DRENAJE
- ZONA DE ESTUDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

PLANO GEOMORFOLÓGICO
MINA CALPA

FIGURA
02

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ
Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM:
SISTEMA WGS 84

ESCALA : 50,000

JUNIO 2017

En los estudios de impacto ambiental de la Mina Calpa, se realizó el inventario de cuerpos de agua subterráneas y superficial identificándose fuera del área de influencia ambiental del proyecto afloramientos de manantiales en forma intermitente con caudales variables, o en forma de arroyos alimentándolos en forma permanente; la quebrada Calpa es totalmente seca y no hay ningún indicio de afloramientos de agua subterránea.

La microcuenca Calpa tiene un área 17.46 Km2, el cauce principal tiene una longitud de 6.82 Km. con una pendiente promedio de 19.0% y una altitud media de 2,183 msnm. El cauce del río se orienta de noreste a suroeste, drenando finalmente hacia la quebrada Pozo Guanaco, la quebrada es accidentada y en consecuencia su potencial erosivo es sumamente alto. Se han diferenciado 04 unidades hidrogeológicas: Unidad Hidrogeológica 1 (UH-1), conformada por los depósitos Cuaternarios (coluviales - residuales, torrenciales y aluviales); Unidad Hidrogeológica 2 (UH-2), conformada por una faja continúa de innumerables plutones y diques de andesitas porfiríticas con grandes fenoblastos de feldespatos en matriz afanítica intensamente piritizadas, perteneciente al Intrusivo Volcánico Bella Unión; Unidad Hidrogeológica 3 (UH-3), conformada por una faja de andesitas porfiríticas y al NE de la mina se observa el borde oriental de intrusivos conformados mayormente por tonalitas y granodioritas (k-tgr-i) incluyendo algunas cuarzodioritas de color gris crema pertenecientes a la súper unidad Incahuasi; y Unidad Hidrogeológica 4 (UH-4) constituida por tobas y brechas con fragmentos tobáceos de naturaleza dacítica a riolítica (Volcánico Huaylillas y Sencca).

Clima

La zona de trabajo de acuerdo a su posición geográfica que varía de los 1000 a 3000 msnm, se puede describir como una zona con diferentes microclimas; para la caracterización de los aspectos climáticos y meteorológicos se utilizaron los datos de registro de la estación meteorológica Caravelí, localizada en las coordenadas UTM 8255669 Norte y 675505 Este, altitud de 1779 msnm. El clima que predomina en el área donde se desarrollará el proyecto de exploración presenta un clima cálido muy seco con deficiencias de lluvias en gran parte del

año. De la data analizada en dicha estación se tiene que a nivel anual la temperatura mínima y máxima varía de 10,1 °C a 29.3 °C; la precipitación pluvial anual en la zona es de 0 mm y 5.6 mm; se puede decir que corresponde a un clima netamente desértico de una zona árida, las lluvias esporádicas en los meses de enero, febrero y marzo, con nubes del tipo estratocúmulos que provienen del Océano Pacífico; los periodos frígidos son bien marcados en los meses de junio a agosto; la humedad relativa registra valores entre 38.5% y 53.7% en los meses de agosto y enero, respectivamente; la evaporación total media anual varía entre 173.6 mm y 197.4 mm; la evaporación total media mensual esta entre 144.27 mm y 225.25 mm, y el viento predominante en la zona de estudio tiene dirección Sur con una velocidad promedio que oscila entre 3 y 4 m/seg.

En las partes altas de 2500 o 3000 msnm, el clima es frio con un invierno seco durante las noches la temperatura es muy baja, produciendo heladas. La temperatura promedio máxima es de 32°C y la mínima es de 6°C. El promedio de humedad relativa es de 22% a 28%, es decir una de las más bajas del país.

Flora, Fauna y Zonas de Vida

La vegetación de esta zona es escasa, baja y dispersa, por la falta de agua, la aridez del terreno y por los cambios bruscos de temperatura que se dan durante el día y la noche; varias superficies quedan sin cubierta vegetal ya que están ocupados por arenas, arcillas y rocas.

El área del proyecto está constituido por laderas desérticas con similar formación vegetal caracterizado por ser efímero y temporal, según Holdridge (1996), el área está influenciada por dos zonas de vida: (1) El Desierto desecado Subtropical (dd-S). se distribuye en la franja latitudinal subtropical con una superficie de 33,760 km2 cuyo rango altitudinal fluctúa desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm, sobre lo cual se estima una precipitación total anual varia de 2,2 a 44,0 mm, la biotemperatura media anual máxima es de 22.2°C y la media mínima de 17.9°C, la evapotranspiración potencial total anual fluctúa entre 32 y más de 64 veces el valor de la precipitación lo cual lo ubica dentro de la provincia de

humedad desecado, y (2) El Desierto desecado - Montano Bajo Subtropical (dd-MBSi), se distribuye en la franja latitudinal subtropical con una superficie de 1980 Km2 cuyo rango altitudinal fluctúa desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, la biotemperatura media anual máxima es de 19,4°C y la media anual mínima de 16.3°C, se estima una precipitación promedio anual es 15,1 mm.

Del análisis cualitativo y cuantitativo de la composición florística por taxa se tiene familias preponderantes como las Asteráceas y las Gramineae, plantas de nombre común como: huarango, molle, chilca, cactus, paja y tomatillo.

La evaluación faunística presenta mamíferos de la familia Canidae, representada por el Pseudalopex Culpaeus "zorro", y la Avífauna con la presencia de Sicalis Raimondi "Chirigue de Raimondi" y Falco Sparverius "Cernícalo".

Recursos naturales

Los recursos naturales que forman base de la vivencia de la población de Atico son la minería formal e informal y la pesca, la agricultura a base del cultivo de olivo, árboles frutales y la ganadería con algunos vacunos, ovinos y aves que se son de menor importancia.

CAPÍTULO II

MARCO GEOLÓGICO

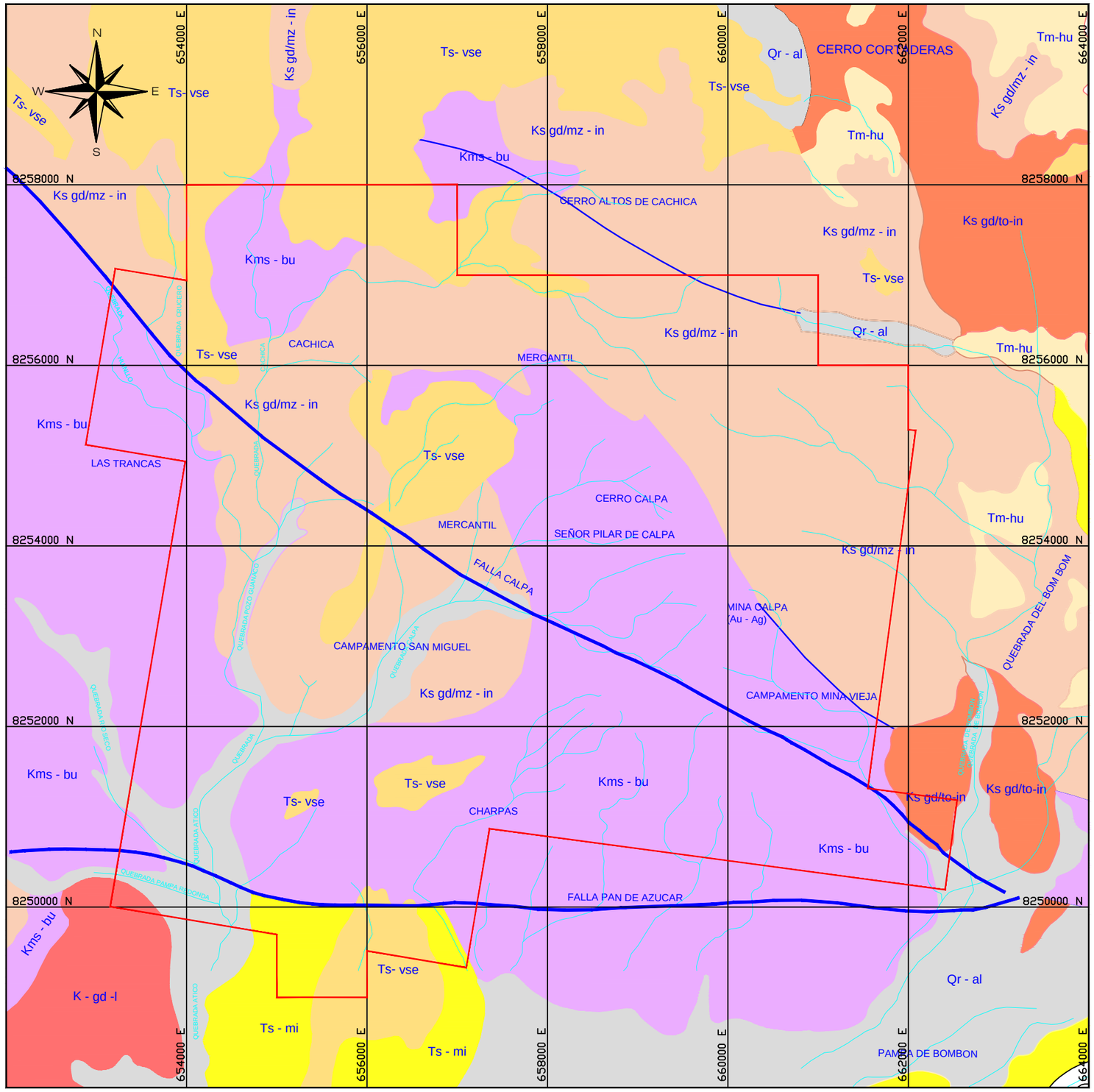
GEOLOGÍA REGIONAL

Grupo Moquegua

En el sur del Perú, desde la zona de Caravelí hasta el Norte de Chile, los depósitos del Grupo Moquegua cubren una amplia extensión que alcanza los pies de la Cordillera Occidental hasta la Cordillera de la Costa y el borde marino; la litología del Grupo está compuesta por rocas sedimentarias continentales intercaladas con rocas volcánicas, esencialmente ignimbritas, dentro de las que se distinguen de la base al techo: La Formación Moquegua Inferior formada por los miembros A y B, de granulometría fina con intercalaciones marinas, también denominadas Formación Sotillo; y la Formación Moquegua Superior, integrada por los miembros B y C, de granulometría gruesa a conglomerática, también denominada Formación Millo (Vargas, 1970; Marocco, 1984; Ropperch et al 2006; Sempere et al., 2009). Las intercalaciones de ignimbritas dentro del Grupo Moquegua han servido para obtener edades radiocronológicas, de tal manera que en las proximidades de Caravelí una ignimbrita datada dio una edad de 44.5 ± 0.4 Ma (40Ar/39Ar en 2 biotitas y 1 hornblenda) dicha ignimbritas se encuentra

exactamente en el límite de la unidad Moquegua A y Moquegua B. La Unidad Moquegua A tiene un espesor de 250 m en este sector y está compuesta por lodolitas y limolitas arcillosas de color rojizo (Marocco, 1984) por lo que la edad estimada de 50 Ma para la base del Grupo Moquegua es muy razonable (Ropperch et al 2006).

En el sur del Perú, el contacto entre la unidad Moquegua C sobre la Formación Huaylillas puede ser descrita como transicional debido a que las ignimbritas están intercaladas en la parte superior de la Unidad Moquegua C y también delgadas capas de conglomerados localmente están intercalados con las ignimbritas Huaylillas inferiores. La edad más antigua obtenida por el método 40Ar/39Ar en una ignimbrita de un espesor >2 m fue de 25.52 ± 0.09 Ma en Moquegua, y la datación 40Ar/39Ar más joven en estas ignimbritas fue de 16.11 ± 0.13 Ma en el sector de Aplao. Las ignimbritas más jóvenes (10–9 Ma) y menos voluminosas son reconocidas en el frente de arco del Sur del Perú y frecuentemente se les asigna a la Formación Huaylillas s.l. (Ropperch et al 2006).



LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS	
					PLUTONICAS	HIPABISALES
CUATERNARIO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depósitos aluviales	Qr - al		
		PLEISTOCENO	Disc. Ero			
	TERCIARIO	PLIOCENO	Grupo Moquegua: Volc. Sencca; Disc. Ero; Fm. Millo; Disc. Ero; Fm. Huaylillas; Disc. Ero	Ts - vse; Ts - mi; Tm - hu		
		MIOCENO				
		OLIGOCENO				
		EOCENO				
		PALEOCENO				
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR			K - gd - l; Ks-gd/to-in; Ks-gd/mz-in	Linga; Incahuasi
		MEDIO				
		INFERIOR				
	JURASICO	SUPERIOR				Kms - bu: Complejo Bella Union
PRO TERO ZOICO	PRECAMBRICO					

PERIMETRO DEL DENUNCIO

QUEBRADAS

FALLAS REGIONALES

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
GEOLOGÍA REGIONAL
U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 03

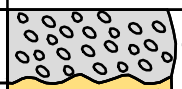
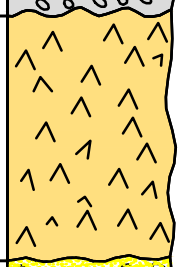
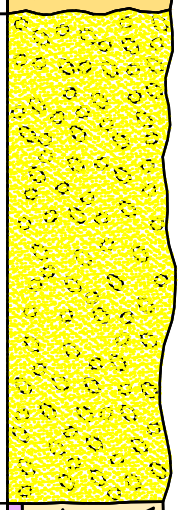
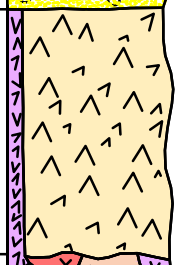
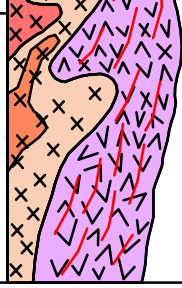
REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ
Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/50,000

JUNIO 2017

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL

ERA	SISTEMA	EDADES PISOS	EPOCA	POTENCIA (metros)	UNIDAD LITOLOGICA	GRAFICO	DESCRIPCION LITOLOGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO		REC.	60	Depositos Recientes		Depósitos de conos aluviales, terrazas aluviales, conos de escombros, de deslizamiento, depósitos coluviales, depósitos eólicos, depósitos eluviales. Componentes de arena suelta, rodado y gravas de origen volcanico e intrusivo.
	TERCIARIO	PLIOCENO	MEDIO	200	Volcanico Sencca		Tobas ignimbríticas dacíticas, riodacíticas y andesíticas de color rojizo a naranja, alterado por intemperismos, de color gris claro, blanco y amarillento; en roca fresca. Forma capas horizontales a sub horizontales con un grosor que varía entre 10 y 200 metros. Se localiza en las partes altas de los cerros formando cornisas verticales formando superficies de erosión.
			INFERIOR	400	Grupo Moquegua / Formación Millo		Conglomerados, areniscas conglomerádicas, tobas y cenizas volcánicas., de origen contiental. Los conglomerados tienen matriz cuarcítica y los elementos de los conglomerados están conformados por rodados de cuarcitas y calizas en una matriz arenosa tobácea. con elementos redondeados a sub redondeados, con un diámetro que presenta hasta 30 cm. Promedio; encima se presenta areniscas conglomerádicas semiconsolidadas con elementos redondeados que tienen de 1 a 10 mm. de diámetro. Los estratos tienen espesor de 0.5 a 1 metro y se encuentran intercaladas con capas de tobas amarillas a blancas con capas lenticulares de sal y yeso.
		MIOCENO	MEDIO	200	Formación Huaylillas		Tobas dacíticas, riolíticas y riodacíticas de color blanco amarillento a rosado. Se presentan en bancos compactos y macizos entre uno y tres metros de espesor y también en forma de tobas porosas de poca consistencia que con la descomposición originaron depósitos de arena gruesa de color blanquecino. Constituidas en mayor proporción por feldespatos y biotitas que se presenta en laminillas y cristales de anfíboles, estos cristales se encuentran mayormente alterados; también tienen cuarzo en cristales oscuros y corroídos.
MESOZOICO	CRETACEO	CENOMANIANO	INFERIOR		INTRUSIVOS / BATOLITO DE LA COSTA / Súper Unidad Linga		Monzonita con variaciones de diorita, tonalita, y granodiorita, gris claro de grano medio a grueso, con abundantes concentraciones de elementos ferromagnesianos; como la biotita y la hornblenda; y que por epidotización toman un tono verdoso. Sus contactos no son claramente definidos y expuestos
					Súper Unidad Incahuasi		Intrusivos granodioríticos, tonalíticos, y dioríticos; de grano medio a grueso de color gris claro en roca fresca; con presencia de xenolitos de microdiorita de diámetros de 2 a 5 cm. Asignados por fases de pulsaciones magmáticas y por emplazamiento de cuerpos tardíos.
		ALBIANO	SUPERIOR		HIPABISALES / Complejo Bella Unión		Brecha de intrusión, andesítica afanítica; a dacítica porfirítica, de grano medio a fino con coloraciones gris verdosos; debido a la fuerte propilitización que han sufrido estas rocas. Están intruidos a su vez; por innumerables puntones y diques andesíticos porfiríticos, la cual forman verdaderos enjambres. Los minerales estan conformados por plagioclasas, cuarzo, biotitas y Hornblendas, clorita, epidota y esfena. Roca encajonante donde se han formado vetas con contenido de Au,Cu y Ag .

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA REGIONAL

U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 04

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

ESCALA : Sin Escala

JUNIO 2017

Formación Moquegua Superior – Formación Millo (Ts-mi)

Vargas (1970) describió como Formación Millo a los afloramientos de depósitos continentales en la quebrada de Millo del cuadrángulo de Arequipa. En la zona de trabajo la litología está constituida por conglomerados, areniscas conglomerádicas, tobas y cenizas volcánicas. En el cuadrángulo de Jaquí, los conglomerados son rodados de cuarcitas y calizas en una matriz areno tobácea. En los cerros Blanco y frente a Jaquí; y en los cerros Caranga y La Yesera, los conglomerados sobreyacen a una monzonita cuarcífera y al Volcánico Intrusivo Bella Unión. Igualmente, al sur del Cuadrángulo de Chaparra (Hoja Nº 32-o, Olchauski, 1983) ; en el sector de Pan de Azúcar, los conglomerados sobreyacen a una superficie de erosión sub-horizontal, labrada sobre diferentes tipos de rocas intrusivas y metamórficas, como el Intrusivo Volcánico Bella Unión, e infrayace con discordancia paralela al volcánico Sencca. Plioceno

Formación Huaylillas (Tm-hu)

Fue descrita inicialmente por Wilson y García (1962), en el estudio geológico del Cuadrángulo de Huaylillas, en Tacna frontera con Chile, y están ampliamente distribuidas en el sur del Perú; son ignimbritas dacíticas y riolíticas tradicionalmente asignadas a la Formación Huaylillas, pero las dataciones obtenidas geocronológicamente en las últimas dos décadas, muestran que son unidades ignimbríticas individuales que están de hecho distribuidas en un largo periodo de tiempo (25 – 9 Ma), las cuales están separadas en dos grupos de ignimbritas de acuerdo a sus edades estratigráficas e isotópicas, las cuales corresponden al Mioceno Medio a Superior (14 – 9 Ma) y Oligoceno - Mioceno Inferior (25–16 Ma) (Ropperch et al 2006). En la hoja de Caravelí (32-p) las edades radiométricas obtenidas son de 25.5 +/- 1.0; 24.5 +/- 08 Ma, 10.08 +/- 0.24 y 8.72 +/- 0.19 Ma (Pecho, 1983), correspondientes al Paleógeno a Plioceno.

La Formación Huaylillas tiene una amplia distribución en el cuadrángulo de Caravelí; en su lado occidental, mientras que en el cuadrángulo de Pausa sus afloramientos son más restringidos y están cubiertos por volcánicos más

recientes. También, se encuentra al noreste del yacimiento de Calpa a la altura del cerro Cortaderas y de la quebrada de Bombón, tiene una potencia promedio de 200 metros; litológicamente consiste en tobas dacíticas, riolíticas y riodacíticas de color blanco amarillento a rosado, se presenta en bancos compactos y macizos de uno a tres metros de espesor en forma de tobas porosas de poca consistencia. Mineralógicamente sus rocas están constituidas en mayor proporción por feldespatos y biotitas que se presenta en laminillas y cristales de anfíboles, estos cristales se encuentran mayormente alterados; también tienen cuarzo en cristales oscuros y corroídos, por meteorización originan depósitos de arena gruesa de color blanquecino.

Volcánico Sencca (Ts-vse)

El nombre original de este volcánico proviene de la región Maure (Tacna – Puno), descrita por Mendívil en 1965; al mencionar a un conjunto de rocas piroclásticas ligeramente horizontales, constituidas por tobas y brechas tobáceas dacíticas, riodacíticas y riolíticas, que afloran en la quebrada Sencca al Sureste de la hoja de Maure. La extensión que abarca esta formación cubre parte de los cuadrángulos de Chaparra, Atico, Pausa y Cora Cora. En el cuadrángulo de Caravelí se encuentra discordante sobre rocas intrusivas, hipoabisales y sedimentarias de edad Jurásico superior al Terciario. La edad del volcánico Sencca ha sido asignado al Paleógeno a Plioceno (Pecho, 1983).

Esta unidad está formada por capas horizontales a sub horizontales de 10 a 200 metros de espesor. El mayor espesor se encuentra en el sector norte de la hoja de Chaparra, en las partes altas de los cerros formando cornisas verticales y rellenando pequeñas quebradas. Tienen color rojizo a naranja, alterado por intemperismo, mientras que en muestras de mano fresca su color varía de gris claro, blanco a amarillento; sus composiciones varían de riodacitas, dacitas y riolitas en menor proporción; donde las plagioclasas y el cuarzo son minerales predominantes así también laminillas de biotitas y vidrio volcánico. En la zona de estudio aflora en discordancia erosional sobre los intrusivos de la súper unidad Incahuasi y la Formación Moquegua Superior; finalmente, se encuentra cubierta por depósitos aluviales y piroclastos recientes.

Depósitos Recientes (Qr-al)

En los cuadrángulos de Cháparra y Caravelí estos depósitos clásticos son muy variados en litología, generalmente compuesto por rocas volcánicas e intrusivas. Bajo este término se han agrupado a los depósitos coluviales, que están presente en la quebrada Buenavista y del Toro; ubicado al sur de la hoja de Chaparra, constituido principalmente por alteración de rocas volcánicas e intrusivas y están acumulados en las laderas de los cerros por acción de la gravedad. Terrazas fluviales, localizadas en las grandes quebradas como la de Atico, Cháparra y Caravelí; están constituidas por conglomerados con capas de arcillas y arena; también tiene componentes de arena suelta y semiconsolidadas, rodados y gravas. En las partes más bajas, los depósitos fluviales, constituyen el lecho de los actuales ríos y están formados por rodados, gravas y arenas.

Rocas Intrusivas

De acuerdo a los estudios realizados por Pitcher W.S., (1985) y Cobbing J., (1979), el Batolito de la Costa ha sido emplazado en forma alargada, paralela al litoral, siguiendo una gran zona de debilidad cortical, y ha sido dividido en cinco segmentos, denominados: Piura, Trujillo, Lima, Arequipa y Toquepala. Cada uno de ellos; tanto en su estructura como en su composición mineralógica; constituyen un gran complejo, constituido por centenares de plutones individuales.

En el segmento de Arequipa; se ha diferenciado cinco grandes súper unidades que son: Patap, Pampahuasi, Incahuasi, Linga y Tiabaya. En la zona del yacimiento; solamente aflora la súper unidad Linga e Incahuasi, cubiertas por rocas de edad Terciaria y Cuaternarias, intruyen rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa; así como las rocas hipoabisales del Intrusivo Volcánico Bella Unión. Estas rocas del batolito también están intruidas por un grupo más joven de rocas hipoabisales; de naturaleza sub volcánica; en forma de diques y pequeños apófisis.

En la zona de Nazca – Ocoña, el magmatismo Cretácico, se inicia con la intrusión de grandes cuerpos hipoabisales (Intrusivo Volcánico Bella Unión), que fracturan y metamorfizan rocas sedimentarias del Jurásico (Cretáceo inferior y medio), siendo a su vez cortadas por rocas del Batolito Costero (Cretáceo superior al Cenozoico inferior). Estos hipoabisales se han emplazado principalmente; siguiendo las zonas de mayor fracturamiento, aflorando en los cuadrángulos de Chaparra y Caravelí; en forma de pequeños cuerpos, a lo largo de una dirección aproximada de N 30° - 40° O; siguiendo el patrón estructural andino, de aquí que su emplazamiento sintectónico está relacionado a fallas pre existentes; emplazadas durante las manifestaciones iniciales del plutonismo finicretáceo.

Rocas Plutónicas

Súper Unidad Linga (K-gd-l)

Este emplazamiento magmático corresponde a los más antiguos del segmento Arequipa, dentro del área de estudio sus afloramientos están restringidos en la faja más occidental; mejor expuesta en los cuadrángulos de Cháparra y Chala; donde se prolonga al sector sur-occidental al cuadrángulo de Jaquí y también ocupan el límite sur oeste del cuadrángulo de Caravelí.

Sus afloramientos se encuentran alrededor de la súper unidad Incahuasi, la litología de esta unidad es la monzonita; pero tiene variaciones internas de monzogabro, monzodiorita, tonalita, granodiorita, monzogranito y granito. Sus contactos no son claramente definidos y expuestos; por estar cubiertos por depósitos terciarios; de rocas piroclásticas y cuaternarios; como depósitos aluviales, o por encontrarse en sectores de intensa fracturación.

Los afloramientos más conspicuos de la monzonita Linga; afloran al oeste de la pampa de Sóndor y al sur de la pampa del Toro; limite oeste del cuadrángulo de Pausa y Caravelí; en los cerros altos de Bombón donde está constituido por un núcleo hipoabisal subvolcánico (Intrusivo Volcánico Bella Unión) bordeado por un monzogranito.

La súper unidad presenta tono gris a gris claro de grano medio a grueso, con abundantes concentraciones de elementos ferromagnesianos; destacando la biotita y la hornblenda; y que por epidotización toman un tono verdoso, sobresalen los cristales anhedrales de plagioclasas y feldespatos alcalinos en cantidades abundantes.

Dentro de los plutones de Arequipa la súper unidad Linga es muy importante; puesto que su emplazamiento estuvo asociado a la mineralización de soluciones de cobre y en segundo término de hierro (Agar, 1978). Fue descrita al detalle en la quebrada Linga en Arequipa por Stewart, (1968); donde se distinguieron 3 unidades.

En el cuadrángulo de Acarí se le denomina Monzonita Cobrepampa (Caldas 1978); en donde el mineral principal es la actinolita en las vetas; en donde la diorita Acarí y la monzonita Cobrepampa podrían ser parte de una diferenciación magmática donde el mayor volumen de masas de hierro está relacionado a unidades más básicas y el cobre a las más ácidas.

La súper unidad Linga corresponde a las intrusiones más antiguas del segmento Arequipa, según las dataciones radiométricas indican una edad del emplazamiento de 97 Ma; correspondiente al Cretáceo Superior (Cobbing, 1979).

Súper Unidad Incahuasi (Ks-gd/to-in)(Ks-gd/mz-in)

Esta súper unidad está compuesta por grandes cuerpos intrusivos, que en ciertas áreas corresponden al mayor volumen del batolito (Cobbing, 1979); cuyas variaciones internas tienden a ser más gradacionales. Ubicado en el sector nor-oriental del cuadrángulo de Chaparra parte alta de la quebrada Bombón, cerro Cortaderas y la parte alta de Cachica, al noreste del distrito minero y en el cuadrángulo de Caravelí se prolonga hacia el valle del mismo nombre, donde está aflorando en forma de pequeños cuerpos dispersos y alargados; este a su vez esta intruido por la súper unidad Tiabaya, Linga y está cubierto por el volcánico Sencca.

La súper unidad está compuesta principalmente por intrusivos tonalíticos, granodioríticos y dioríticos; asignados por fases de pulsaciones magmáticas y por emplazamiento de cuerpos tardíos; dispersos y alargados con rumbo NO-SE siguiendo una zona de gran fracturamiento.

La granodiorita se presenta generalmente en forma homogénea y se presenta al norte del yacimiento y del Intrusivo Volcánico Bella Unión. Tiene un color gris claro en muestra de roca fresca; en algunos lugares se presentan xenolitos de microdiorita de diámetros de 2 a 5 cm. En la zona de estudio al noreste del yacimiento, en el cerro Cortaderas y al este de la quebrada de Bombón; en ambas márgenes, afloran una asociación de granodiorita y tonalita en forma gradacional difícil de delimitar. Las dioritas afloran irregularmente.

La súper unidad Incahuasi ocupa el tercer lugar en tiempo de intrusión del segmento de Arequipa. Dataciones radiométricas sobre estas rocas; por el método de K/Ar le asignaron una edad de 95 - 80 Ma, correspondiente al Cretáceo Superior, contemporáneo a la súper unidad Pampahuasi (Cobbing, 1979). También, las formaciones San José y Caravelí en el cuadrángulo de Caravelí; consideradas de edad Paleoceno – Eoceno yacen discordantemente sobre estos intrusivos.

Rocas Hipoabisales

Intrusivo Volcánico Bella Unión (Kms-bu)

Esta denominación fue utilizada por J. Caldas (1978), al describir importantes afloramientos de rocas sub-volcánicas en la localidad de Bella Unión (Cuadrángulo de Acarí), que regionalmente intruyen a rocas volcánicas, sedimentarias de edad Jurásico a Albiano, y a formaciones del Cretáceo inferior; éstas a su vez están intruidas por el Batolito de la Costa del segmento Arequipa, por lo que se asume un rango de emplazamiento entre 102 a 80 Ma (Cobbing 1979), entre fines del Albiano y comienzos del Cenomaniano correspondiente al Cretáceo Medio a Superior.

En el área de estudio, el Volcánico Intrusivo Bella Unión ocupa una faja continua en el cuadrángulo de Cháparra, con un rumbo que varía de E - O a NO-SE, cubriendo los sectores de Mina Calpa, curso inferior de los ríos Atico y Cháparra, de donde se prolonga a los cuadrángulos de Chala y Jaquí.

Litológicamente, el Volcánico Intrusivo Bella Unión es muy variado, pero la roca predominante es una brecha de intrusión de naturaleza andesítica o dacítica, en grandes bloques angulosos y sub-angulosos, desarrollados mecánicamente durante su emplazamiento y por erosión diferencial exhiben una morfología cavernosa, principalmente en los terrenos de fuerte pendiente. También, se encuentran otros cuerpos más básicos, tales como diabasas porfiriticas gris verdosas, constituidas por fenocristales de labradorita, olivino y piroxeno.

Estas rocas están intruidas a su vez por innumerables plutones y diques de andesitas porfiríticas con grandes fenoblastos de feldespatos en matrices afaníticas intensamente piritizadas tales como los que se exponen en la Mina Calpa y el curso inferior del río Atico.

En Calpa, la litología del Intrusivo Volcánico Bella Unión no varía, la roca predominante, es una brecha de intrusión de naturaleza mayormente andesítica afanítica, de coloraciones gris verdosas a gris oscuras de grano medio a fino;

debido a la fuerte propilitización que han sufrido estas rocas y también a la caolinización y sericitización en contacto con las vetas.

Cerca del antiguo campamento de Mina vieja, el Intrusivo Volcánico Bella Unión, esta intruido por la granodiorita Linga; siendo un contacto vertical claro.

Los minerales esenciales están conformados por 70% de plagioclasas, 10% de cuarzo y como minerales accesorios 5% de biotitas y hornblendas en cada uno, los minerales secundarios son clorita, epidota y esfena, con lo cual la muestra se le clasifica como andesita porfirítica. En las rocas dacíticas el cuarzo se encuentra en cristales euhedrales pero en menor porcentaje que las plagioclasas.

GEOLOGÍA LOCAL

Estratigrafía

En el área solo afloran algunas unidades litológicas y corresponden al Intrusivo Volcánico Bella Unión de ocurrencia anterior a los intrusivos del Batolito Jurásico – Cretácico, y a rocas intrusivas de composición granodiorítica - tonalítica que se emplazaron durante el Cretácico a Terciario y finalmente como coberturas en ciertas áreas afloran rocas volcánicas de la Formación Sencca (Figura N° 5).

Rocas Intrusivas

En Mina Calpa aflora la superunidad Incahuasi emplazada en el Cretácico Superior - Terciario Inferior y están cubiertos por volcánicos Terciarios (Foto N°3).

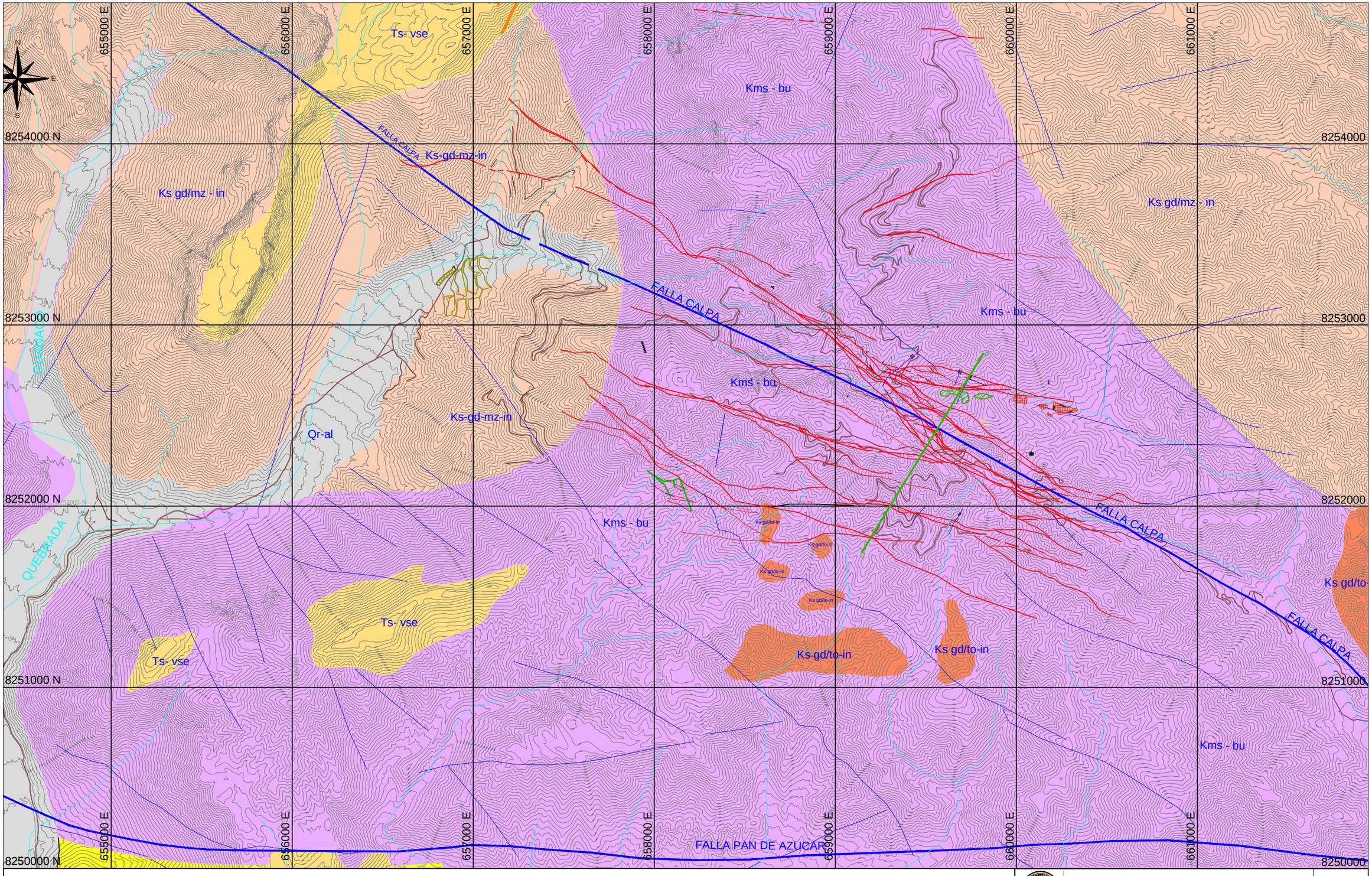
Súper Unidad Incahuasi (Ks-gd/mz-in) (Ks-di-in)

Esta superunidad se ha emplazado en el Cretáceo Superior, intruyendo al Intrusivo Volcánico Bella Unión y está cubierto con discontinuidad por el Volcánico Sencca. Está conformada por intrusivos granodioríticos, dioríticos y

tonalíticos, donde la granodiorita es la roca principal y se presenta en forma homogénea, estas rocas son de grano medio, con coloraciones o tonalidades claras (leucócratas), donde predominan las plagioclasas sobre la ortosa, cuarzo en menor proporción y los minerales accesorios están conformados por anfíboles y biotita.

Las estructuras mineralizadas reconocidas en la zona de estudio, hospedadas en esta superunidad están formadas principalmente por cuarzo acompañado por óxidos de fierro de potencias considerables, por lo contrario, al Intrusivo Volcánico Bella Unión, no fue un ambiente favorable para la deposición del oro, ya que los valores de Au son muy bajos, como el caso de los resultados de algunos muestreos que se obtuvieron en superficie, en trincheras realizadas a lo largo de un tramo de la ladera Norte de la quebrada Calpa. En la zona mineralizada de Charpas en este intrusivo; se observan trabajos de minería informal con una buena extracción de mineral de buena ley.

En la zona del campamento y en los niveles 1950 y 1700, el intrusivo está cortado por pequeños diques de cuarzo entrecruzados, y se forma un stockwork diseminado; por estos detalles esta pequeña zona es motivo de un estudio geológico más detallado y profundo.



LEYENDA

Depositos aluviales	Qr - al	Vetas		Labor Minera	
Volcanico Sencca	Ts - vse	Vetas Inferidas		Vias de Acceso	
Formacion Millo	Ts - mi	Fallas Regionales		Consecion Minera	
Formacion Hualillas	Tm - hu	Fallas Locales		Curvas de Nivel	
Incahuasi	Ks-gd/to-in	Fallas Inferidas		Eje de Seccion 0 - 0'	
	Ks-gd/mz-in	Alteracion Argilica		labor Minera	
Linga	K - gd - l	Alteracion Filica		labor Minera	
Complejo Bella Union	Kms - bu	Quebradas		labor Minera	

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

GEOLOGÍA LOCAL

U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 05

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

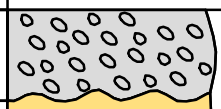
Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/20,000

JUNIO 2017

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LOCAL

ERA	SISTEMA	EDADES PISOS	EPOCA	POTENCIA (metros)	UNIDAD LITOLÓGICA	GRAFICO	DESCRIPCION LITOLÓGICA
CENOZOICO	CUATERNARIO		REC.	60	Depositos Aluviales		Depósitos de conos aluviales, terrazas aluviales, conos de escombros, de deslizamiento, depósitos coluviales, depósitos eólicos, depósitos eluviales. Componentes de arena suelta, rodado y gravas de origen volcanico e intrusivo.
	TERCIARIO	PLIOCENO	MEDIO	200	Volcanico Sencca		Tobas ignimbríticas dacíticas, riodacíticas y andesíticas de color rojizo a naranja, alterado por intemperismos, de color gris claro, blanco y amarillento; en roca fresca. Forma capas horizontales a sub horizontales con un grosor que varía entre 10 y 200 metros. Se localiza en las partes altas de los cerros formando cornisas verticales formando superficies de erosión.
MESOZOICO	CRETACEO	CENOMANIANO	INFERIOR		INTRUSIVOS / BATOLITO DE LA COSTA / Súper Unidad Incahuasi		Intrusivos granodioríticos dioríticos y tonalíticos, la granodiorita es la roca principal y se presenta en forma homogénea, estas rocas son de grano medio, con coloraciones o tonalidades claras (leurócrata), donde predominan las plagioclasas sobre la ortosa, cuarzo en menor proporción y los minerales accesorios está conformado por los anfíboles y la biotita.
		ALBIANO	SUPERIOR		HIPABISALES / Complejo Bella Unión		Andesitas porfiríticas, de grano medio a fino, de tonalidades gris verdosas; por la presencia de alteraciones hidrotermales; principalmente la fuerte propilitización. Están intruidos a su vez intruidos; por innumerables puntones y diques andesíticos porfiríticos, la cual forman verdaderos enjambres. Los minerales estan conformados por plagioclasas, cuarzo, biotitas y hornblendas, clorita, epidota y esfena. Es la roca encajonante donde se han formado yacimientos mesotermales de metales preciosos del tipo filoniano por relleno hidrotermal de fallas y fracturas sub-verticales pre-existentes

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA LOCAL

U.E.A. MINA CALPA

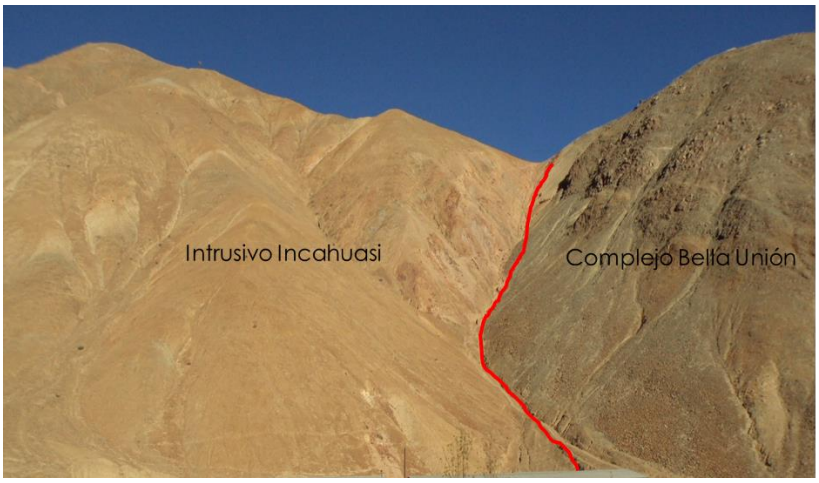
FIGURA 06

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

ESCALA : Sin Escala

JUNIO 2017



Fotografía N° 1. Contacto litológico entre las rocas volcánicas del Intrusivo Volcánico Bella Unión y las rocas intrusivas del Incahuasi, campamento U.E.A. Calpa.

Intrusivo Volcánico Bella Unión (Kms-bu)

Esta roca marca el inicio del magmatismo Andino en la zona, esta intruida por el batolito costero, e infrayace con discordancia al volcánico Sencca. En la mina Calpa conforman las rocas más antiguas, las cuales corresponden al Cretáceo, del Albiano terminal a inicios del Cenomaniano. Su emplazamiento se habría producido durante el Cretáceo Superior temprano y ha sido afectado por los cuerpos graníticos del Batolito de la Costa. Estas rocas son las encajonantes de las estructuras mineralizadas en mina Calpa y a su vez está cortada por diques andesíticos dándole la apariencia o textura de enjambres; similar a la de un stockwork.

Litológicamente, está constituido principalmente por andesitas porfiríticas, de coloraciones y tonalidades gris verdosas; por la presencia de alteraciones hidrotermales; principalmente por la fuerte propilitización que se presenta, donde el feldespato principal que es la sanidina, por argilización es alterada a caolín; y en los minerales accesorios, la biotita, esta reemplazada por la clorita; la hornblenda es rara (Fotografía N°1).

El afloramiento de este Intrusivo Volcánico hipoabisal tiene un rumbo de N 40° - 60° O, con rumbo andino, juntamente con casi todas las vetas de la mina

mantiene un rumbo paralelo. El intrusivo se extiende desde la quebrada Pozo Guanaco y Calpa, con una cota de 1400 hasta los 2500 msnm de las partes más altas de Calpa, lo cual indica una potencia mínima de 1100 m.

En la Mina Calpa, la zona de explotación principal se ha trabajado desde el nivel más profundo, con la cota 1990 msnm. (nivel 1950 – local) hasta los 2400 msnm, lo cual muestra que las labores tienen trabajos de 500 m de altura. Además, se tiene un nivel más profundo en la cota 1750 msnm (nivel 1700 – local); también ha quedado pendiente la exploración y definición del contacto con el Basamento Cristalino y con el Batolito de la Costa, y la súper unidad Incahuasi.

Volcánico Sencca (Ts-vse)

Este volcánico formado en el Plioceno medio, está conformado por una secuencia piroclástica constituida por ignimbrítas dacíticas, riodacíticas y andesíticas, sobreyace en una superficie de erosión sub horizontal en el Intrusivo Volcánico Bella Unión y el Batolito de la Costa como la súper unidad Incahuasi. (Fotografías N° 2 y 3).

Fotografía N°2. Contacto litológico entre el volcánico Sencca y las rocas intrusivas del Incahuasi, a su vez se observan los depósitos Cuaternarios como cobertura de estas unidades litológicas.

Las rocas son de color rojizo a anaranjado; producto del fuerte intemperismo en la zona, como muestra de mano fresca presenta tonos grises a amarillentos. El volcánico aflora en las partes altas de los cerros formando cornisas verticales tipo sombreros. En la zona de la mina tiene una potencia promedio de 100 metros.

Fotografía N° 3. Vista cerrada del contacto litológico entre el volcánico Sencca y las rocas intrusivas del Incahuasi.

Depósitos Recientes (Qr-al)

Los depósitos recientes son originados por la meteorización y erosión actual generalmente más antiguas, es decir rocas volcánicas e intrusivas, sus depósitos están presentes en las laderas, quebradas y cornisas de los cerros de la mina. Estos depósitos constituidos por capas de arcillas y arenas sueltas y semi consolidadas, rodados y gravas forman terrazas aluviales, las cuales se encuentran en las quebradas Calpa y Pozo Guanaco (Fotografía N° 3).

También, forman los depósitos coluviales, originados a partir de la descomposición in situ de la roca, en las laderas de los cerros, a partir de derrumbes, ellos principalmente provienen del Volcánico Sencca y en menor proporción del Intrusivo Volcánico Bella Unión.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente el área se encuentra en la zona de emplazamiento del Batolito de la Costa, la cual según Pitcher et al., (1984) siguió una faja de debilidad cortical de dirección noroeste que sigue el patrón estructural andino, producido entre el Jurásico al Terciario inferior. La intrusión batolítica está constituida por una serie de cuerpos plutónicos e hipoabisales; de diferente composición (Figura N° 7 y 8).

Fallas Importantes

A nivel regional fallas de rumbo este - oeste y noroeste, atraviesan toda la franja mesotermal de Au - Cu, considerándose las del primer sistema, las más antiguas, aunque no es fácil precisar el desplazamiento; cuando estas se cruzan. Muchas de estas fallas han sido reactivadas.

Entre las fallas más importantes en la zona de estudio tenemos:

Falla Pan de Azúcar

Es de dirección E-O en el sector sureste del cuadrángulo de Chaparra, tienen planos de falla verticales y otros planos conjugados sub paralelos. El ancho promedio es de 7 km y una longitud de 30 km.

Esta estructura afecta a las diferentes unidades de la zona como el Intrusivo Volcánico Bella Unión; en el río Atico se le encuentra rellenado por conglomerados de la Formación Millo, el movimiento de esta falla ha servido como margen de una cuenca de deposición del material conglomerádico proveniente del noreste, y luego de acumulase dentro de ella, posteriormente fue cubierto por el volcánico Sencca. Este graben se desarrolló durante la superficie de erosión y relleno del Mioceno superior hasta el Plioceno.

Falla Calpa

Es la estructura principal del yacimiento, tiene rumbo NW – SE, buzamiento al NE; a esta estructura mayor se asocian otras más pequeñas, paralelas, en las que se encuentran las vetas de la mina y se observan en la quebrada en donde se ubica la carretera de acceso a la zona de operaciones. La importancia de esta falla es que marca el contacto entre el Intrusivo Volcánico Bella Unión y el intrusivo Incahuasi en la parte NE del yacimiento ubicado en la zona de Cachica.

Zona De Emplazamiento De La Mina Calpa

Las estructuras de tipo frágil se presentan en el Intrusivo Volcánico Bella Unión como fallas y fracturas y en ellas se encuentran prácticamente todas las vetas del yacimiento. Las fallas principales se agrupan en dos sistemas:

A: de rumbo promedio N80°O y buzamientos promedio 68° NE.

B: de rumbo promedio N60°O y buzamiento promedio 65°NE.

Ambos sistemas de fallas contienen estructuras mineralizadas rellenadas por soluciones hidrotermales, cuyos afloramientos llegan hasta los 3 km de longitud; algunas de las fallas han sufrido una reactivación posterior, pero de corto desplazamiento, y muestran rellenos del material de molienda en forma de arcilla. El fallamiento es insipiente y consiste en pequeñas fallas locales de poco desplazamiento, el rumbo es similar al fracturamiento, pero de menor buzamiento, lo que ha provocado leves estrangulamientos, debido al corto desplazamiento.

Este fallamiento ha afectado en forma total a las rocas del Intrusivo Volcánico Bella Unión, y en las estructuras los materiales de relleno se encuentran alteraciones de caolinización y propilitización, provocando la disminución de la dureza de la roca y por consiguiente la han convertido en una roca poco competente.

655000 E
656000 E
657000 E
658000 E
659000 E
660000 E
661000 E

8254000 N
8253000 N
8252000 N
8251000 N

FALLA CALPA

FALLA PAN DE AZUCAR

GUANACO

QUEBRADA

65°
60°
50°
75
80°
55°
70°
80°
65°
65°
65°

LEYENDA

- Vetas
- Fallas Regionales
- Fallas Locales
- Quebradas
- Eje de Seccion 0 - 0´

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL
U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 07

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ
Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/20,000

JUNIO 2017

Otras fallas de menor importancia, son post mineralización del yacimiento, estas son de tipo dextral – sinestral, y son las causantes de desplazamientos, estrangulamientos, inflexiones y empobrecimientos de las vetas de la mina Calpa. Esta familia de fallas tiene un rumbo promedio de N30°E a N60°E, con buzamientos de 60° a 70° NW; algunas son relativamente fuertes, forman parte de las quebradas principales, denominadas geomorfológicamente como Valles Transversales.

CAPÍTULO III

GEOLOGÍA ECONÓMICA

La característica principal de las vetas de la Mina Calpa, son brechiación importante y también ramales de enlace con un sistema de fracturas paralelas y parcialmente divergentes, aparentemente relacionadas entre sí. El country rock es propitilizado con clorita, también presenta seritización, carbonatos y pirita incluidos a lo largo de las fisuras de la roca.

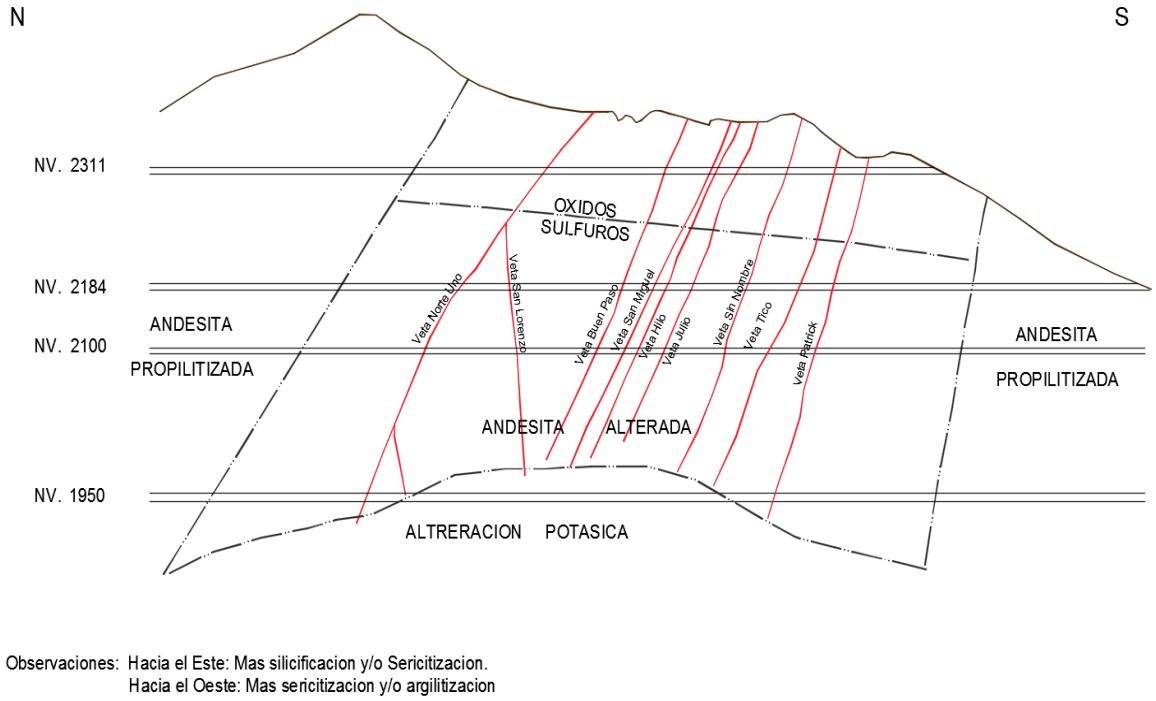
Estructuras Mineralizadas

La mineralización de Mina Calpa, son vetas con anchos desde 0.10 m., hasta ensanchamientos mayores de 1.00 m., del tipo rosario, con algunos ramales formando sigmoides. Según sus características mineralógicas, el depósito es un yacimiento epítermal de metales preciosos del tipo filoneano por relleno hidrotermal de fallas y fracturas sub-verticales pre-existentes en un campo de actividad geotérmica intensa profunda (Figura N° 8).

El tipo de mena es de oro nativo libre en los horizontes oxidados, en la zona de sulfuros el oro está asociado a la pirita. Los minerales de ganga son cuarzo opalino y jasperoide en la parte superior con calcita y algunas brechificaciones,

gradando a cuarzo granulado lechoso en los horizontes de sulfuros con calcita, abundante pirita, calcopirita, bornita y calcantita en algunas vetas. Los óxidos hematitas, limonitas, y jarositas, están en los horizontes oxidados.

Vetas como San miguel y Sin Nombre tienen alteración hidrotermal fuerte y ancha, debido a que están acompañadas por vetillas de cuarzo, muestreo que nos da hasta 1.5 gr/TM de oro en anchos hasta de 20 metros.



Observaciones: Hacia el Este: Mas silicificacion y/o Sericitizacion.
Hacia el Oeste: Mas sericitizacion y/o argilitizacion

Figura N° 8. Corte trasversal N-S, mostrando distribución de las vetas con el zoneamiento de las alteraciones hipógenas de la roca en el yacimiento Calpa (C. Rodríguez). De Norte a Sur: Veta Norte Uno – Veta San Lorenzo, Veta Buen Paso, San Miguel, Hilo, Julio Sin Nombre, Tico y Patrick.

Veta Tico

Esta veta de tipo rosario presenta considerables estrangulamientos, está localizada en la zona de Sur del yacimiento, conforma una zona de oxidación supérgena de 80 m; mantiene un rumbo promedio de N85°W y un buzamiento de 65°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.30 metros, contorneada por escaso cuarzo lechoso, con poca pirita fina granulada, pirita masiva, cristalización moderada en piritoedros, venas de calcita rosada, pirita diseminada y en venillas, venillas de calcopirita y una alteración argílica intermedia. En la zona de oxidación se encuentran limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita).

Veta Milagros

Está localizada en la zona Norte del Yacimiento, conforma una oxidación supérgena de 60 m; mantiene un rumbo promedio de S82°E y un buzamiento de 75°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.60 metros, conformada por cuarzo lechoso, pirita granulada fina puntos de calcopirita y una alteración argílica intermedia con presencia de caolinita. La zona de oxidación está formada por limonitas (Hematita, Jarosita, goethita, Limonita).

Veta San Miguel

Está localizada en la zona de Céntrica del Yacimiento, perteneciente al fallamiento regional, conforma una oxidación supérgena de 70 m; mantiene un rumbo promedio de S65°E y un buzamiento de 65°NE, con potencia de mineralización promedio de 1.0 metros, conformada por escaso cuarzo lechoso, poca pirita diseminada, puntos de calcopirita, venillas de calcita cristalizada, con un fuerte halo de alteración de las cajas producto del fallamiento regional, venillas de pirita fina, y una alteración argílica intermedia, presencia de caolinita y montmorillonita. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita).

Veta M

Está localizada en la zona de central del yacimiento, perteneciente al fallamiento tensional, conforma una oxidación supérgena con potencia de 60 m, mantiene un rumbo promedio de S65°W y un buzamiento de 55°NE, con potencia de mineralización promedio de 1.0 metros, conformada por cuarzo lechoso, poca pirita diseminada, pirita fina, puntos de calcopirita, y una alteración argílica intermedia, presencia de caolinita y montmorillonita. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita). Esta veta de tipo “rosario” presenta tramos con estrangulamiento.

Veta Celia

Está localizada en la zona de Sur del yacimiento, perteneciente al fallamiento longitudinal, conforma una oxidación supérgena con potencia de 100 m, mantiene un rumbo promedio de N88°W y un buzamiento de 68°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.6 metros, conformada por cuarzo lechoso, poca pirita diseminada, pirita fina, pirita en venillas y en parches mineralizantes, algunos puntos de calcopirita, y una alteración argílica intermedia, presencia de caolinita y montmorillonita. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita).

Veta Hilo

Está localizada en la zona de Céntrica del Yacimiento, perteneciente al fallamiento longitudinal, conforma una oxidación supérgena con potencia de 80 m, mantiene un rumbo promedio de N65°W y un buzamiento de 65°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.70 metros, conformada por cuarzo lechoso, pirita diseminada, pirita fina, puntos de calcopirita, y una alteración argilica intermedia, presencia de caolinita y montmorillonita. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita). Esta veta presenta tramos más regulares en su mineralización su estrangulamiento no es muy considerable.

Veta San Lorenzo

Está localizada en la zona de Norte del Yacimiento, perteneciente al fallamiento tensional, conforma una oxidación supérgena con una potencia de 60 m, mantiene un rumbo promedio de N68°W y un buzamiento de 70°SW, con potencia de mineralización promedio de 0.30 metros, contorneada por escaso cuarzo lechoso, con poca pirita fina granulada, pirita masiva, venas de calcita rosada, pirita diseminada y en venillas, venillas de calcopirita y una alteración argílica Intermedia. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita).

Veta Norte Uno

Está localizada en la zona de Norte del Yacimiento, perteneciente al fallamiento Longitudinal, conforma una oxidación supérgena con potencia de 70 m, mantiene un rumbo promedio de N66°W y un buzamiento de 50°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.50 metros, conformada por cuarzo lechoso, pirita fina granulada, pirita masiva, venas de calcita rosada, pirita diseminada y en venillas, venillas de calcopirita y una alteración argílica Intermedia. Esta veta de tipo “rosario” presenta tramos con estrangulamiento. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita).

Veta Norte Dos

Está localizada en la zona de Norte del Yacimiento, perteneciente al fallamiento tensional, conforma una oxidación supérgena con potencia de 70 m, mantiene un rumbo promedio de N55°W y un buzamiento de 65°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.60 metros, conformada por cuarzo lechoso, pirita fina granulada, pirita masiva, venas de calcita rosada, pirita diseminada y en venillas, venillas de calcopirita y una alteración argílica intermedia. Presenta tramos de considerable estrangulamiento. En la zona de oxidación se observan limonitas (Hematita, jarosita, goethita, limonita).

Génesis del Yacimiento

El oro está contenido en el cuarzo, en la pirita y mayormente en la calcopirita, en forma molecular y posiblemente atómica. Esta es la conclusión de las secciones púlidas, que nos indica que durante la deposición de pirita y otros sulfuros, el oro ha sido absorbido desde las soluciones coloidales en varias proporciones sobre la superficie de los sulfuros, pero no íntegramente dentro del mineral; teniendo en cuenta estas condiciones podríamos decir que el oro a migrado en suspensión coloidal, en solución, depositándose al final del periodo de mineralización, siendo absorbido en parte sobre sulfuros. Uno de los muchos factores que causaría de la coagulación oro - sol, sería el escape de ciertos volátiles tales como el CO_2 y el H_2S, siendo probablemente el más importante y principal estabilizador el

depósito de la sílice, de manera que cuando el volumen de la sílice es depositado, el oro también sería precipitado.

En consecuencia, no creemos que el oro fue contenido en las emanaciones, separado de un magma residual silicatado, probablemente después de la neutralización de las emanaciones ácidas, el oro recurre como un sol, estabilizado por la presencia de H2S Na2S y sílice, persistiendo esta forma hasta el final del periodo depósito.

Después de la cristalización de los silicatos, el magma residual ha consistido principalmente de aguas volátiles, con mucha sílice y varios metales densos. La reacción es ácida y la separación es efectuada por un proceso de ebullición, aumentando la presión rápidamente. Los ácidos son prontamente neutralizados o pasan a alcalinos por contacto con las rocas vecinas y ascienden hacia la superficie, quizá impedidos por la presión del gas desde abajo. La reacción con el country rock continúa y se inicia al depósito de mineral. Cuando la solución alcanza el estado de las aguas meteóricas subterráneas, mayor reacción tiene lugar, teniendo las soluciones a mezclarse con tales aguas, originando un depósito característicamente epítermal.

CAPÍTULO IV

GEOLOGÍA DE LA VETA PATRICK

Mineralogía

Está localizada en la zona de Sur del yacimiento, perteneciente a la segunda fase de mineralización de la mina Calpa, la conforma una zona de oxidación supérgena con una de influencia de 50 metros desde superficie a profundidad; mantiene un rumbo promedio de N 45°W y un buzamiento de 70°NE, con potencia de mineralización promedio de 0.30 metros, de textura brechada, de relleno, boxwork y granular en todas constituida por óxidos de fierro como cementante de la veta: limonitas (FeO (OH) nH2O), hematita (Fe2O3), goethita (HFe O2), ocasionalmente jarosita (KFe3 (SO4)2(OH)6), cuarzo oqueroso.

Al cruzar este tramo de oxidación pasamos la zona de sulfuros en la cual la estructura mineralizada tiene una textura masiva y bandeada formada por cuarzo blanco, pirita, también se observan puntos diseminados de bornita, calcopirita en poca cantidad <1%, y un halo de alteración argílica como contacto entre la roca caja y la veta con potencia de 0.10 metros pasando a un tramo de fuerte silicificación.

Es una estructura típica rosario con presencia de lentes mineralizados de alta ley (> 33 gAu/Tm), que a medida que nos vamos alejando pierden potencia y se evidencia la ausencia de la mineralización económica mostrándose estrangulada matriz arcillosa oxidada el caso de la oxidación y arcillas blancas y diseminación de sulfuros (pirita), en la zona de sulfuros con halos de alteración argílica y moderada silicificación.

Entre la zona de contacto o límite de los óxidos y sulfuros existe una zona de concentración de arsénico, bornita, calcopirita parte de sulfuros primarios, que difiere de las otras vetas como Tico o Celia en su bajo contenido de estos metales, lo cual pueda deberse a que nos ubicamos en los extremos de la mineralización económica.

Se realiza una clasificación general de la mineralización de las vetas que forman el yacimiento aurífero de Calpa en base a sección delgada realizada para su estudio.

Oro

La arsenopirita, pirita y pirrotita en general tienen una importancia muy especial en la metalurgia del oro. Por un lado, son estos minerales los portadores del metal precioso y por el otro en muchos casos estos minerales se escapan con una considerable fracción del oro total a los relaves. Por eso es de suma importancia determinar el correspondiente portador del oro (sulfuro) en la mena.

En Calpa tenemos que diferenciar el contenido total del oro de cualquier muestreo (la ley en g Au/t) en oro visible en invisible.

El límite para estas definiciones es 0,1 µ, en Calpa ocurre el oro visible como oro nativo con una fracción de aproximadamente 70% del oro total en las siguientes formas:

- Como partículas de oro nativo libre.
- Como inclusiones en la Pirita.

- Como micropelículas o micro-revestimientos cristalinos que cubren las caras de los agregados de Pirita.
- Como relleno de microfracturas o microvenillas en la Pirita.
- Como relleno de espacios intergranulares e intersticiales en la Pirita

Pirita

La Pirita I es el primer producto de las soluciones hidrotermales, o sea de los últimos productos de la fase residual de un magma sub volcánico. Esta piritización consiste en la formación de pirita diseminada mayormente cristales idiomorfos hasta subidiomorfos en la roca encajonante con adición de sulfuro con contenido de ± hierro. Eventualmente contribuyen a la formación de estas piritas el hierro proveniente de la alteración de los máficos de la roca encajonante (en Calpa especialmente de los procesos de la seritización y de la argilitización).

La generación Pirita II, está ubicada sobre toda la extensión de las vetas, pero presentándose en la zona central en forma de cristales considerablemente más grandes que en los extremos de las estructuras mineralizadas. Este fenómeno es causado por un lado por la mayor velocidad de cristalización por una diferencia de temperatura en los extremos de las vetas, (entre solución entrante y roca encajonante), más elevada que en la zona central. Aquí se forma la Pirita II solamente los núcleos de los cristales, la Pirita III en los contornos, además la Pirita III cubre las fisuras de la Pirita II que han sido originados por movimientos tectónicos inmediatamente después de la cristalización de la Pirita II. La generación II es casi siempre afectado por eventos de cataclasis. Una cataclasa indica siempre a las soluciones reemplazantes el camino de penetración y acelera su efecto como reemplazante se ha considerado sobre todo a la calcopirita y oro nativo.

La Pirita III**,** se ha formado inmediatamente después de la generación II, aparentemente en un ambiente levemente ácido, cuando las concentraciones de Fe-As-S-Au permitieron una co-precipitación, mientras que las cataclasas habían facilitado la entrada de las soluciones reemplazantes.

La formación de los contornos zoneados degrada desde el supuesto ascenso de las soluciones mineralizantes hacia los extremos Pirita I Pre-fase (pre mineral de la mena) agregados cristales individuales piritoedros y cubos, de +300 µ, se caracteriza por tener mayor ocurrencia en la zonas de alteración en la roca encajonante y también en la ganga.

Pirita IV que es la fase posterior, con cristales individuales hasta idiomorfos, cubos mayormente en pequeños en cristales, la pirita IV significa el término de la mineralización de los sulfuros junto a la zona central.

Calcopirita

El segundo mineral en importancia (frecuencia y volumen) es la Calcopirita, aparece casi exclusivamente en la zona central y se halla siempre después de la Pirita II y III como reemplazante de ellas. Aquí entra desde microfacturas o también de los contornos. Nunca se han observado cristales idiomorfos sino siempre agregados en forma elongada o en mancha. La calcopirita frecuentemente incluye pequeñas partículas de tetraedrita/ tennantita argentífera de 0,5 µ a 50 µ. La mayor presencia de la calcopirita es observada entre los niveles 2143 y 2100, en Calpa siempre es en la parte Central.

Se supone este mineral en las labores como indicio muy favorable para una buena concentración de oro, aunque nunca está íntimamente ligada con el oro mismo. Parece que su lugar paragenético es algo más tardío que el oro en la fase "noble" de los sulfuros y limitado como toda esta fase a la zona Central. A veces sus partículas muestran gemelos lamelares aparentemente originado por presión durante el crecimiento.

En la Zona de Oxidación de Calcopirita se descompone bajo la influencia del oxígeno a óxido de hierro, covelita y calcosita. En la Zona de Cementación (o Zona de Enriquecimiento Secundario) la calcopirita es transformada en bornita, covelita y calcosita. La ley de cobre total del mineral extraído llega a 0,1% proviniendo la mayor parte de la Calcopirita. Los concentrados con 85-90% de sulfuros, arrojan 0,7% de cobre.

Bornita, Covelita, Calcosita

En Calpa estos tres minerales son de origen secundario (supérgeno). La Calcopirita está afectado cerca de la superficie por los efectos de la atmósfera.

La descomposición comienza casi siempre con la formación de una película delgada de calcosita o covelita alrededor de la calcopirita. Pero la mayor fracción del cobre es llevada en solución hacia la napa freática y ahí en su superficie es precipitado nuevamente.

Finalmente queda en la zona de oxidación algo de cobre como: Malaquita, como en Calpa los Carbonatos son pocos este mineral es insignificante.

El proceso de cementación (enriquecimiento secundario) procede siempre en un sólo sentido de las soluciones cupríferas provenientes de la zona de oxidación, se precipita el cobre formándose así, de minerales pobre en cobre a minerales más rico en cobre, de bornita se forma covelita y de éste mineral calcosita. Los tres minerales se encuentran en otra franja de aproximadamente 100 metros por debajo de la superficie. Como los tres minerales son cianicidas la explotación en esta zona es selectiva y en cantidades pequeñas.

Minerales Accesorios

El mineral de mayor importancia de este capítulo es la Tetraedrita / Tennantita, portadora de la plata en Calpa. Este mineral aparece como reemplazante de la calcopirita y de la pirita en la zona central de Calpa y de la pirita, junto con algo de galena y esfalerita en los extremos de la mineralización.

Se ha observado partículas de 0,5 - 50 µ (más frecuente son las inclusiones pequeñas). La tetraedrita / tennantita se forma en Calpa de las soluciones hidrotermales con menor concentración de hierro, o sea pertenece a las precipitaciones más jóvenes.

La galena, esfalerita y marcasita no tienen ninguna importancia en Calpa. Su contribución a los sulfuros totales es mínima, en suma menor del 1% pero todos

los minerales accesorios en conjunto. Los cuatro minerales mencionados se ubican con preferencia en la parte de menor temperatura de las soluciones, o sea en los extremos de las vetas en Calpa y fuera de la Zona Central.

Alteraciones Hidrotermales

(Bates and Jackson, 1980) define alteración como: “Cualquier cambio en la composición mineralógica de una roca producido por medios químicos o mecánicos, especialmente por la acción de soluciones hidrotermales”.

En el yacimiento de Calpa tenemos como roca encajonante al volcánico andesítico perteneciente al Intrusivo Volcánico Bella Unión en las que se observan estos cambios físico-químico y mineralógico de estas rocas iniciales.

Según, Rodriguez F. C., (1993) en Calpa existe un zoneamiento horizontal de las alteraciones de las rocas, empezando con una fuerte sericitización en las cercanías de las vetas y alejándose de las estructuras con una coloración gris claro con tonalidades verdosas es la argilización intermedia y hacia el exterior en donde la roca tiene una coloración verde oscura en el cual se puede reconocer a simple vista pequeñas biotitas y epidotas en la zona de la propilitización. También se ha determinado un zoneamiento vertical desde arriba (superficie) hacia abajo (en profundidad). Estos son la silicificación, sericitización y la alteración potásica.

En la zona con mayor contenido de mineralización económica se observa una fuerte sericitización y del mismo modo la mineralización alta (con contenido aurífero), suele estar acompañada de la silicificación sericitización principalmente.

Las alteraciones hidrotermales de sericitización y argilización intermedia son contemporáneas pero con una diferencia que la segunda continúa todavía mientras que la primera ha cesado.

Alteración Sericítica

Es el producto de la transformación mineralógica de las plagioclasas, feldespatos potásicos debido a las condiciones físico-químicas de las soluciones hidrotermales (pH, T, P, Presión de S2, Presión de O2). Las zonas de alteración tienen un aumento en el pH desde la parte interna hacia el exterior. Durante la mineralización las soluciones hidrotermales al inicio y al final fue levemente alcalino debido a la presencia de carbonatos en los extremos este y oeste de las vetas en horizontal y vertical, mientras que las soluciones ácidas fue entre las dos fases por el predominio de cuarzo en las zonas mencionadas, como consecuencia de la disminución de pH en esta etapa.

Alteración Argílica Intermedia

Los minerales predominantes son la caolinita, montmorillonita, cloritas y biotitas. Este tipo de alteración se encuentra ubicado entre las rocas propilitizadas y las sericitizadas que son las más alteradas en este yacimiento. La alteración se desarrolla en rocas que tienen componentes como el Na, Ca (feldespatos) y muestra generalmente un zoneamiento en sí, con más caolinita hacia la parte interna y las sericitas y biotita, montmorillonita hacia la parte externa.

Alteración Propilítica

Alteración en que las rocas no han sufrido mayores cambios a excepción de la sustitución de sílice por carbonatos, siendo la característica principal de esta alteración la formación de plagioclasas (albita), cloritas, epidotas, carbonatos y biotitas, conteniendo en otros casos óxidos de fierro, pirita y sericita. La alteración comprende grandes volúmenes de roca y es la parte exterior de todo un complejo alterado pasando luego a roca fresca.

En Calpa las andesitas propílitizadas son muy uniformes sobre una zona más extensa en donde se reconoce a simple vista pequeñas biotitas y epidota en contraste con las andesitas sericitizadas que presentan grandes cambios sobre pequeñas distancias.

Silicificación

Es la introducción y redistribución de cuarzo secundario en la roca encajonante y está íntimamente ligado a la deposición de los sulfuros en la veta, teniendo aquí leyes de oro por lo general alto.

Alteración Potásica

Esta es reconocida en la parte inferior del yacimiento que es el nivel 1950 en donde se observa el feldespato potásico (ortoclasa) de color rojo claro, venillas de calcita, biotita, clorita y venillas de pirita con algo de calcopirita. La alteración potásica cambia bruscamente a roca fresca en profundidad. Seguidamente se menciona las piritización y silicificación que son alteraciones respecto a las formaciones de diversos minerales.

Piritización

En este yacimiento es común y se presenta en la zona de sericitización y en parte, en la roca encajonante. Esta pirita por lo general contiene muy poco oro y aumenta hacia profundidad y a los extremos de las estructuras.

Para la formación de esta pirita, el fierro proviene mayormente de la descomposición de los silicatos ferrosos, mientras que el azufre es introducido.

Zoneamiento

Es indudable que la zona oeste presenta un cambio mineralógico distinto al lado este, acompañado principalmente de una fuerte disminución de sus valores auríferos, tanto en profundidad como en longitud, el pitch del cuerpo mineralizado como hacia abajo y lateralmente presenta variación en proporción de los minerales, probablemente se debe a las soluciones que han subido, sufrieron una fuerte influencia más que ha perturbado los flujos evitando la concentración uniforme.

Se puede distinguir dos tipos de zoneamiento, el primero obedece a las condiciones netamente endógenas donde la distribución del oro es domal, con áreas económicas a ambos lados y sobre el núcleo estéril. La distribución de los minerales dentro de este zoneamiento es con mayor cuarzo hacia el oeste y mayor pirita con calcopirita hacia el este, los valores de cobre hacia el lado este del yacimiento van aumentando en profundidad y menor o ínfima cantidad hacia el lado oeste. El comportamiento del oro a lo largo del zoneamiento de las vetas de la Mina Calpa es variable (errática), pudiendo tenerse valores muy altos al lado de otros muy bajos. Con respecto a la plata la razón Au/Ag esta entre 0.2 a 0.3, observándose que el contenido de plata en la zona oeste es mayor que la zona este.

El otro zoneamiento se debe principalmente a condiciones exógenas y se caracteriza por la existencia de dos zonas con sus minerales característicos: la zona de óxidos que llega hasta los 50 m de profundidad, y la zona de sulfuros debajo de la anterior. Los óxidos son de origen secundario y los sulfuros de origen primario

Paragénesis

Después de la formación de las primeras fracturas pre-minerales, las soluciones hidrotermales las invadieron y circularon a lo largo de ellas, precipitando enseguida los diferentes minerales.

La secuencia paragenética de la Mina Calpa en un primer ciclo inicial, se precipito principalmente cantidad de cuarzo blanco en la parte central de sus vetas, luego esfalerita y tetraedrita en pequeña cantidad, después calcopirita seguida de gran cantidad de pirita oscura con oro (pirita 1), seguida de oro, electrum y al final calcita rosada. La constitución de este ciclo inicial de precipitación debe haberse efectuado a una temperatura correspondiente a la epítermal y en un tiempo relativamente breve (Figura N° 9).

Al disminuir la temperatura se consistió en un segundo ciclo o ciclo tardío, constituido principalmente por cuarzo lechoso y pirita clara sin oro (pirita2) en

gran cantidad, luego marcasita y finalmente calcita. La temperatura en la que se precipito este ciclo correspondía a la epítermal superior, pero en el tiempo relativamente más largo que el ciclo anterior, por esta razón existen cristales de pirita y también de cuarzo.

Posteriormente a la mineralización hubo un pequeño desplazamiento inverso de fallas, produciendo molienda de la pirita en los contactos con la roca caja esto se puede observar en la mayoría de sus vetas principales, debido a esto el panizo formado es negro y contiene partículas de pirita diseminada.

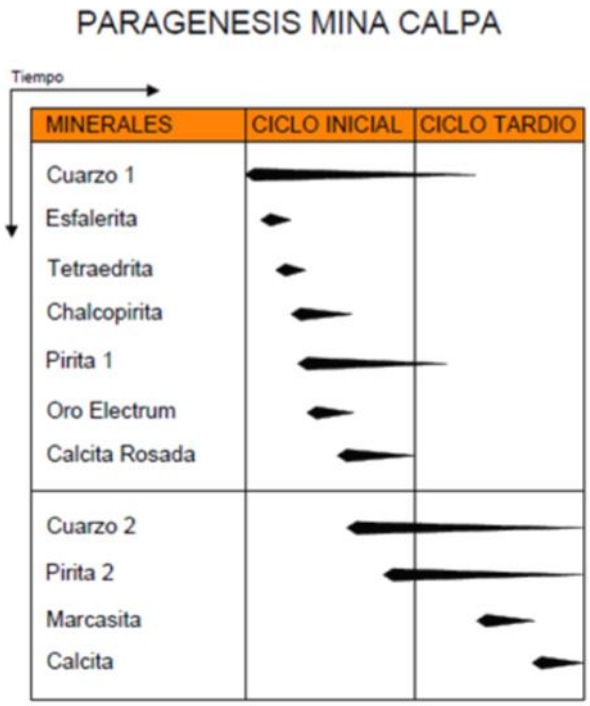


Figura N° 9. Evolución paragenética del yacimiento aurífero Calpa extraída de informe geológica de la U.E.A. Calpa elaborado por el Departamento de Geología.

Isovalores

Uno de los métodos usados que nos han servido para orientar, direccionar y/o proyectar las exploraciones en esta estructura para la ganancia de recursos y reservas de mineral aurífero, son los isovalores de oro, con el cual hemos identificado la tendencia de la dirección de los flujos mineralizantes del yacimiento, y en particular en la veta Patrick. Entre ellas las más importantes por su longitud Veta Celia, Veta San miguel, Veta Tico.

Se ha elaborado en primera instancia los isovalores de estas vetas indicadas, armando una base de datos, compilando información antigua de muestreos sistemáticos de galerías, chimeneas principalmente y en algunos casos hemos usado datos de tajos, debido a la erraticidad que muestran en la continuidad de la mineralización económica.

En el caso de las galerías los datos han sido tomados cada 2 metros, en chimeneas el espaciamiento es de 1 metro y las muestras tomadas en las labores de explotación se han recolectado cada 3 metros.

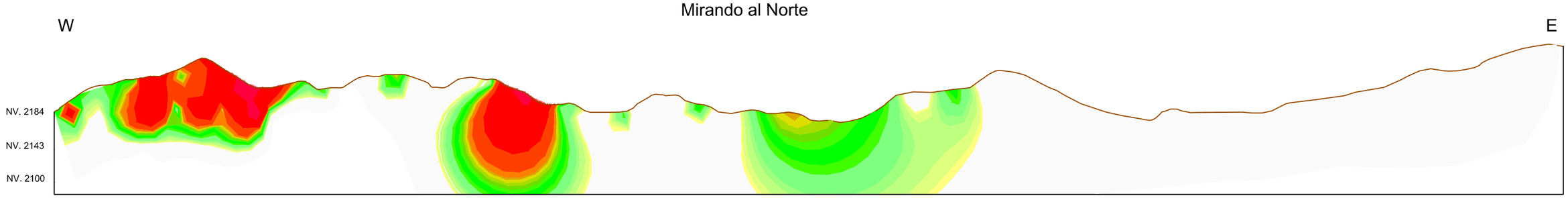
El proceso de interpolación espacial consiste en la estimación de los valores que alcanza una variable Z en un conjunto de puntos definidos por un par de coordenadas (X, Y), partiendo de los valores de Z medidos en una muestra de puntos situados en el mismo área de estudio.

En este caso para elaboración de los isovalores en el software SURFER las muestras geoquímicas serán codificadas con la letra Z ya que son nuestras variables, las coordenadas Este y Norte de cada una de estas muestras serán indicadas como coordenadas (X, Y) respectivamente.

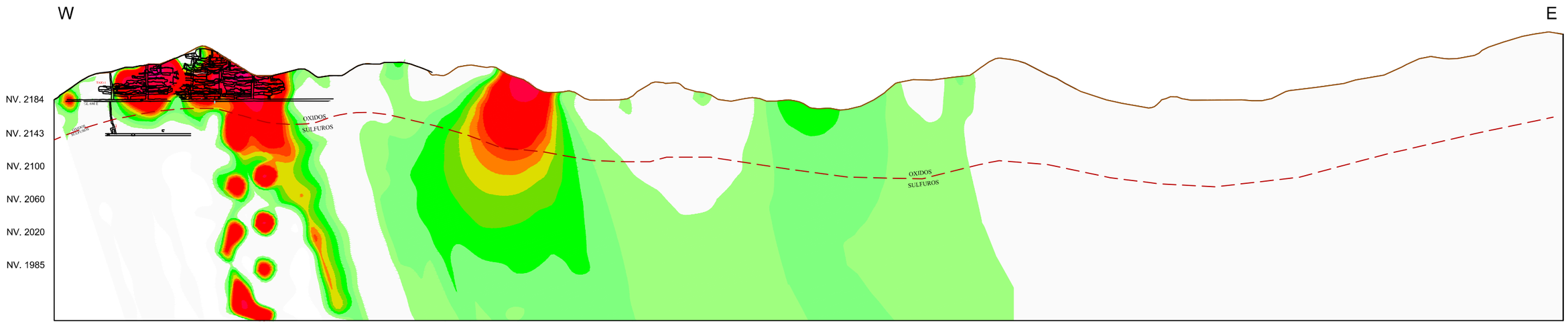
El proceso de interpolación espacial consiste en la estimación de los valores que alcanza una variable Z en un conjunto de puntos definidos por un par de coordenadas (X,Y), partiendo de los valores de Z medidos en una muestra de puntos situados en el mismo área de estudio con lo cual se tendrá una representación gráfica del modelo de los fluidos mineralizantes en las vetas de la mina Calpa y tomarlas como ejemplo para la interpretación y generar un modelo de la tendencia de la mineralización de la Veta bajo estudio Patrick.

Godel y Petersen (1974), nombran o dan una idea de las direcciones de los flujos mineralizantes que en su mayoría son verticales e inclinados pero muy pocas veces se han observado fluidos mineralizados horizontales.

Sección Longitudinal Veta Patrick
Mirando al Norte



Secion N° 1 . Corte longitudinal de la veta Patrick, isovalores de oro elaborados con muestreo superficial. Trabajos exploratorios previos al desarrollo de laboreo minero subterráneo



Secion N° 2 . Corte longitudinal de la veta Patrick, isovalores de oro elaborados con muestreo de las labores subterráneas de exploración y preparación.

Escala de colores
g Au/Tm

- > 10 g Au
- 8 - 10 g Au
- 6 - 8 g Au
- 2 - 6 g Au
- 0 - 2 g Au

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE AREQUIPA

ISOVALORES VETA PATRICK
(AU)
U.E.A. MINA CALPA

FIGURA
10

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM:
SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/5,000

JUNIO 2017

Este muestreo fue realizado en dos fases iniciando en el lado oeste donde en el afloramiento de la estructura mineralizada se caracteriza por un fuerte halo de alteración argilica – sericitica tanto en la roca caja como en los bordes de la veta. Y en una segunda fase la exploración se extendió hacia la zona este en la que se tiene mayor cobertura de material coluvial y aparentemente la veta estaría afectada estructuralmente por fallas de rumbo.

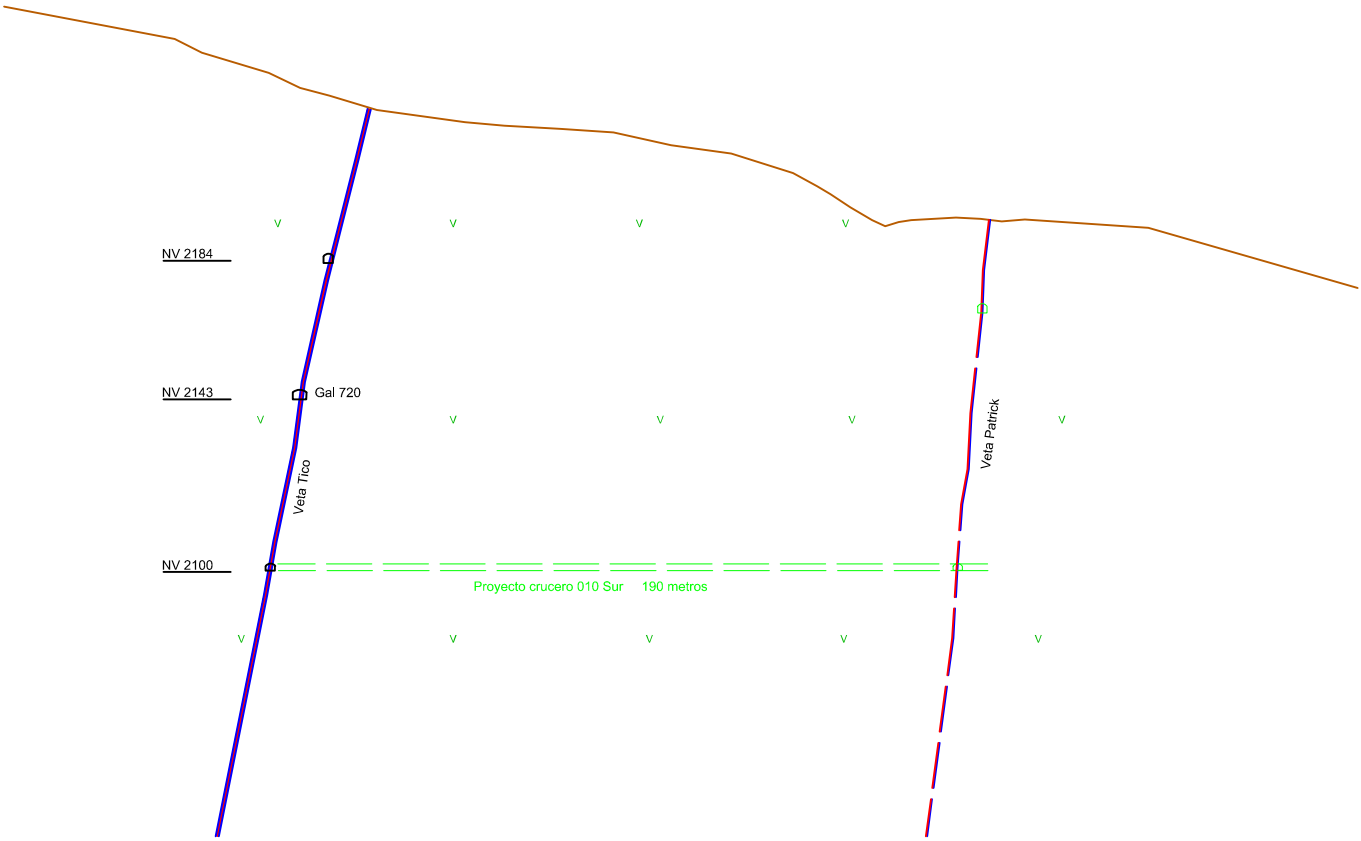
En muestreo superficial los isovalores se distribuyen de oeste a este en tres zonas de fuerte anomalía de oro mostrando un área intensa (valores altos en oro), al oeste, luego en el centro las anomalías son intermedias y finalmente al Este esta anomalía va degradándose (valores bajos o marginales de oro), con lo que indicarían una tendencia de disminución de la mineralización (Figura Nº 10, Sección 1).

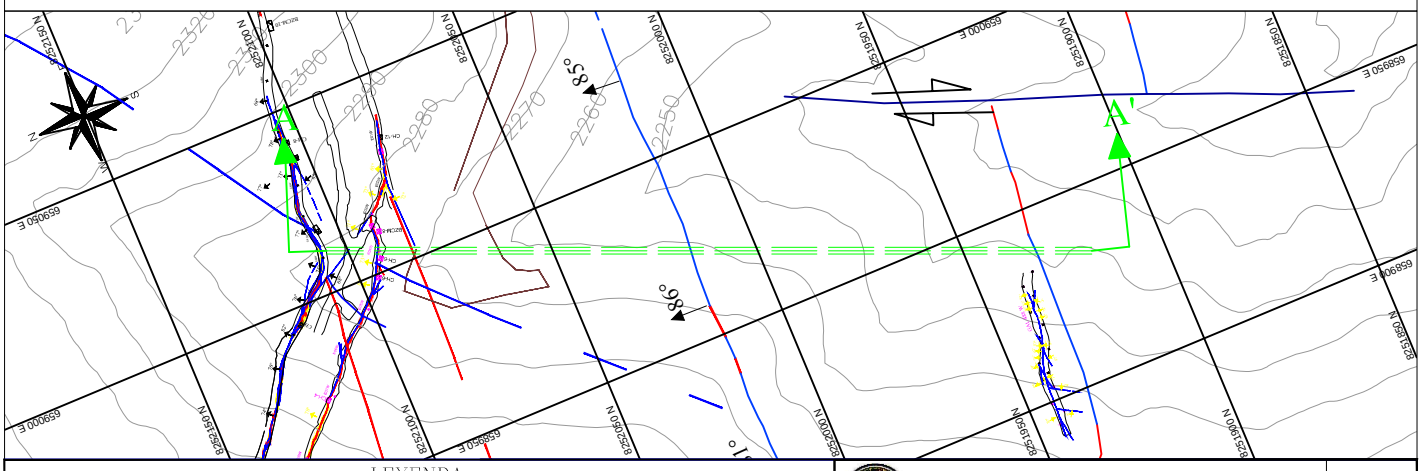
En la segunda sección de isovalores elaborado con los muestreos tanto de superficie como los obtenidos en las labores mineras: galerías, chimeneas y tajos que corresponden a las fases de exploración y explotación, se obtiene un escenario similar, en donde se continúan distinguiendo tres zonas anómalas fuertes al oeste, reflejando centros de alta ley y marginales hacia el este, con una tendencia del flujo mineralizantes más evidente, donde se observa una ligera inclinación de las isolineas hacia el lado este de la veta remarcando un posible foco mineralizante en la zona oeste y central, por lo cual la hipótesis de la existencia que los flujos de mineralización sean de Oeste a Este, desde un foco central de manera vertical, que continua hacia las partes altas de la veta de manera horizontal y que haya sido enriquecido por procesos supérgenos.

El lado este de la veta en los isovalores no se muestran focos de mineralización económica resaltantes, esto se debe a la cantidad de muestras que se han tomado en este tramo de la veta y a sus valores de oro que no son alentadores, por lo que se debe de realizar una malla geoquímica con un espaciamiento de muestras reducido (Figura Nº 10, Sección 2).

NE SW

SECCIÓN MIRANDO AL ESTE





LEYENDA

- Volcánico Andesítico (Formación Bella Unión)
- Falla Inferida
- Falla Comprobada
- Estructuras vetiformes proyectadas
- Estructuras vetiformes
- Alteracion Arg
- Buzamiento
- Curvas de nivel
- Labor subterranea

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

VETA PATRICK
PROYECTO NIVEL 2100 CRUCERO 010 SUR

FIGURA 11

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/2,000

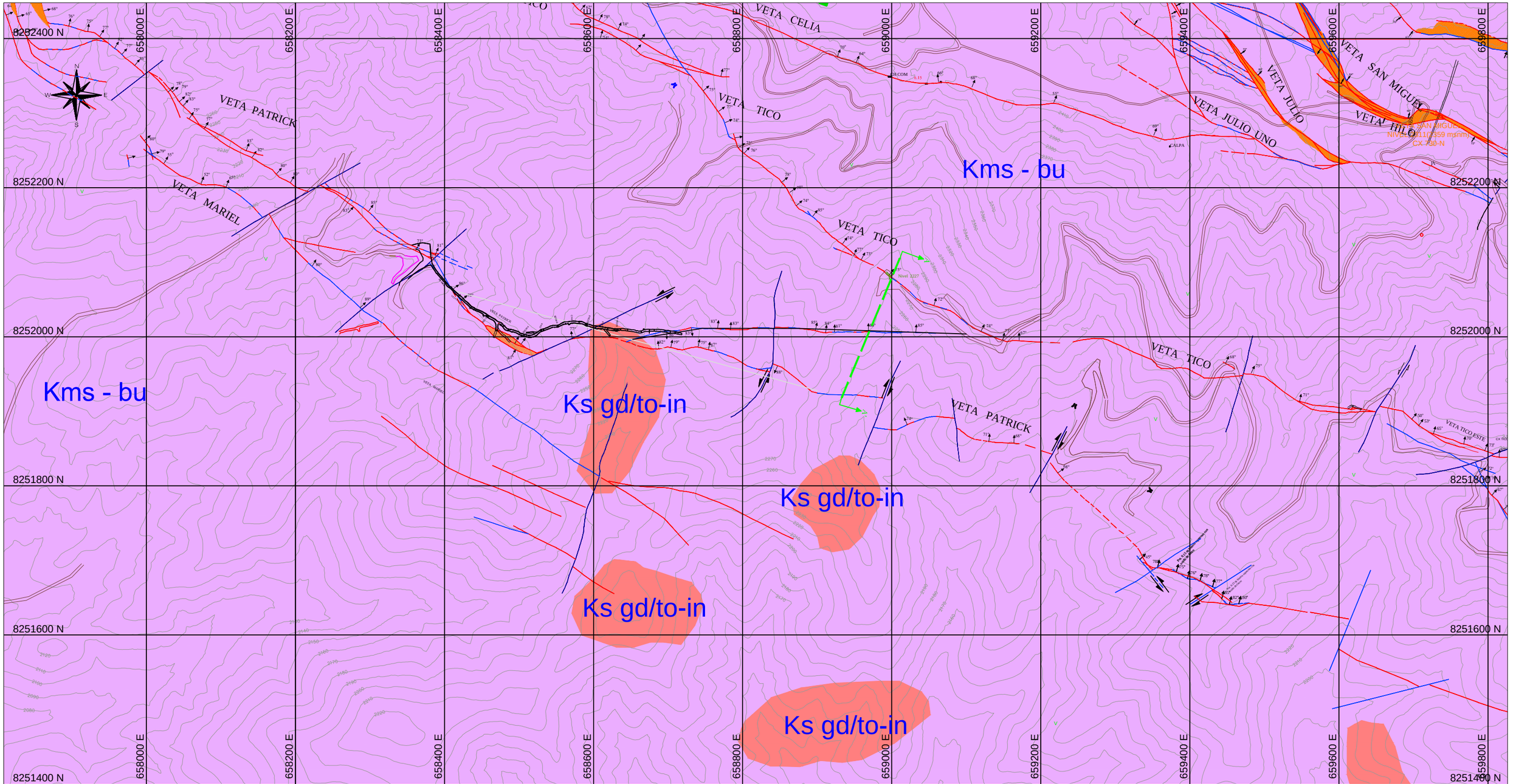
JUNIO 2017

Controles de la Mineralización

Control Mineralógico

Se debe diferenciar de acuerdo a dos zonas reconocidas: en la zona de óxidos, mineralización supérgena que se puede ligar a la presencia cuarzo sacaroideo, o cuarzo lechoso fracturado con fracturas rellenas de jarosita – limonita debido a que las zonas de mayor ley de oro se encuentran cuando la presencia o la concentración de estos óxidos es mayor a la de hematita o goethita. En la zona de sulfuros mineralización hipógena se puede ligar a la presencia de la Pirita aurífera, (pirita que encapsula al oro) que se caracteriza por tener una coloración gris oscura, también existe una relación directa entre el cobre y el oro; mientras haya más cobre los valores de oro son más altos, la calcopirita es el mineral representativo.

Fotografía N° 4. Izquierda, Tajo 620 E, nivel 2184 veta formada por óxidos de fierro jarosita – limonita – hematita, arcillas blancas y cuarzo blanco fracturado. Derecha nivel 2143 Galería 481 E, correspondiente a la zona de sulfuros estructura de textura masiva con cuarzo blanco, bandas de pirita de grano medio y escasa calcopirita.



LEYENDA

- Volcánico Andesítico (Formación Bella Unión)
- Granodiorita-Tonalita (Superunidad Incahuasi)
- Contacto Geológico Interpretado
- Falla Inferida
- Falla Comprobada
- Estructuras vetiformes proyectadas.
- Estructuras vetiformes.
- Argilización
- Buzamiento
- Curvas de nivel
- Vias de acceso
- Labor subterranea
- Eje de Seccion

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN AREQUIPA

GEOLOGÍA SUPERFICIAL VETA PATRICK

U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 12

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/5,000

JUNIO 2017

N

W E

S

658400 E

658500 E

658600 E

658700 E

8252100 N

8252100 N

8252000 N

8252000 N

8251900 N

8251900 N

GL - 680 E

VETA PATRICK

VETA RAMAL PATRICK

GI 680 E

LEYENDA

- V V V Volcánico Andesítico (Formación Bella Unión)
- X X X Granodiorita–Tonalita (Superunidad Incahuasi)
- Contacto Geológico Interpretado
- Falla Inferida
- Falla Comprobada
- Estructuras veliformes proyecciadas.
- Estructuras veliformes.
- Sericilizacion
- Argilización
- Buzamiento
- Labor subterranea
- Eje de Seccion

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

VETA PATRICK

GEOLOGÍA NIVEL 2184

U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 13

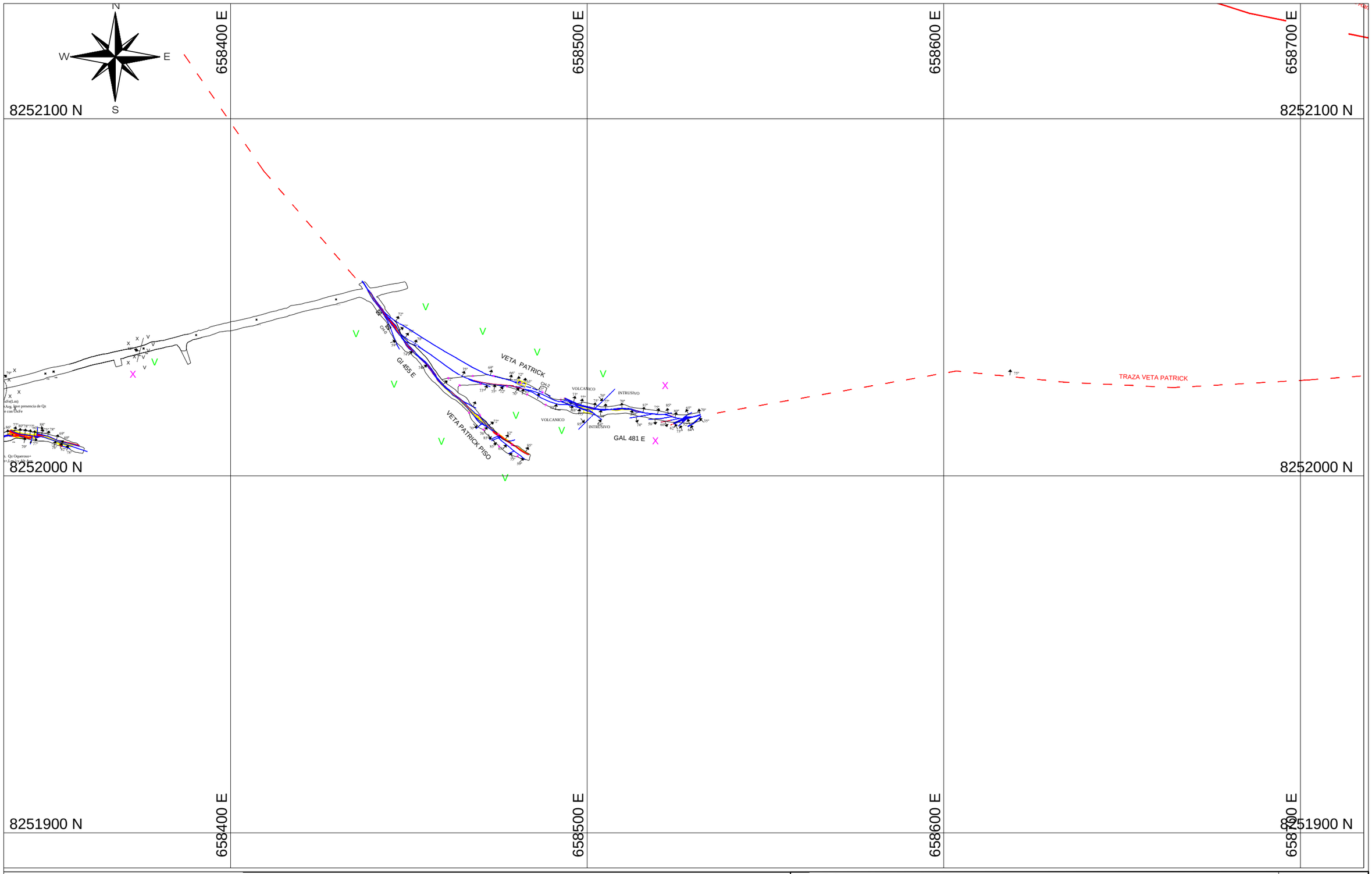
REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1/1,000

JUNIO 2017



LEYENDA

- Volcánico Andesítico (Formación Bella Unión)
- Granodiorita–Tonalita (Superunidad Incahuasi)
- Contacto Geológico Interpretado
- Falla Inferida
- Falla Comprobada
- Estructuras vetiformes proyectadas.
- Estructuras vetiformes.
- Sericitizacion
- Argilización
- Buzamiento
- Labor subterranea
- Eje de Seccion

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

VETA PATRICK

GEOLOGÍA NIVEL 2143

U.E.A. MINA CALPA

FIGURA 14

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1,000

JUNIO 2017

En el caso de la veta Patrick en el avance realizado en el nivel 2143 netamente sulfuros se ha presenciado una pirita cubica de grano grueso de coloración amarilla oscura la cual no evidencia valores económicos altos más que marginales.

La determinación de los controles de mineralización se ha realizado para las vetas con fallamiento longitudinal. Las vetas mineralizantes siguen la línea del contacto, inclusive las inflexiones del mismo. El fallamiento Longitudinal, que permitió el ascenso de las soluciones mineralizantes que formaron las vetas de pirita aprovechando los contactos fallados existentes. (Figuras N° 12, 13 y 14).

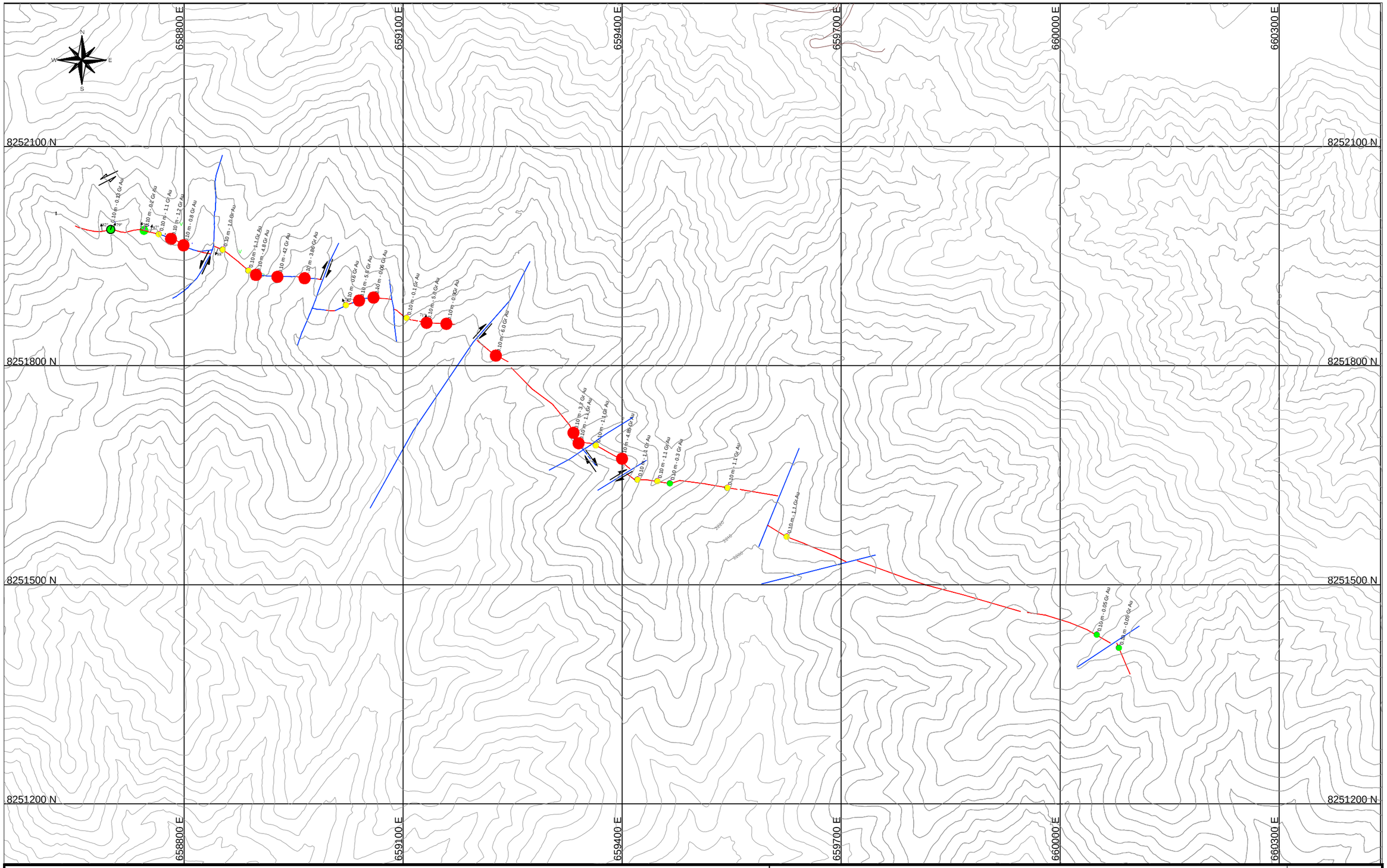
Control Estructural

Se puede observar tanto en superficie y en interior mina nivel 2184 y la inflexión de la veta provocada aparentemente por una falla que realiza un desplazamiento longitudinal de la veta Patrick en donde se forma una bolsonada y a partir de este punto se obtiene valores económicos de oro. Por lo que se le considera como control estructural (Figuras N° 12, 13 y 14).

Muestreo Sistemático

Este procedimiento esta normado mediante un Manual de Muestreo y adicionalmente está sujeto a un permanente control operativo para identificar los posibles errores o desviaciones en su ejecución (para efectuar los ajustes correctivos del caso (Figuras N° 15, 16 y 17).

Una muestra se define como una parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa del mismo. La muestra debe ser representativa, homogénea, proporcional y libre de contaminación.



LEYENDA

	< 1.0 g Au		1.0 - 3.0 g Au		> 1.0 g Au

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

VETA PATRICK

PLANO GEOQUÍMICO DE ORO

SUPERFICIE

FIGURA 15

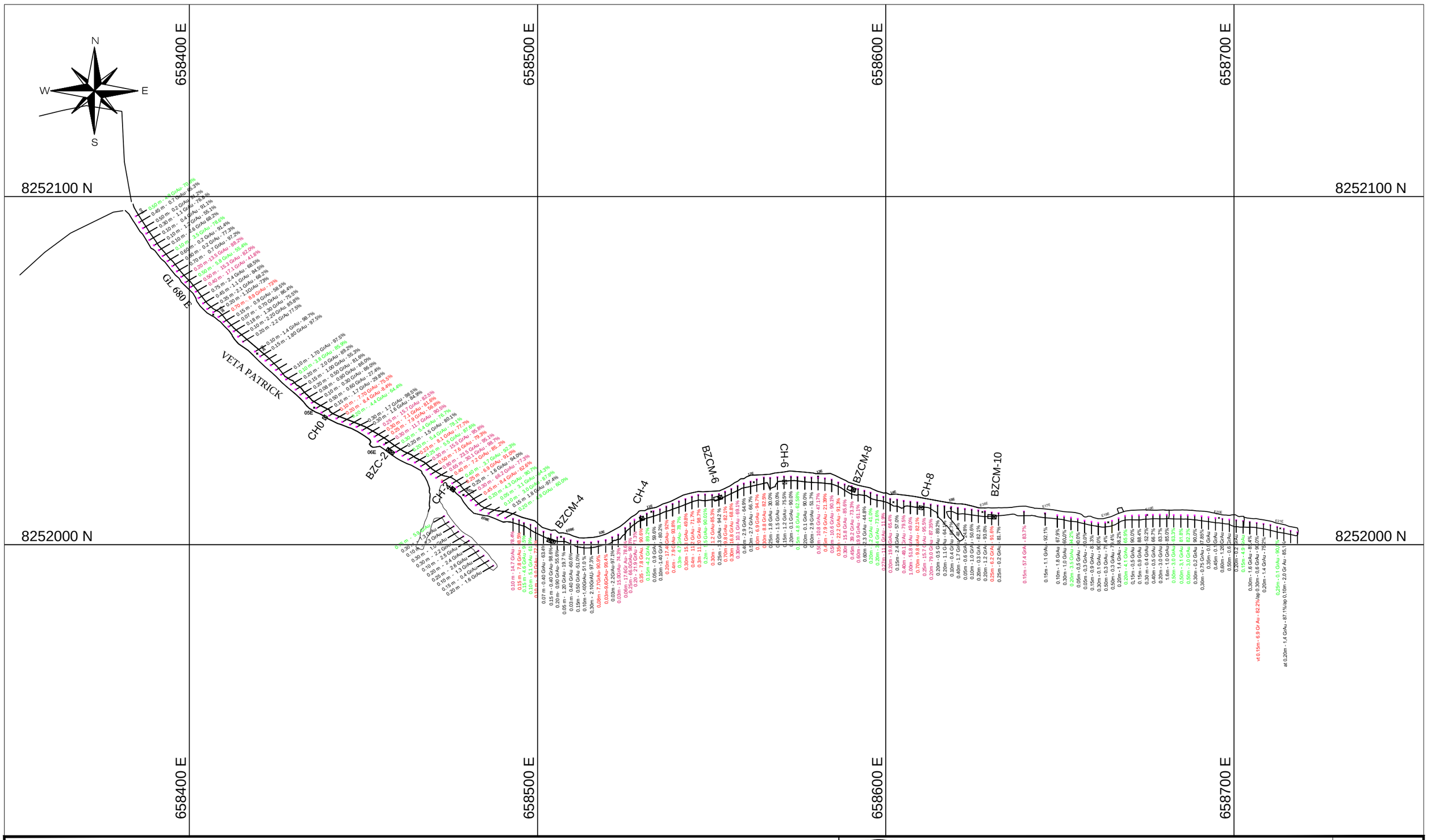
REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 5,000

JUNIO 2017



LEYENDA

- 0 - 2 g Au
- 2 - 6 g Au
- 6 - 8 g Au
- 8 - 10 g Au
- > 10 g Au

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

VETA PATRICK

PLANO GEOQUÍMICO DE ORO

NIVEL 2184

FIGURA 16

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

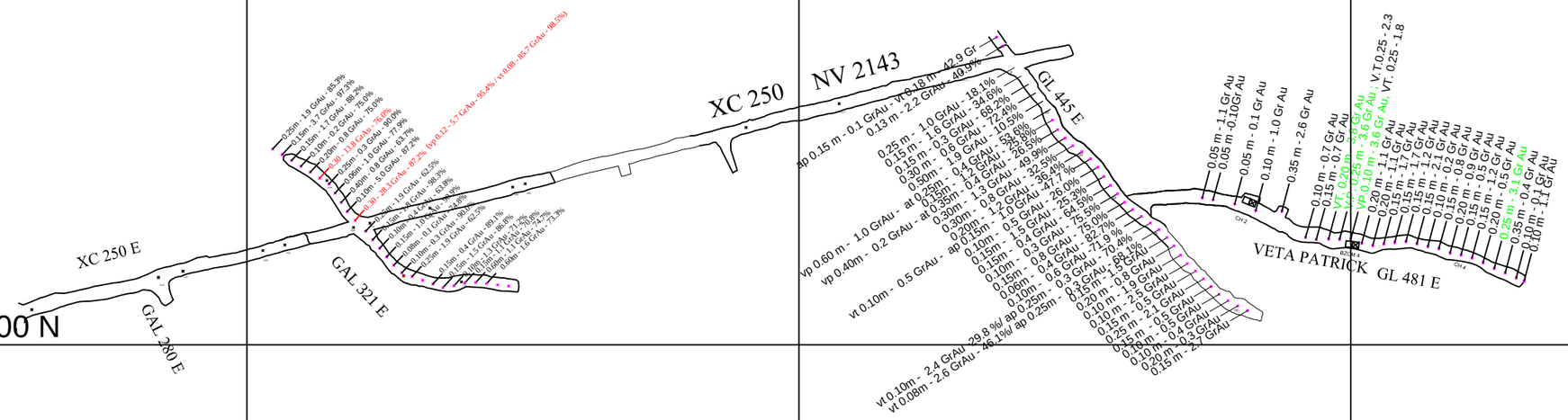
DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1,000

JUNIO 2017

658300 E | 658400 E | 658500 E | 658600 E

8252100 N



8252000 N

658300 E | 658400 E | 658500 E | 658600 E

LEYENDA

0 - 2 g Au | 2 - 6 g Au | 6 - 8 g Au | 8 - 10 g Au | > 10 g Au

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

VETA PATRICK

PLANO GEOQUÍMICO DE ORO

NIVEL 2143

FIGURA 17

REALIZADO POR: HUGO MANUEL FLORES VILCHEZ

Fuente: Intigold Mining S.A

DATUM: SISTEMA WGS 84

ESCALA : 1,000

JUNIO 2017

Muestreo en Mina Subterránea

Se realiza por el método de “Muestreo Sistemático (Rock Chips)” consiste en tomar una serie de astillas o fragmentos de mineral; regularmente a lo largo de la potencia de la estructura mineralizada y se procede de la siguiente manera:

Verificar las condiciones del terreno antes de iniciar con los trabajos de toma de muestras. Lavar las paredes a muestrear.

Delimitar los canales a muestrear cada 02 metros galerías y cada 03 metros tajos con un ancho de 0.20 metros y de profundidad 0.30 metros, en las paredes laterales de las labores, a partir de un punto topográfico conocido.

Limpiar con la punta y el combo un área sobre los canales marcados. La limpieza de los canales se realiza de arriba hacia abajo.

Extraer entre 150g y 200g de muestra por cada canal, juntando de 04kg a 05kg.

Colocar la muestra en una bolsa de plástico nueva, etiquetar y registrar.

Transportarla al Laboratorio para su análisis respectivo y registrarla en la Data de Operaciones.

Fotografía N° 5. Marcado de canales de muestreo se distingue la zona alterada hacia la caja piso de la veta y banda de cuarzo con calcita y diseminación de pirita.

Muestreo en Stock Piles (Cargas)

Consiste en colectar los detritos de voladura cuando es en interior mina carga de tajos o de frentes de avance en mineral. Y se procede de la siguiente manera:

La secuencia normalmente establecida para el ingreso a cada cancha de mineral es la siguiente:

Una vez ya ubicados los stocks piles y dibujados en un croquis se realiza el muestreo de las pilas haciendo dos zanjas o canales en forma de cruz de una profundidad de 0.30 metros, estos dos canales en forma cruzada son de esquina a esquina cubriendo toda la pila y se realiza el recojo o toma de muestra.

De cada canal o zanja se recolectan dos muestras siguiendo el orden desde abajo hacia arriba en ambos extremos, esto quiere decir que de cada pila salen 04 muestras de un aproximado de 10 kilos.

Una vez recolectada las 04 muestras de una sola pila esta se agrupan en una sola, una vez bien homogenizada y mezclada se hace el cuarteo de muestra con el RIFLE que tiene las mismas dimensiones y exactitudes de laboratorio químico de la Mina Calpa.

Una vez obtenidas las muestras de todas las pilas, éstas son llevadas por el maestro muestrero al laboratorio químico.

Fotografía N° 6. Cancha de acumulación de mineral en superficie donde se realiza el muestreo por canales de stock Pile.

Controles de Precisión

Es un conjunto de actividades preestablecidas y sistemáticas necesarias para garantizar que una determinada actividad u operación alcance un grado aceptable de calidad. El control de calidad son las técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para determinar el nivel de calidad realmente alcanzado.

Se realiza monitoreando posibles errores de precisión, exactitud y contaminación, mediante la inserción de muestras de control en el flujo de muestras.

Muestras Gemelas

El muestrero en coordinación con el geólogo, luego de realizar el muestreo elegirá en la labor, que muestra se preparará por duplicado para chequear el análisis de laboratorio. Para ello enviará adjunto la contraseña 2 en el ticket respectivo para que el preparador de muestras prepare la muestra elegida por duplicado.

Este chequeo se hará cada 20 muestras en labores de exploración y en labores de explotación (tajos) de leyes normales y cada 10 muestras en tajos de alta ley.

Además para chequear la calidad de ensaye se enviarán periódicamente al laboratorio muestras en “blanco” de material estéril cuya ley se conoce, tanto a nuestro laboratorio como a laboratorios externos.

Cruce de Muestras

Se deja proceder a un grupo de muestreros siguiendo a rutina común y corriente y sin la supervisión de un geólogo, posteriormente se realiza el mismo trabajo con otro grupo de muestreros, pero bajo la supervisión de un geólogo responsable que asegure su correcta ejecución, se verifican los datos registrados por el primer grupo de muestreros (marcado de canal, identificación de la muestra, ubicación, etc.), analizadas las muestras cogidas por ambos

grupos, el geólogo responsable emite su informe comparativo con las respectivas observaciones tendientes a identificar las posibles fuentes de error. Se asume como patrón, el resultado obtenido bajo la supervisión del geólogo, estos datos pasan a conformar parte de la base de datos que servirá para determinar el factor de corrección por errores de muestreo.

CONCLUSIONES

1. El distrito minero “Calpa” forma parte de la franja aurífera “Nazca – Ocoña”, y presenta rocas hipoabisales andesíticas del Intrusivo Volcánico Bella Unión y rocas intrusivas plutónicas de la súper unidad Incahuasi del Batolito de la Caldera, estas últimas fueron las responsables de la mineralización del yacimiento mesotermal filoneano de metales preciosos (Au), formado como relleno de fallas y fracturas con rumbo NW-SE.

2. La veta Patrick es una estructura mineralizada con una longitud aproximada de 1.5 Km, el lado oeste de la veta tiene alta probabilidad económica y al lado este, se tiene reconocida una estructura cuyo muestreo dio valores debajo de 2 g Au/Tm, y necesitan trabajos a detalle.

3. La roca encajonante es una roca de naturaleza volcánica hipoabisal con halos de alteración Sericítica como parte de la composición de la veta y alteración argílica tanto al piso como al techo con respecto a la estructura mineralizada y esta aumenta cuando está en contacto con la roca volcánica.

4. La elaboración de análisis de isovalores nos ayudan a direccionar los frentes exploratorios de acuerdo a la tendencia del flujo de la mineralización que tuvo la veta Patrick, también, nos ayudan en la preparación de las zonas mineralizadas para su explotación.

RECOMENDACIONES

1. Por ser de fácil acceso el extremo oeste de la veta, se debe continuar con la exploración geológica de la galería 680 Este del nivel 2184 en base a los datos obtenidos con el muestreo superficial que han determinado zonas anómalas en las que la probabilidad de alcanzar una zona mineralizada son favorables.

2. Continuar con el avance del frente exploratorio del nivel 2143, galería 481 Este, puesto que los análisis de isovalores realizados indicarían proximidad de una zona mineralizada proyecta del nivel 2184 basado en la dirección del pulso magmático.

3. Desde el nivel 2100 galería de la veta Tico habría la posibilidad de realizar un crucero hacia la veta Patrick, hacia una zona anómala reflejada con los isovalores elaborados, ya que es de fácil acceso a las instalaciones de servicios y echaderos.

4. Al extremo este de la veta Patrick se debe realizar una exploración superficial más detallada, diseñando una malla de muestreo apropiada para que la toma de estos ensayes no sea muy separada acercando el espaciamiento entre muestras.

5. En las zonas de cobertura de material Cuaternario se deben realizar calicatas o trincheras para poder realizar el mencionado reconocimiento de la estructura en esta zona.

6. Se recomienda hacer estudios de inclusiones fluidas para determinar el origen de la mineralización y su caracterización físico-química.

7. Realizar análisis petrográficos para reconocer las características y/o propiedades evaluables en los cristales y la relación que existen entre ellos, lo que ayudaría a determinar la composición de la roca centrándose principalmente en la naturaleza y origen de la misma.

BIBLIOGRAFIA

Acosta, J (2006). Características Metalogenéticas de los Yacimientos Asociados a los Arcos Magmáticos Mesozoicos del Sur del Perú (Latitudes 14° y 16°) – INGEMMET, Lima – Perú.

Caldas, V (1978). Geología de los Cuadrángulos de San Juan, Acarí, Yauca y Caravelí - INGEMMET, Lima – Perú.

Castillo, B (1987). Geología y Mineralización de la Veta Sin Nombre. Cía. Minera Aurífera Calpa SA. Tesis – UNSA, Arequipa – Perú.

Corzo, E. (1959). Interpretación y Genética del Tipo de Yacimiento del Sistema de Vetas “Buena Vista” y “Sin Nombre” – Tesis – UNSA – Arequipa, Perú.

Cosme, O. (2008). Investigación de los Controles Geológicos de la Mineralización en Veta Esperanza (Huachocolpa, Perú).

Damianil, O (1969). Algunos Aspectos de la Alteración Hidrotermal

De Montreuil, L (1979). Ocurrencia de Oro y sus Asociaciones Mineralógicas de la Faja Aurífera Nazca – Ocoña – Banco Minero del Perú, Lima – Perú.

Dirección de Geología Económica y Prospección Minera (2002). Estudio de los Recursos Minerales del Perú – Franja N° 2 – Lima – Perú.

Francisco, A. (2012). Sistemas de Información Geográfica, Cap. 6 Interpolación de Puntos a Partir de IsolÍneas

Golden and Petersen (1974). Isorated in Julcani mine. Economic Geology

Halina L. (2009). Depósitos Supergenos de Oro, Departamento de Geología, Escuela Politécnica Nacional

Intigold Mining, (2013). Estimación de Reservas y Recursos Minerales 2013 Departamento de Geología – U.E.A. Mina Calpa, Caravelí, Arequipa – Perú.

Jaen, H. Ootiz, G y Wilson, J.J. (1963) - Geología de los Cuadrángulos de La Yarada, Tacna y Huaylillas – INGEMMET, Lima – Perú. # Páginas 107.

Marocco, R. (1984). Dynamique du Remplissage d'un Bassin Intramontagneux Cenozoique Andin: Le Bassin Moquegua (Sud du Perou), Cah. ORSTOM. Ser. Geol., 14, 117 – 140.

Martignole, J., and J.-E. Martelat (2003), Regional scale Grenvillian-age UHT Metamorphism in the Mollendo - Camana block (basement of the Peruvian Andes), J. Metamorph. Geol., 21, 99 – 120.

Mendivil, S y Castillo, W. (1960), Geología del Cuadrángulo de Ocoña – INGEMMET, Lima – Perú. # Páginas 69

Mitas, L. and Mitasova, H. (1999), Spatial Interpolation en Lonngley, M. F.

Olchauski, E. (1980). Geología de los Cuadrángulos de Jaquí, Cora Cora, Chala y Chaparra – Boletín N° 34 – INGEMMET, Lima – Perú. Páginas 88.

Park and MacDiarmid (1981). Yacimientos Minerales, Ediciones Omega.

Pecho, G. Victor, (1983) Geología de los Cuadrángulos de Pausa y Caravelí – INGEMMET, Lima – Perú. # Páginas 132.

Tumialan, H y De La Cruz, P. Geología Económica del Yacimiento de Oro de Tumpa (Nueva California)

Tumialan, H y De La Cruz, P. Soluciones Hidrotermales Horizontales en el Yacimiento "El Farallón" – Lima

Vargas, L (1970). Geología del Cuadrángulo de Arequipa – INGEMMET – Lima – Perú. Páginas 73.

Vargas, R.A. (1978). Estudio Geológico Minero de la Franja Aurífera Nazca – Ocoña – Informe interno, INGEMMET, Lima – Perú.