

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA



**“CONTROLES DE MINERALIZACIÓN DEL
YACIMIENTO FILONIANO ARGENTIFERO
ISLAY – MINA CHUNGAR, PASCO - PERÚ”**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

ELABORADO POR
LUIS STEVENS MATTA VENEGAS

ASESORA
Ing. NORA NELLY REVOLLE ALVAREZ

**Lima – Perú
2013**

DEDICATORIA

A mis Padres Lucho y Rosa, que siempre están en todo momento

A mi hija Steisy, que me impulsa a seguir adelante

A mis amigos y a todos los que me brindaron su apoyo en la culminación del
presente Informe.

RESUMEN

La Mina Islay está ubicada en los Andes Centrales del Perú en el Departamento de Pasco, Provincia de Pasco, Distrito de Huayllay a una altitud de 4,600msnm a 46Km al Sureste de la ciudad de Cerro de Pasco. La sierra central del Perú es conocida por albergar filones polimetálicos argentíferos epitermales (Ag-Pb-Zn-Cu), donde destacan Animón, Huarón, Mijagui, Santander y Alpamarca.

El yacimiento Mina Islay corresponde a un típico depósito polimetálico de vetas (relleno de fisuras) y cuerpos (reemplazamiento) conteniendo Ag, Pb, Zn y Cu, emplazados en margas rojas a gris verdosas, areniscas, calcarenitas, conglomerados polimícticos y calizas, con una alteración hidrotermal (argílica, silíceo y propilítica), todas estas rocas pertenecen al Grupo Casapalca. Afloran también tobas volcánicas (dacitas-riodacitas) del Grupo Calipuy y rocas de naturaleza intrusiva (cuarzo monzonita), sin alteración.

Los depósitos minerales están constituidos por vetas, bolsonadas y mantos, donde el mayor volumen de mineral está contenido en las vetas.

Actualmente se explota la Mina Islay con un promedio de 2000TM/día, en filones con rumbo N30°W, con potencia que llegan hasta los 15m. El proyecto abarca las extensiones de la Veta Islay, que con ayudas de los controles estructurales, mineralógicas y litológicas, así como el efecto espejo, la teoría de Riedel y la teoría de la elipse de deformación, se propone la existencia de cuerpos similares en el flanco Este.

ABSTRACT

Islay Mine is located in the Central Andes of Peru in the department of Pasco, Province of Pasco, Huayllay District at an altitude of 4,600msnm to 46Km southeast of the city of Cerro de Pasco. The central highlands of Peru is known for hosting argentiferous lodes epithermal polymetallic (Ag -Pb- Zn -Cu), which include Animón, Huarón, Mijagui, Santander and Alpamarca.

The mine site corresponds to a typical Islay polymetallic vein deposit (filling cracks) and bodies (replacement) containing Ag, Pb, Zn and Cu, deployed in red to greenish gray marls, sandstones, calcarenites, polymictic conglomerates and limestones, with a hydrothermal alteration (argillic, siliceous and propylitic), all these rocks belong to the Group Casapalca. Tuffs also outcrop (dacite - rhyodacites) Calipuy Group and intrusive nature rocks (quartz monzonite), without alteration.

Mineral deposits are formed by seams, and thrust bolsonadas where the largest amount of mineral is contained in the grain.

Mine currently operates with an average Islay 2000TM/d in reefs due N30°W, with power reaching up to 15m. The project covers the extension of Vein Islay, which controls using structural, mineralogical and lithological as well as the mirror effect, the theory Riedel and the theory of strain ellipse, we propose the existence of similar bodies in the eastern flank.

ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	10
1.1 Ubicación y Acceso.....	10
1.2 Objetivos.....	12
1.3 Metodología de Trabajo.....	12
1.4 Fisiografía y Relieve.....	13
1.5 Hidrología y Clima.....	14
1.6 Reseña Histórica de la Mina Islay.....	16
CAPÍTULO II: GEOLOGÍA REGIONAL	17
2.1 Estratigrafía.....	19
2.2 Marco Estructural.....	24
CAPÍTULO III: GEOLOGÍA DE LA MINA ISLAY	26
3.1 Estratigrafía.....	26
3.1.1 Cretácico Inferior – Superior.....	27
Formación Jumasha.....	27
3.1.2 Cretácico Superior – Terciario Inferior.....	29
Grupo Casapalca.....	29

3.2 Rocas Volcánicas	32
3.2.1 Terciario Medio (Oligoceno – Mioceno)	32
Grupo Calipuy	32
3.2.2 Terciario Superior (Plioceno)	33
Volcánico Huayllay	33
3.2.3 Cuaternario	34
Depósitos Recientes	34
3.3 Rocas Intrusivas (Oligoceno)	36
CAPÍTULO IV: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	39
4.1 Plegamiento	40
4.2 Sistemas de Fracturas	41
CAPÍTULO V: MINERALOGÍA DEL YACIMIENTO	44
5.1 Mineralización	44
5.2 Geometría de Cuerpos Mineralizados	36
5.2.1 Estructuras Vetiformes	36
5.2.2 Columnas Metalíferas	50
5.2.3 Afloramientos	50
5.3 Zoneamiento	52
5.4 Alteración Hidrotermal	55
5.5 Secuencia Paragenética	57
5.5.1 Eventos de Mineralización	58
5.5.2 Tabla de Secuencia Paragenética	59

CAPÍTULO VI: INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS	58
6.1 Geoquímica	58
6.1.1 Correlaciones Graficas	64
6.2 Geofísica.....	66
6.2.1 Polarización inducida (IP)	66
CAPÍTULO VII: GEOLOGÍA ECONÓMICA	69
7.1 Control Litológico Aplicado	69
7.1.1 Correlaciones Estratigráficas	71
7.2: Control Estructural Aplicado	72
7.2.1 Evolución Estructural	74
7.2 2 Sistema Estructural.....	76
7.3: Modelo Geológico del Yacimiento Islay	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1.1: Plano de Ubicación y Acceso de la Mina Islay.....	11
Figura N°1.2: Vista Panorámica del Área de Trabajo	15
Figura N°2.1: Franjas Metalogenéticas (Ref. INGEMMET).....	18
Figura N°2.2: Columna Estratigráfica Regional.....	21
Figura N°2.3: Plano Geológico Regional.....	22
Figura N°2.4: Sección Geológica Regional	23
Figura N°2.5: Imagen Satelital de la Mina Islay	25
Figura N°3.1: Falla Regional de Sobreescurreamiento	28
Figura N°3.2: Conglomerado Bernabé	30
Figura N°3.3: Chert de Sevilla.....	30
Figura N°3.4: Conglomerado San Pedro.....	32
Figura N°3.5: Volcánico Calipuy.....	34
Figura N°3.6: Columna Estratigráfica Local de la Mina Islay	35
Figura N°3.7: Plano Geológico Distrital Islay	38
Figura N°4.1: Lineamiento de la Veta Islay con la Veta Principal de Animón	43
Figura N°5.1: Muestra de mano de la Veta Islay.....	47
Figura N°5.2: Sección Transversal Mina Islay	48
Figura N°5.3: Testigo de Perforación Mostrando la Veta Islay.....	48
Figura N°5.4: Veta Islay Aflorando sobre las Capas Rojas	49
Figura N°5.5: Muestra en Superficie de la Veta Islay.....	49
Figura N°5.6: Manto Aflorando de Caliza	51
Figura N°5.7: Caliza Gris Silicificada con Pequeños Nódulos de Chert.....	51
Figura N°5.8: Zonación Mineralógica	53

Figura N°5.9: Muestra de Mano de la Veta Islay.....	54
Figura N°5.10: Muestra de Mano de la Veta Islay.....	54
Figura N°5.11: Alteración de las Rocas Silicificación y Cloritización.....	56
Figura N°6.1: Diagrama de Correlación {(Cu-Pb) - Zn} - Ag	64
Figura N°6.2: Diagrama de Correlación {(Cu-Zn) - Ag} - Pb	65
Figura N°6.3: Diagrama de Correlación {(Pb-Zn) - Cu} - Ag	65
Figura N°6.4: Anomalía Geofísica.....	66
Figura N°6.5: Interpretación de Falla según la Geofísica.....	67
Figura N°6.6: Interpretación y Taladros Recomendados	68
Figura N°7.1: Localización de Columnas Estratigráficas Locales	70
Figura N°7.2: Correlación de Columnas Estratigráficas Locales.....	71
Figura N°7.3: Propuesta de la Teoría del Sistema de Riedel.....	72
Figura N°7.4: Resultados de la Aplicación de la Teoría del Sistema de Riedel.....	73
Figura N°7.5: Evolución Estructural de Mina Islay	75
Figura N°7.6: Sistemas de Estructuras - Islay.....	77
Figura N°7.7: Modelo Preliminar de las Estructuras 1 y 2.....	78
Figura N°7.8: Modelo del Sistema Hidrotermal - Islay.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla N°5.1: Secuencia Paragenética de Islay	60
Tabla N°6.1: Correlación entre los elementos Ag-Zn-Pb-Cd-Cu-Sb.....	63

NOMENCLATURA

Au:	Oro
Cu:	Cobre
Ag:	Plata
Pb:	Plomo
Zn:	Zinc
Ef:	Esfalerita
N:	Norte
S:	Sur
E:	Este
W:	Oeste
gr:	Gramo
Kg:	Kilogramo
Km:	Kilómetro
m:	Metro
h:	Hora
Ma:	Millones de años
ppb:	Partes por billón
ppm:	Partes por millón
°C:	Grados Celsius

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Ubicación y Acceso

La Mina Islay, como parte del importante distrito minero Animón – Huarón, se ubica en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes Centrales Peruanos, en el departamento de Cerro de Pasco, provincia de Pasco y distrito de Huayllay (Ver Figura N°1.1). La Mina Islay se encuentra a 5.3 Km en línea recta al NW de la Mina Animón, a una elevación de 4,600 m.s.n.m.

La zona de trabajo es accesible desde Lima por carretera siguiendo 3 rutas principales:

Lima - Oroya - C.de Pasco - Animón	⇒	304 Km	⇒	7 h
Lima - Huaral - Animón	⇒	225 Km	⇒	6 h
Lima - Canta - Animón	⇒	219 Km	⇒	6 h

A partir de la Mina Animón, se llega a través de una trocha carrozable que pasa por Huarón, conduce al anexo de Huaychao y luego a la Mina Islay. Se emplea un tiempo de 35 minutos.

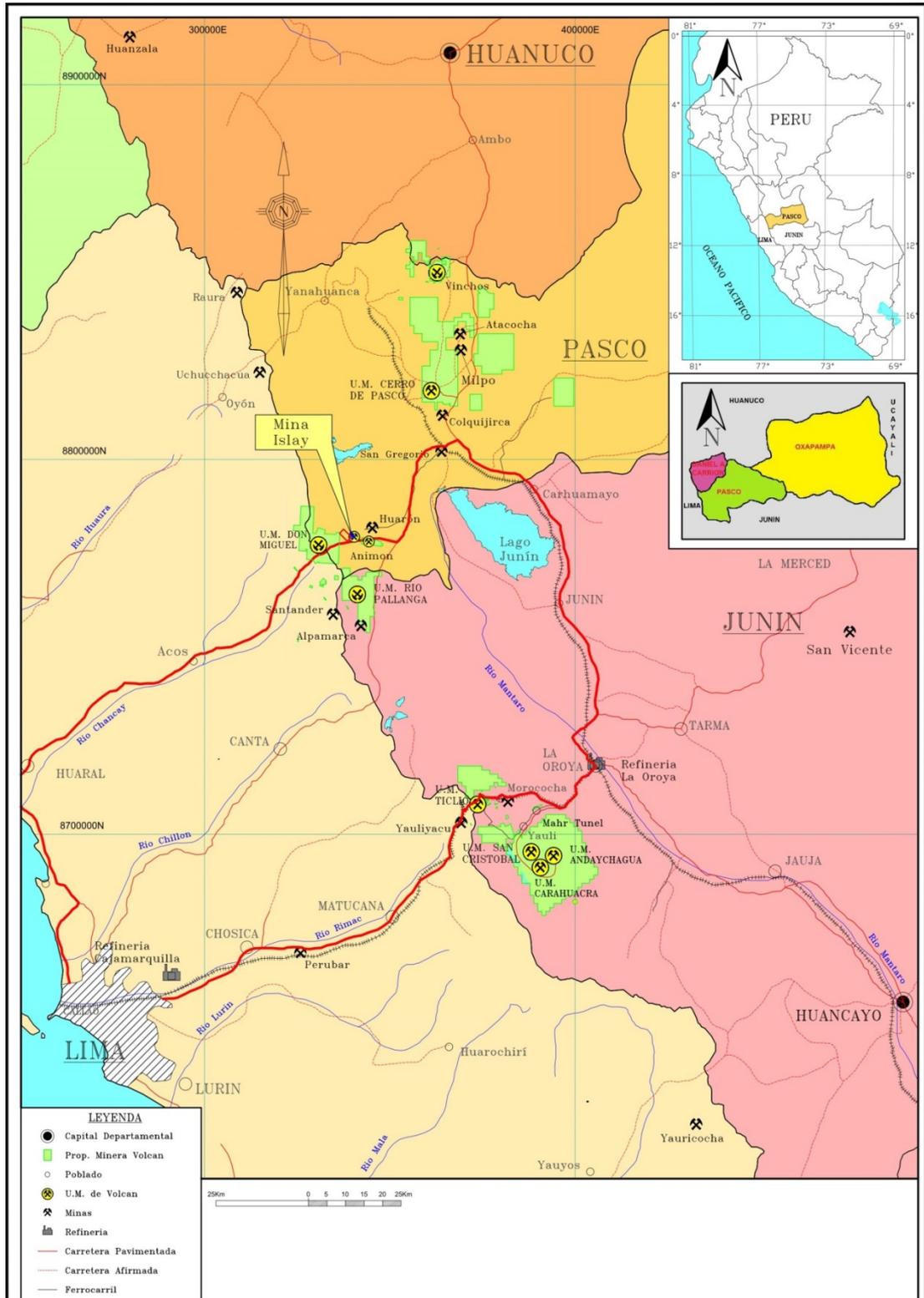


Figura N°1.1: Plano de Ubicación y Acceso de la Mina Islay

1.2 Objetivos

- El objetivo del presente informe es interpretar los resultados de las investigaciones geológicas, estructurales, geoquímicas y mineralógicas; con el fin de determinar y proponer los controles de mineralización del yacimiento Islay.
- Corregir y discutir las extensiones, direcciones y continuidad de la Veta Islay, correlacionando con la Veta Principal de Animón, usando bases estructurales y litológicas.
- Presentar el estudio a la Universidad Nacional de Ingeniería, para optar el título de Ingeniero Geólogo.

1.3 Metodología de Trabajo

La metodología del trabajo consistió de trabajo de gabinete y de campo, que se detalla seguidamente.

Reconocimiento geológico alrededor de la mina Islay y revisión de los taladros de perforación (12 taladros) realizados en el 2012.

Descripción de la litología y alteración de las rocas de campo y de las perforaciones diamantinas, reconociendo las diferentes texturas y ensambles de alteración de las rocas ígneas y sedimentarias.

Trabajos de campo de reconocimiento regional y local, poniendo énfasis en el marco estructural de la zona. Se realizaron trabajos de mapeo geológico identificando las principales estructuras, unidades litológicas como rocas sedimentarias, intrusivas y volcánicas. Se Identificaron los controles estructurales predominantes a la mineralización, se realizó el logueo geológico de los sondajes y su interpretación.

Estudios petrográficos y mineralógicos, a fin de identificar los ensambles mineralógicos, las texturas y determinar la secuencia paragenética de los minerales económicos.

Uso de los softwares ArcGis, AutoCAD y Datamine para procesar los datos obtenidos del trabajo de campo.

1.4 Fisiografía y Relieve

La superficie de Islay es poco accidentada, se encuentra en la cota 4600 msnm, presenta superficies onduladas, siendo la mayoría de las elevaciones accesibles. La topografía muestra antiguos valles en forma de artesa o en "U", resultado de la acción glaciaria, dejando como remanentes lagunas escalonadas intercomunicadas por un drenaje natural.

En las zona de Huayllay, las partes más elevadas han sufrido un desgaste erosional notable principalmente eólico, dando lugar a la formación de figuras caprichosas conocidas como el bosque de rocas (afloramientos volcánicos de Huayllay).

1.5 Hidrología y Clima

El drenaje en la zona presenta un diseño dendrítico, las aguas son captadas por el río San José que discurre de Oeste a Este. La zona del proyecto tiene drenajes endorreicos y hacia las lagunas drenaje del tipo radial. El agua para la mina, la comunidad de Huayllay y otras comunidades cercanas, se obtiene de la laguna Llacsacocha que se ubica en la zona Oeste del distrito de Huayllay.

Todo el distrito de Huayllay tiene manantiales para uso doméstico, algunos a temperaturas relativamente altas, que son utilizadas como aguas termales. Estos efluentes son tributarios del río Mantaro. La mina Islay ejecuta labores por debajo de la Laguna Shegue (Ver Figura N°1.2).

El clima de la zona es típico de la región Puna, se distinguen dos estaciones bien marcadas:

1. Del mes de Abril a Octubre con un clima frío y seco, sin lluvias, registrándose temperaturas hasta de -12°C .
2. Del mes de Noviembre a Marzo hay fuertes precipitaciones e intensas nevadas.

El clima frío y la situación geográfica (Región Puna), no permite el desarrollo de la agricultura. La vegetación es muy restringida, limitándose a pastos naturales altos andinos como stepa-ichu, algunos arbustos y gramíneas que cubren las partes bajas y riberas de las lagunas y riachuelos.



Figura N°1.2: Vista Panorámica del área de trabajo, se observa la Laguna Shegue que por debajo de ella se ejecutan las labores mineras de Islay, las líneas de color rojo delimitando la traza de la Veta Islay.

1.6 Reseña Histórica de la Mina Islay

Los trabajos de exploración geológica en la región central del Perú, se iniciaron desde tiempos remotos, quedando una serie de labores desde la época Colonial en el área de Huayllay – Pasco.

En el año 1913 el Sr. Mateo Galuf observa un afloramiento oxidado potente al borde Este de la laguna Naticocha (viene a ser la continuación de la Veta Restauradora que es propiedad de Huarón y se prolonga hacia el Oeste por debajo de la laguna Naticocha), denuncia el área y toma posesión de la concesión el mismo año, con el nombre de Montenegro.

En el año 1936 el Sr. Galuf inicia una labor de reconocimiento de 50m al Este sobre el afloramiento llamado Veta Principal. Desde el año 1939 a 1947 existieron problemas limítrofes hacia el Este con la concesión Restauradora propiedad de Cía. Minera Huarón.

En el año 2000 Volcan Compañía Minera S.A.A. adquirió la Empresa Administradora Chungar S.A.C. y la Empresa Explotadora de Vinchos Ltda. S.A.C., que comprenden las minas Animón y Vinchos, respectivamente. Ambas por un precio de US\$ 20 millones.

En el 2006 empieza una nueva campaña regional de prospección geoquímica y geofísica alrededor de la estructura principal, confirmando la ocurrencia del yacimiento filoneano polimetálico y su continuidad, llamada Veta Islay. Se empezó la explotación el año 2008.

CAPITULO II

GEOLOGIA REGIONAL

El yacimiento Islay se ubica en la franja polimetálica XVII relacionados con intrusiones del Mioceno y skarns de Pb-Zn-Cu (Ag). De acuerdo a los estudios del INGEMMET, la franja está controlada por sistemas de fallas y cabalgamientos NW-SE (Ver Figura N°2.1).

Volcan Compañía Minera SAA, en el área de estudio está trabajando los depósitos Río Pallanga, Negrita, Colquihuarmi Estibina, Mijaigui, Pillococha, Don Miguel, Carhuacayan Islay y Animón.

Los prospectos y las minas mencionadas líneas arribas, se ubican entre los 4200 a 5000 msnm, en la meseta intracordillerana de Junín. Todos estos depósitos están relacionados a grandes fallamientos y plegamientos NW y NS, del mismo modo ocurre con el volcanismo de la zona.

Los geólogos de Volcan Compañía Minera SAA, han visto por conveniente elevar la Formación Casapalca a Grupo, debido a que en la zona de trabajo la Formación Casapalca está dividida en tres Formaciones.

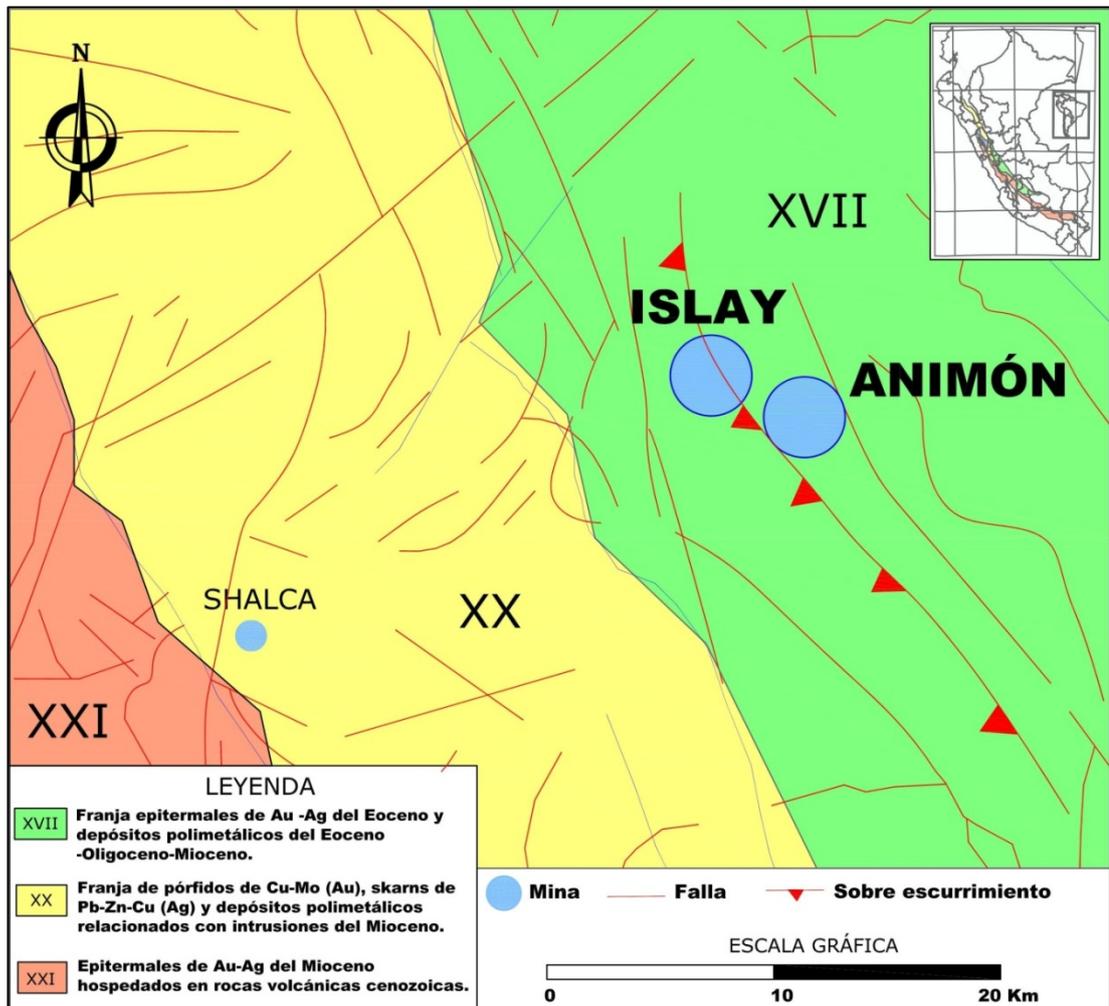


Figura N°2.1: Franjas Metalogenéticas (Ref. INGEMMET), en la que se observa la ubicación de los yacimientos Islay y Animón.

2.1 Estratigrafía

La Formación Jumasha de edad Cretácico Medio - Superior, tiene calizas grises, es un buen metalotecto (albergue de mineral). En esta Formación se emplazan los prospectos de Carhuacayan Pb, Zn, Cu, Ag, y Carhuacayan Pórfido de Cu, Au. Los minerales principales son: esfalerita, galena, sulfosales de plata – cobre, enargita, psilomelano, rodocrosita, cuarzo, calcita, pirita. estibina, calcopirita, bornita, y escasa luzonita y pirargirita. En esta Formación también se han encontrado yacimientos tipo Skarn.

Las minas Islay y Animón se emplazan en las Capas Rojas del Grupo Casapalca que suprayace a la Formación Jumasha.

Regionalmente el yacimiento de Islay se emplaza en el Grupo Casapalca (Capas Rojas) de edad Cretácico Superior al Terciario Inferior, constituido por margas, areniscas rojas, conglomerados y niveles de calizas. También en este Grupo se ubican las minas Alpamarca, Huarón y Animón. Se postula que varios de los prospectos ubicados en el Volcánico Calipuy en profundidad tendrán mineralización en las Capas Rojas. (Ver Figura N°2.3, Plano Geológico Regional).

En la región abunda las “Capas Rojas” pertenecientes al Grupo Casapalca que se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la Cordillera Occidental desde la divisoria continental hacia el Este y está constituida por areniscas y margas de coloración rojizas a verdes en estratos delgados con algunos lechos de conglomerados y esporádicos horizontes lenticulares de calizas grises, se estima un grosor de 2385m con edades del Cretácico Superior – Terciario Inferior.

En forma discordante a las “Capas Rojas” y otras unidades litológicas del Cretácico se tiene una secuencia de rocas volcánicas con grosores variables constituida por una serie de derrames lávicos y piroclastos mayormente andesíticos, dacíticos y riolíticos pertenecientes al Grupo Calipuy que a menudo muestran una pseudoestratificación subhorizontal en forma de bancos medianos a gruesos con colores variados de gris, verde y morados. Localmente tienen intercalaciones de areniscas, lutitas y calizas muy silicificadas que podrían corresponder a una interdigitación con algunos horizontes del Grupo Casapalca (Ver Figura N°2.2).

Los prospectos Río Pallanga, Negrita, Colquihuarmi Estibina, Mijaigui, Pillococha se ubican en el Volcánico Calipuy.

Regionalmente ocurre una peneplanización y depósitos de rocas volcánicas ácidas tipo ignimbritas, tobas y aglomerados de composición riolítica que posteriormente han dado lugar a figuras “caprichosas” producto de una “meteorización diferencial” conocida como “Bosque de Rocas” que son del Plioceno.

En la Sección Geológica Regional (Ver Figura N°2.4) se observa la ubicación de los yacimientos mencionados y sus relaciones estratigráficas.

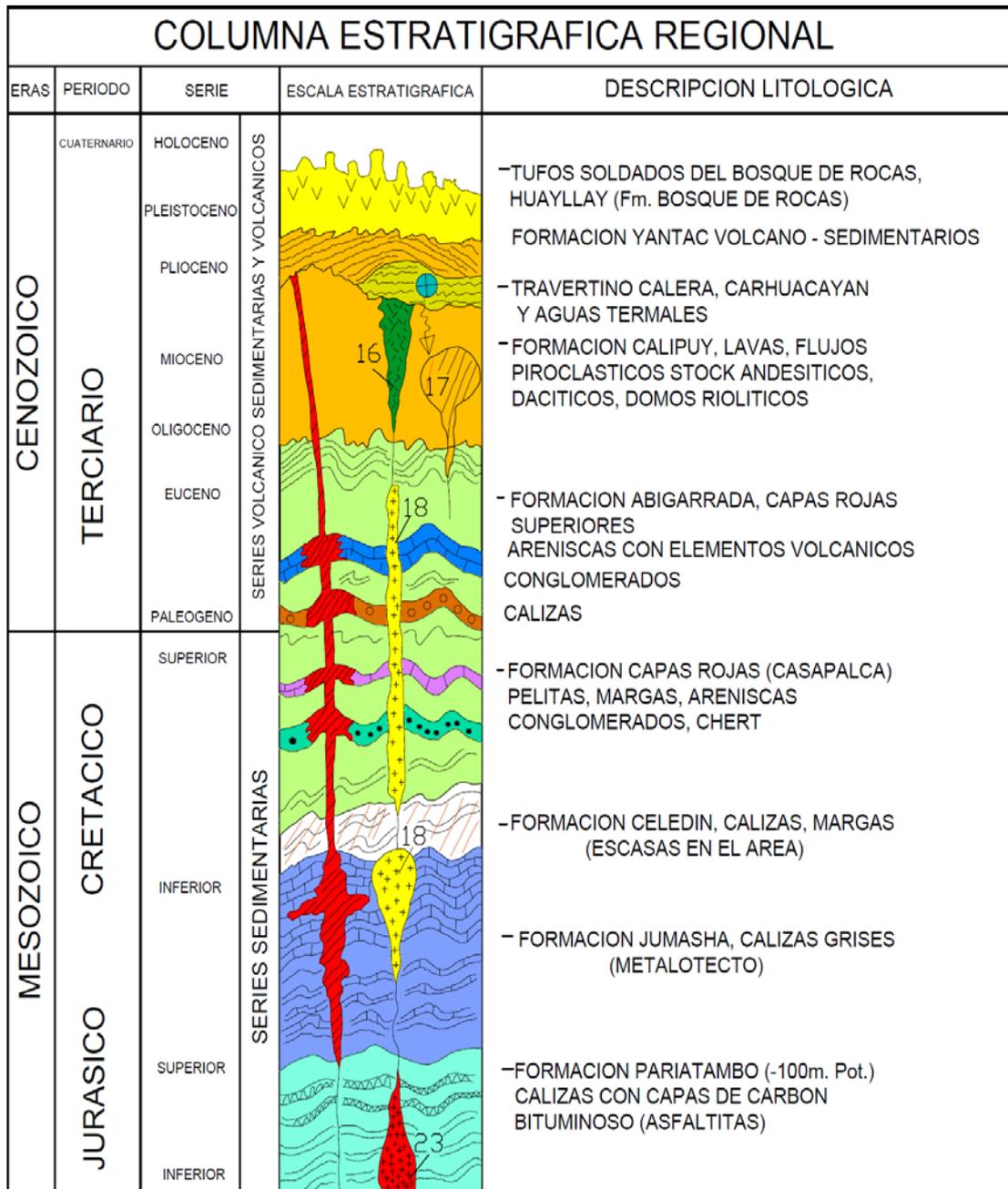


Figura N°2.2: Columna Estratigráfica Regional.

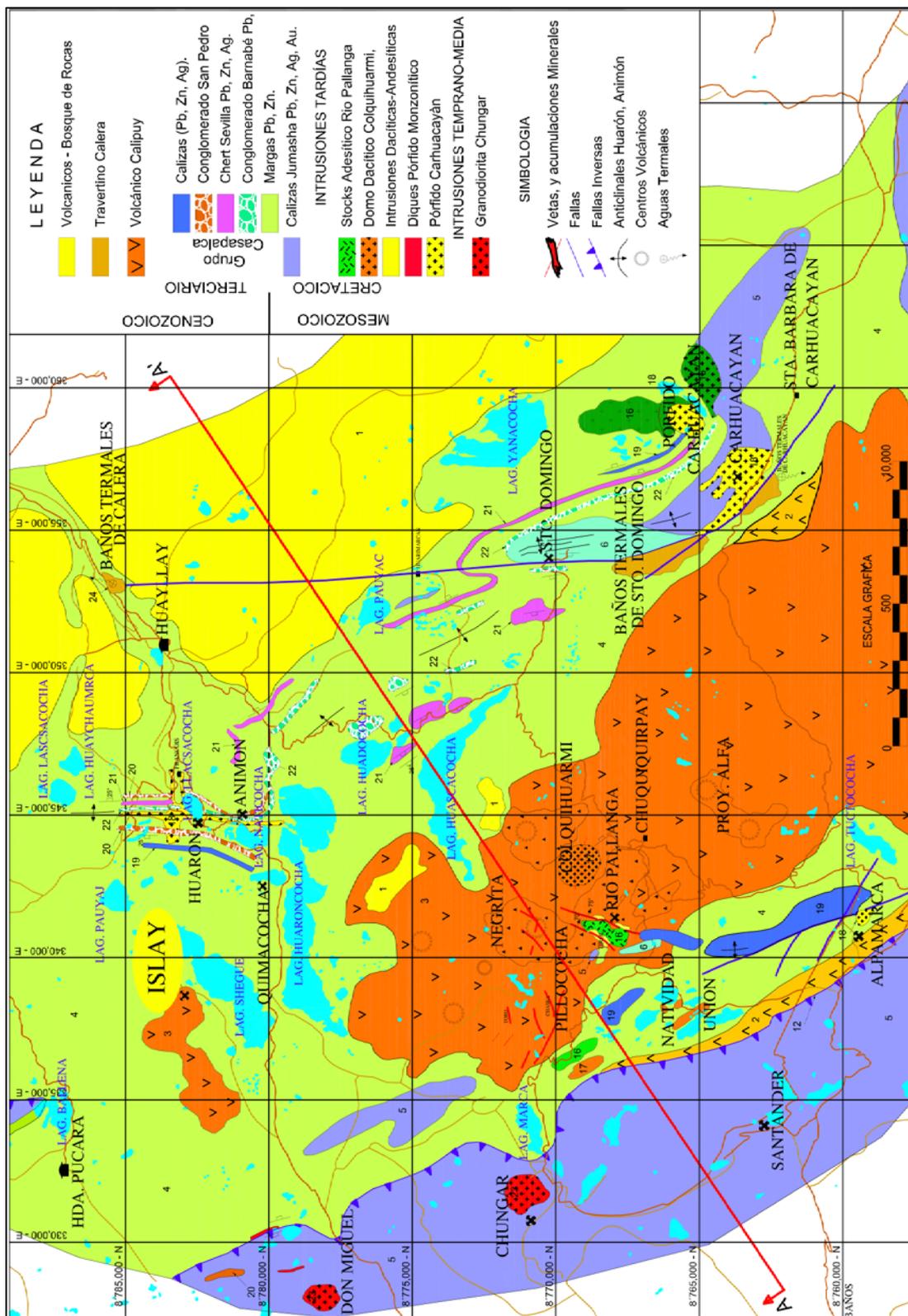


Figura N°2.3: Plano Geológico Regional (Ref. Ing. D. Ríos - 2008).

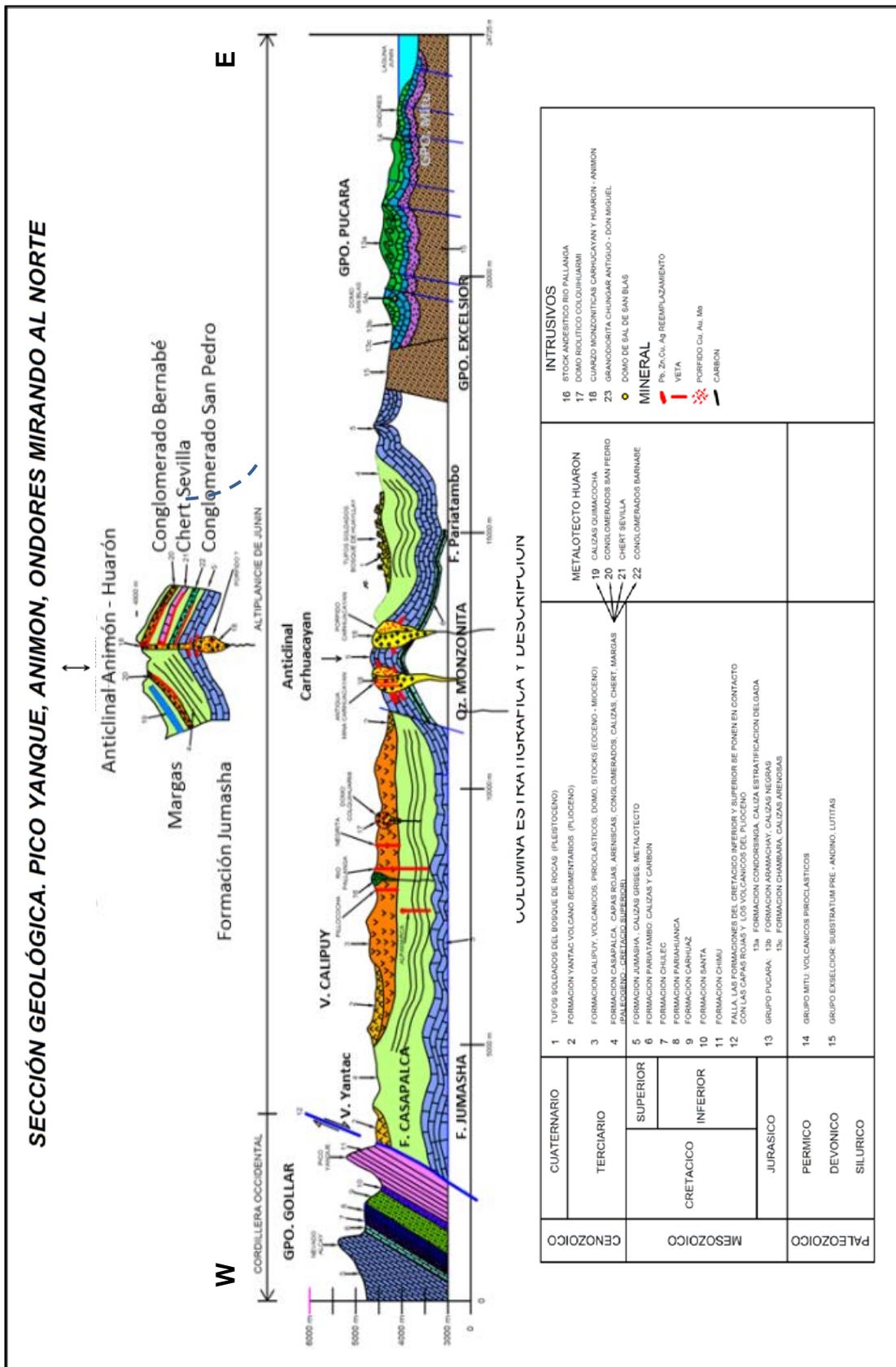


Figura N°2.4: Sección Geológica Regional (Ref. Ing. D. Ríos - 2008).

2.2 Marco Estructural

Es importante destacar que estos yacimientos están ubicados en el eje del Anticlinal Animón - Huarón que se puede observar en la Figura N°2.5.

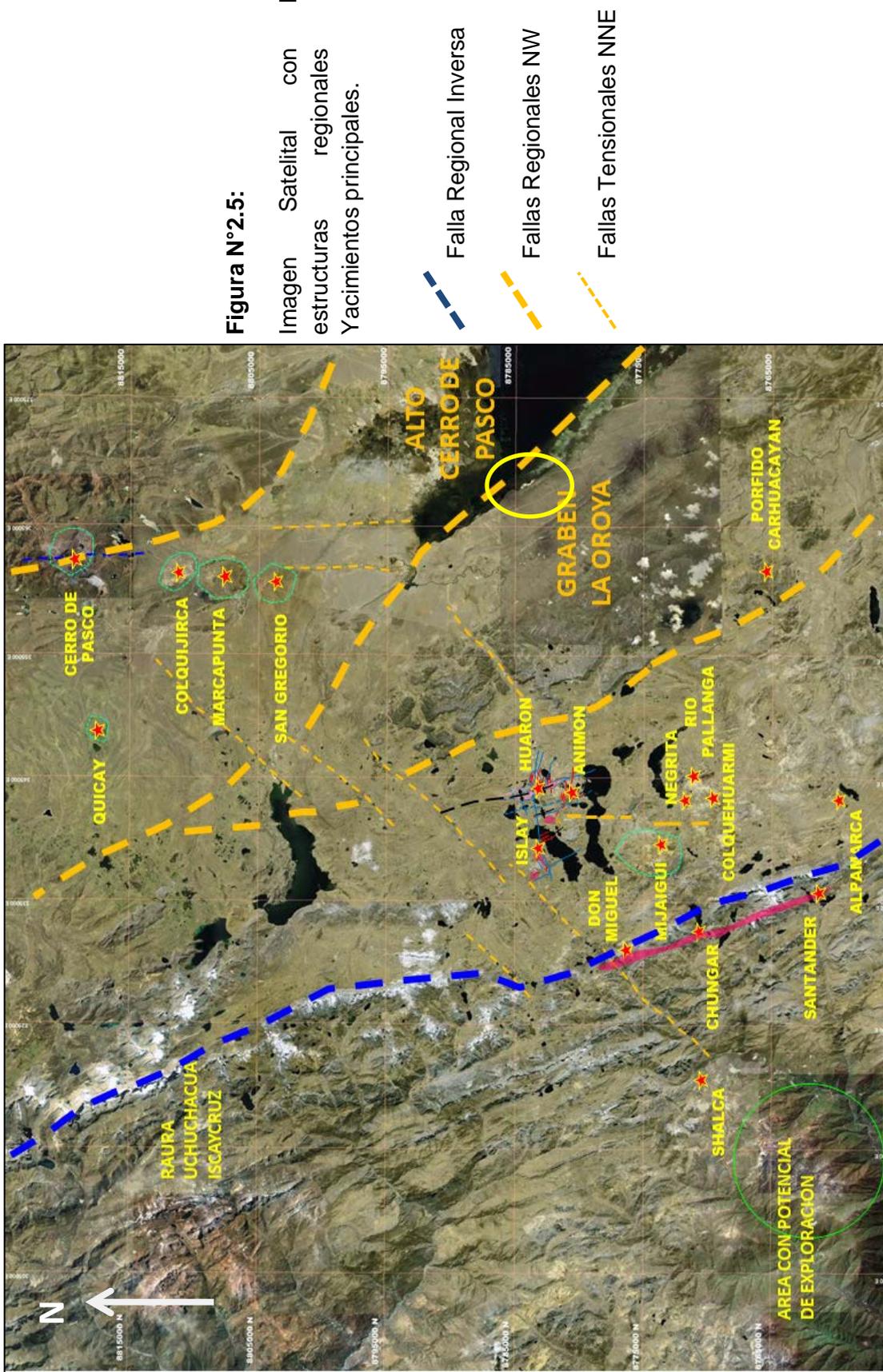
El dominio estructural está definido por el anticlinal Huarón-Animón que tiene una longitud kilométrica, con eje de rumbo N30°W. La laguna Naticocha está en el flanco Occidental del anticlinal, y el flanco Este se encuentra cortado por un intrusivo cuarzo-monzonita. La estructura es un anticlinal combado y presenta ligeros pliegues en cofre.

Al Oeste de la zona de trabajo se emplaza la Falla de Quimacocha que está fuertemente relacionada a la mineralización con rumbo NW. A lo largo de la falla se ubica la Veta Principal de Animón y la Veta Islay. El rumbo de la falla tiene una curvatura de 30° hacia el NW.

Regionalmente se emplaza una falla de sobre escurrimiento inverso con rumbo NW, en la zona Oeste de la meseta de Junín, las rocas del Mesozoico están encima de los afloramientos del Cenozoico. El sistema principal de fallas tiene rumbo NW (Ver Figura N°2.5).

Las vetas tensionales, estarían comprendidas dentro de un sistema de abertura de dilatación extensional, con una orientación NNE y los fallamientos de orientación EW están relacionados a las estructuras principales.

Figura N°2.5:
Imagen Satelital con las estructuras regionales y Yacimientos principales.



CAPITULO III

GEOLOGÍA DE LA MINA ISLAY

En las “Capas Rojas” del Grupo Casapalca está ubicado el yacimiento Islay. El Grupo Casapalca presenta tres ciclos de sedimentación, motivo por el cual se considera Grupo a la Formación Casapalca.

- El ciclo más antiguo es el más potente con 800m de grosor,
- El ciclo medio con una potencia de 500m
- El ciclo más joven tiene una potencia de 500m

Cada ciclo en la parte inferior se caracteriza por la abundancia de conglomerados y areniscas, en la parte superior contienen horizontes de chert, yeso y piroclásticos. La gradación de los clastos y la orientación indican que los materiales han venido del Este, (Cordillera Oriental de los Andes).

3.1 Estratigrafía

A continuación se describe la columna estratigráfica presente en la zona de trabajo (Ver Figura N°3.7, Plano Geológico Distrital Islay).

3.1.1 Cretácico Inferior – Superior

FORMACIÓN JUMASHA

Esta Formación corresponde al Cretácico Superior (Ver Figura N°3.1) constituida por calizas y por dolomías grises claras y rosadas intercaladas con pequeños horizontes de carbón y presencia de fósiles (gasterópodos) mal preservados.

El afloramiento más típico de esta Formación se encuentra en el distrito de Canchacucho a 12Km al Norte de Animón. En la parte Sur de este paquete sedimentario hay calizas de color gris con concreciones, lentes o bandas de chert paralelas a la estratificación, la base del afloramiento está expuesta y solo se conocen 100m de potencia. Esta Formación infrayace mediante una discordancia angular al Grupo Casapalca.

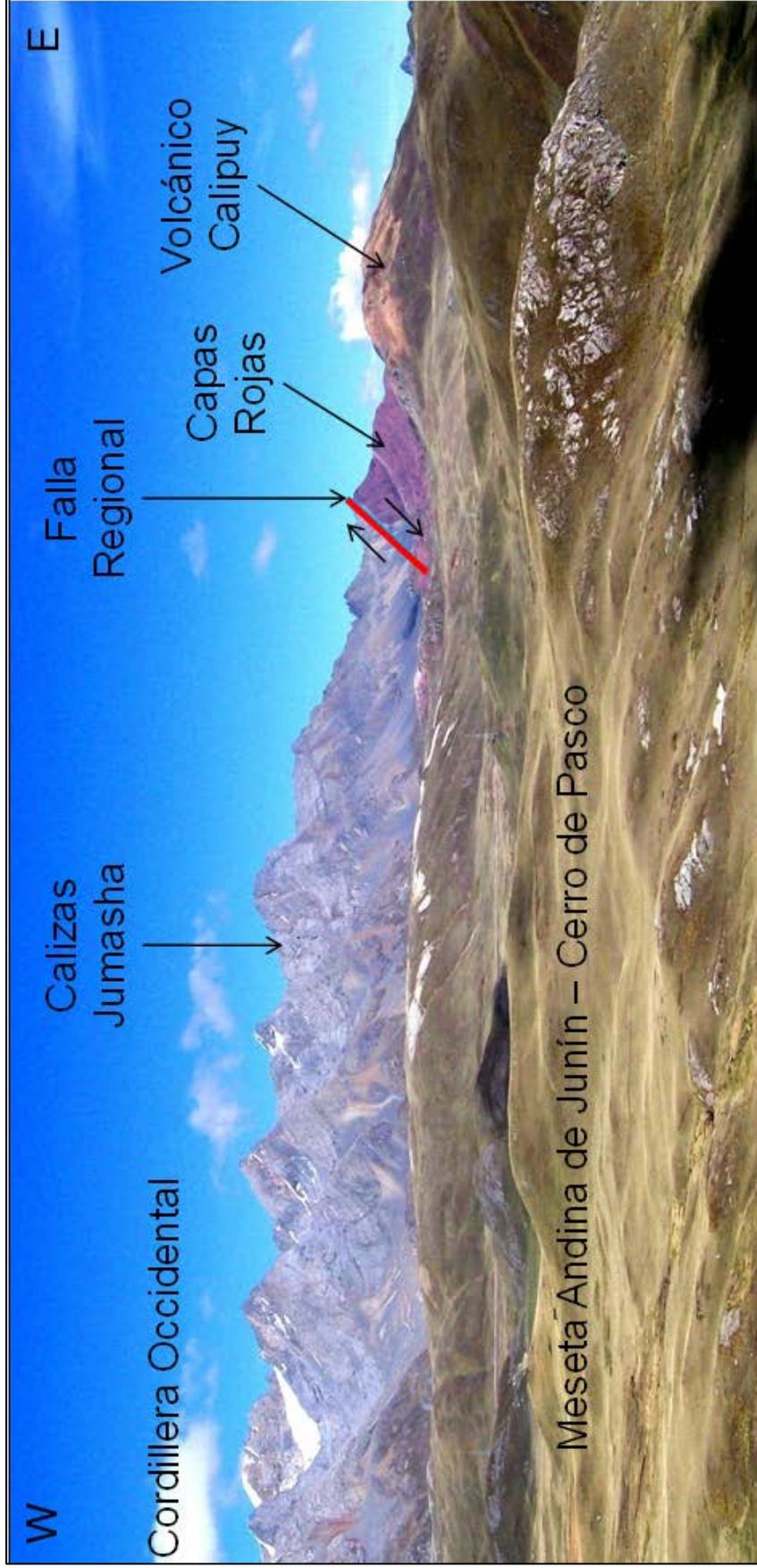


Figura N°3.1: Falla Regional de sobrecurrimiento en línea roja, nótese las Calizas del Jumasha (Mesozoico - Cretácico Inferior), las Capas Rojas (Cenozoico - Terciario Inferior) y el Volcánico Calipuy; foto tomada mirando al Norte.

3.1.2 Cretácico Superior – Terciario Inferior

GRUPO CASAPALCA (CAPAS ROJAS): Se divide en tres Formaciones:

1) Formación Inferior

Está constituida por margas y areniscas, se ubica en la parte central y más profunda del anticlinal de Huarón, su grosor sobrepasa los 800m.

2) Formación Media

Aflora en el flanco Este del anticlinal Animón–Huarón y es continuo por varios kilómetros con una potencia de 485m. Se distinguen los siguientes horizontes:

Horizonte Base.- Conformada por el **conglomerado Bernabé** (Ver Figura N°3.2) que es un metalotecto importante de la región con un espesor de 40m y está constituido por clastos de cuarcita de 2-10cm de diámetro y matriz arenosa.

Horizonte Central.- Constituido por areniscas y margas rojas, tiene una potencia de 420m.

Horizonte Techo.- Este horizonte está compuesto por dos franjas de chert. Por ser un importante control litológico se le ha denominado **Chert de Sevilla** a la franja inferior (Ver Figura N°3.3) y **Chert de Córdoba** a la franja superior. Córdoba es de color violáceo y gris claro, masivo, lacustrino con un espesor de 25m.

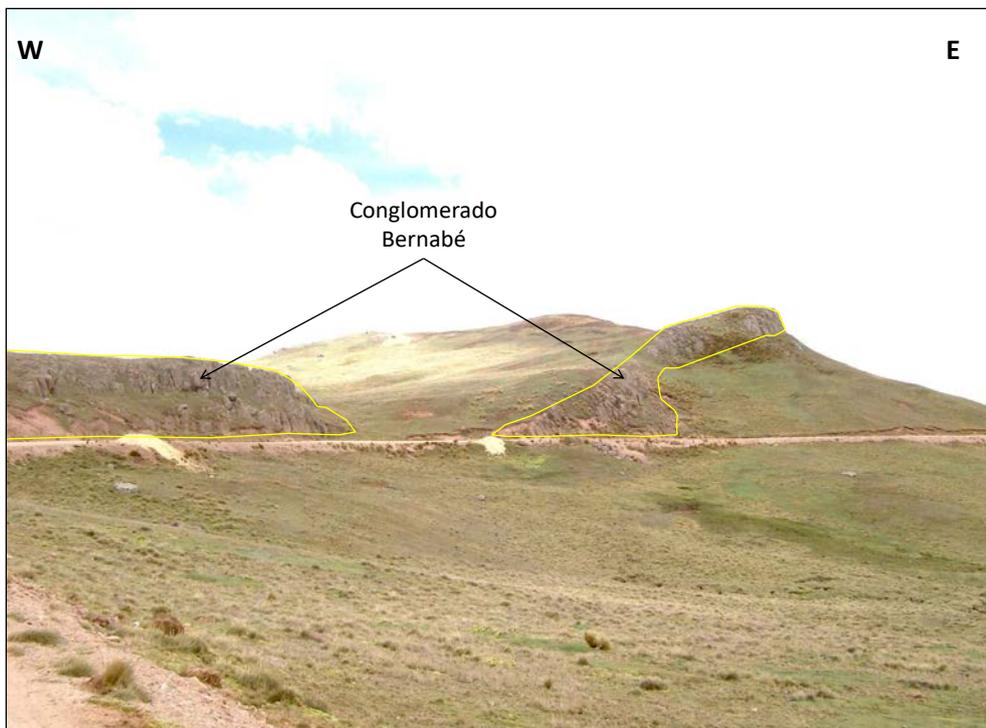


Figura N°3.2: Las líneas de color amarillo delimitan el Conglomerado Bernabé (Horizonte Base - Formación Media del Grupo Casapalca), foto mirando al Norte.

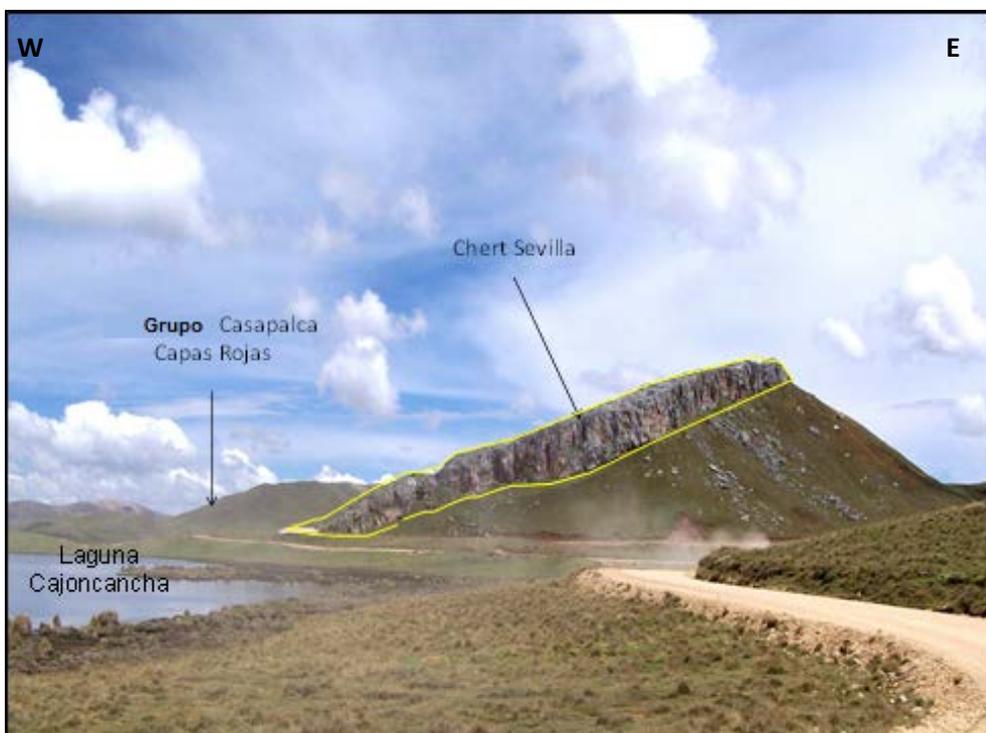


Figura N°3.3: Las líneas de color amarillo delimitan el Chert de Sevilla (Horizonte Central - Formación Media del Grupo Casapalca), foto mirando al Norte, flanco Oeste del Anticlinal Huarón – Animón.

3) **Formación Superior**

Formación principal debido a que se extiende la Veta Islay. Se divide en tres horizontes:

Horizonte Base.- En la base tiene 5 niveles de conglomerados que juntos alcanzan un espesor de 80m, los sedimentos detríticos provienen de la erosión de la Formación Media; hay grandes bloques de chert redepositados, sigue una secuencia de margas rojizas con delgados niveles de areniscas rojizas y niveles calcáreos. En total esta unidad tiene un espesor de 300m.

Horizonte Central.- Se inicia con conglomerados gruesos favorables para la mineralización, es un metalotecto importante de la región conocido como “**Conglomerado San Pedro**” (Ver Figura N°3.4), tiene clastos grandes de cuarcita y caliza. Los clastos son fácilmente reemplazados por sulfuros. Tiene un espesor de 20 a 50m. Los clastos de cuarcitas representan el 70%, las calizas, limolitas y areniscas el 30%, con matriz calcárea. Las margas que están encima del conglomerado son rojizas a gris verdosas, con algunos lechos de conglomerados polimícticos (clastos de cuarcita 65%, calizas, margas y areniscas 35%) con matriz calcárea. Hacia el tope se encuentran areniscas verdosas, margas pardas rojizas con esporádicos horizontes lenticulares de calizas.

Horizonte Techo (Quimacocha).- Tiene una alternancia de areniscas con detritos volcánicos, conglomerados intermedios, arcosas, areniscas conglomerádicas, areniscas y niveles calcáreos chérticos de 30m y areniscas margosas.



Figura N°3.4: Nótese el Conglomerado San Pedro (Horizonte Central - Formación Superior del Grupo Casapalca) sobreyace discordantemente sobre sedimentos conformados por areniscas y limolitas (Horizonte Base – Formación Superior del Grupo Casapalca). Vista Mirando hacia el Noreste.

3.2 Rocas Volcánicas

3.2.1 Terciario Medio (Oligoceno - Mioceno)

GRUPO CALIPUY

En el sector Este del área existen afloramientos de derrames lávicos y piroclastos de naturaleza dacíticas y ríolíticas de color gris blanquecinos, presentan una pseudo estratificación (Ver Figura N°3.5). La pseudo estratificación se encuentra discordante a las rocas sedimentarias y carbonatadas de la Formación Casapalca extendiéndose más hacia el Oeste y la divisoria de aguas de Antajirca (cerca al prospecto Don Miguel).

3.2.2 Terciario Superior (Plioceno)

VOLCÁNICOS HUAYLLAY

Está compuesto por tufos grises, brechas y cenizas volcánicas de carácter ácido, riolitas y riolacitas, de grano grueso, de color gris marrón claro. Presenta estructura fluidal y hay presencia de cuarzos bipiramidales de 1 a 5mm y cristales de biotita.

En algunas zonas hay ignimbritas. En la zona de Huayllay, La Calera y Canchacucho, los volcánicos Huayllay cubren gran extensión de terreno (16Km de largo NS y 0.7Km de ancho EW), con formas caprichosas, producto del intemperismo y erosión, conjugados con sistemas de disyunción columnar. Suprayace a las Capas Rojas superiores en discordancia angular.

3.2.3 Cuaternario

DEPÓSITOS RECIENTES

Generalmente son depósitos fluvioglaciares como morrenas, turbales y conos de escombros que cubren las partes bajas.



Figura N°3.5: Las líneas de color amarillo delimitan las rocas del Volcánico Calipuy que suprayace al intrusivo de composición Cuarzo-Monzonita. Foto mirando al Este de la Mina Islay.

3.3 Rocas Intrusivas (Oligoceno)

Al Este de la propiedad aflora un Stock intrusivo de composición cuarzo monzonita (Ver Figura N°3.5), que corta a las rocas clásticas y carbonatadas del Grupo Casapalca. El afloramiento presenta una forma tabular con dirección paralela a la estratificación (N 10-20° W), este Stock no ha originado ningún tipo de alteración en el contacto con las margas, areniscas y conglomerados aflorantes en el sector.

El relajamiento de las fuerzas tectónicas compresionales preintrusivas en el anticlinal Animón – Huarón y la acción del rebote elástico, concentrado a lo largo de la zona axial longitudinal y de la zona axial transversal (parte convexa del anticlinal flexionado) originaron zonas de tensión o de debilidad a lo largo de los cuales se produjeron rupturas en el anticlinal. Estas fracturas sirvieron posteriormente de canales de circulación y de precipitación de los fluidos ígneos de composición monzonítica cuarcífera y se formaron diques axiales longitudinales y transversales.

- Los diques axiales transversales intruyen la parte oriental del anticlinal. En esta zona se observan diques orientados en dirección E-W y N85°W distribuidos en una zona de 300m de ancho. Hacia el Este los diques se adelgazan y se extienden por 350-400m de longitud.

- Los diques axiales longitudinales se presentan como un enjambre de diques dentro de un cuerpo lenticular, cuya parte más ancha tiene 1.4km y se orienta al N25°W. Esta parte se adelgaza progresivamente en su recorrido de 3 Km al norte y de 5 Km hacia el Sur. Los diques axiales longitudinales muestran una duplicación en los afloramientos debido a la acción de fallas normales de edad post intrusiva y premineral, las cuales se originaron durante el movimiento de ascensión de la parte central del anticlinal Animón de doble hundimiento. El ancho de los diques longitudinales en superficie y en la parte central alcanza hasta 350m, en profundidad tienden a adelgazarse y a buzarse 85°-88° W.

En la zona central del anticlinal los diques axiales longitudinales y los diques axiales transversales se unen, adquieren su mayor potencia y son más abundantes.

Los diques longitudinales y transversales han desplazado muy pocos metros a los horizontes litológicos y no han producido metamorfismo de contacto en las rocas encajonantes.

La acción de las soluciones hidrotermales post intrusivas han producido seritización, caolinización y fuerte piritización en los diques, por los cuales las texturas y la composición modal de los intrusivos son difíciles de visualizar.

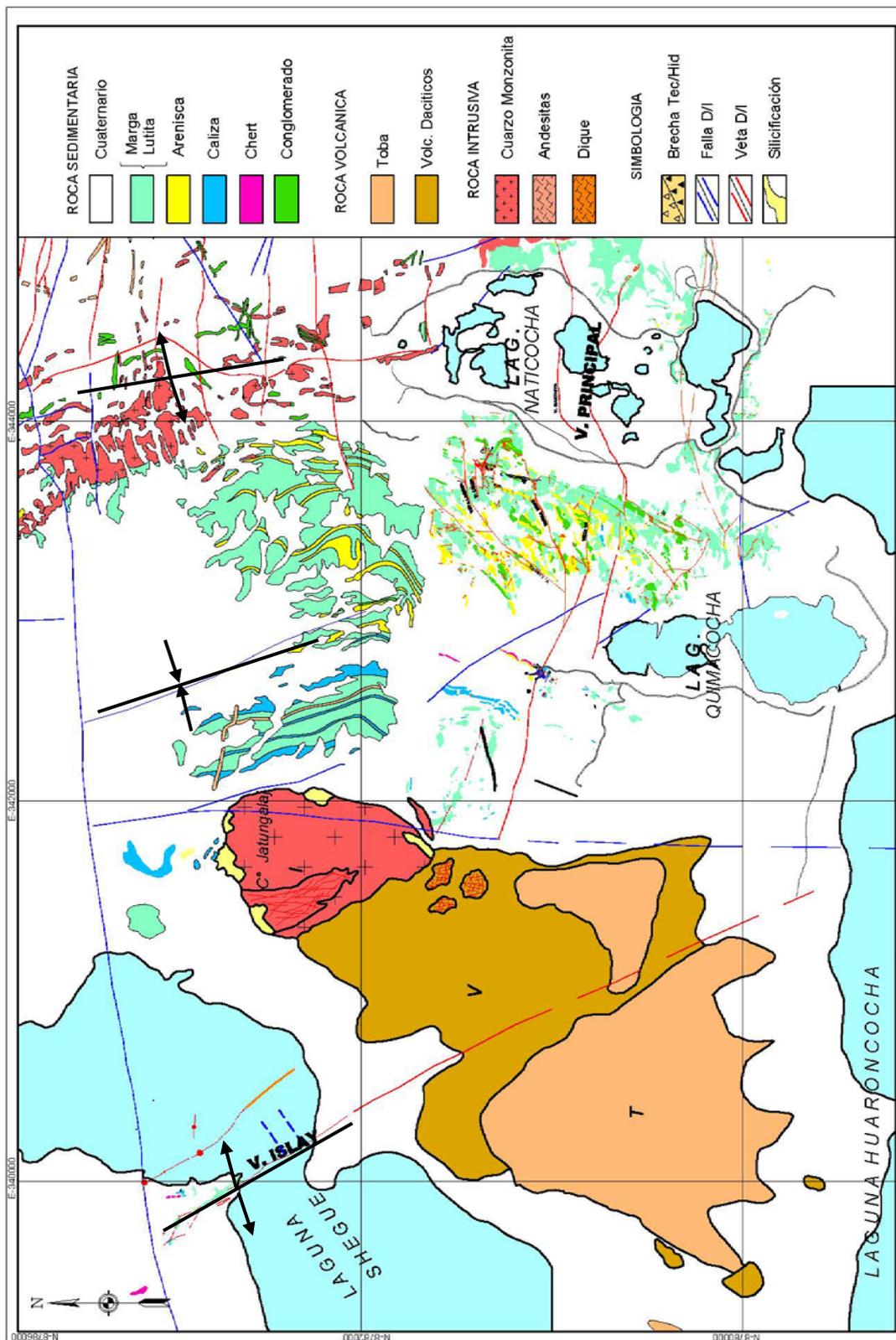


Figura N°3.7: Plano Geológico Distrital Islay (Ref. Área de Geología- Chungar).

CAPITULO IV

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El dominio estructural está definido por el anticlinal Animón - Huarón, con eje de rumbo N 30° W (orientación andina). En el flanco occidental los estratos buzanan en promedio entre 30° a 40° al NW, la estructura tiene una longitud de 5Km.

Próximo al tajo Quimacocha (500m al NE de la Laguna Quimacocha, ver Figura N°3.7), se ha podido reconocer una falla (relacionada a la mineralización) de rumbo N 70° W, y buzamiento 80°-85° SW, presenta un lineamiento continuo hasta la mina Islay (hacia el Oeste) y al lado Este de la Laguna Naticocha. La Veta Principal de la mina Animón es una falla importante, tiene un rumbo promedio de N 75°- 80° W, y buzamiento de 80° – 85° NE. Las vetas tensionales asociadas a la Veta Principal de Animón, estarían comprendidas dentro de un sistema de abertura de dilatación extensional, con una orientación NNE y los fallamientos de orientación EW están relacionados a las estructuras principales. Finalmente existen fracturas de orientación antiandina asociadas a la tectónica compresiva regional que afecto el área Animón - Islay.

4.1 Plegamiento

Por esfuerzos compresivos Este-Oeste de la tectónica Andina, los sedimentos Pre-Terciarios y Terciarios han sido fuertemente plegados en estructuras que se orientan al N25°W. La manifestación tectónica principal de la zona es el anticlinal de Animón-Huarón.

Las dimensiones del anticlinal son de 20Km a lo largo de la zona axial longitudinal y 6Km a lo largo de la zona axial transversal (se toma como horizonte guía el techo del chert Córdova). A 3.5Km al Oeste del anticlinal de Animón-Huarón se ubica el sinclinal de Quimacocha y unos 3Km mas al Oeste está el anticlinal de Islay, cuyo plano axial es paralelo al anticlinal de Animón-Huarón (Ver figura N°3.7).

La geometría del anticlinal ha sido originada por una deformación cómica en respuesta a fuerzas tectónicas dirigidas hacia el Este y hacia arriba, la resultante mayor orientada a N65°E fue aplicada en la parte central del distrito y la resultante intermedia fue dirigida hacia arriba.

La ausencia de fracturas pre-intrusivas tensionales y de cizallamiento indican que la deformación del anticlinal se efectuó dentro de los límites elásticos específicos que caracterizan a las unidades litológicas, por lo tanto la acumulación de una enorme energía, en estado latente dentro de la estructura fue el efecto relacionado a la acción de los esfuerzos de compresión en épocas pre-intrusivas.

4.2 Sistema de Fracturas

En épocas posteriores al emplazamiento de los diques axiales, el anticlinal de Animón-Huarón fue nuevamente comprimido por fuerzas dómicas cuya principal resultante fue orientada al S80°E y hacia arriba. Estas fuerzas sobrepasaron el límite elástico de las formaciones litológicas y dieron origen al fracturamiento transversal y longitudinal del anticlinal y al desplazamiento ascensional de la parte central del distrito.

El fracturamiento se realizó mediante dos conjuntos de fracturas preminerales. El conjunto transversal orientado en dirección E-W y el conjunto longitudinal orientado en la dirección N-S (Ver Figura N°4.1).

- 1) El primer conjunto (Transversal E-W) se caracteriza por presentar 2 sistemas de fracturas que tienden a converger en profundidad:

El primer sistema buza 70°-80°N y se localiza en la parte media y Sur del distrito. A este sistema pertenecen una gran cantidad de fracturas, entre las que se encuentran las fracturas inversas mineralizadas de la Veta Principal.

El segundo sistema buza 80°-90°S y se localiza en la parte Norte. Tiene pocas fracturas, entre las que se encuentran las fracturas inversas mineralizadas. Hacia la parte de Quimacocha se tiene mayor número de fracturas inversas mineralizadas que buza 55°-65°S.

Mayormente debido a que las fuerzas de compresión Este-Oeste formadores del anticlinal de Huarón ocasionaron fallas longitudinales al eje del anticlinal y luego una gran ruptura en (x) equis de cizalla, con dos fallas Naticocha-Llacsacocha y Cometa-Huaychao de diferentes edades, siendo este sistema de fallas un control característico para la mineralización.

- 2) El segundo conjunto (Longitudinal N-S) es un sistema de fracturas orientadas en dirección Norte-Sur que buzan 40°-55° al Oeste, se caracterizan por ser fracturas pre-minerales concordantes con la estratificación.

El desplazamiento total se distribuye en varias fracturas. El desplazamiento relativo entre las paredes de cada fractura es de bastante magnitud; produce una situación de favorabilidad para la extensión y persistencia tanto lateral como en profundidad del fracturamiento pre-mineral. Los fracturamientos post-minerales han sido de mucho menor magnitud que los pre-minerales y generalmente se han efectuado en forma concordante con los fracturamientos pre-minerales.

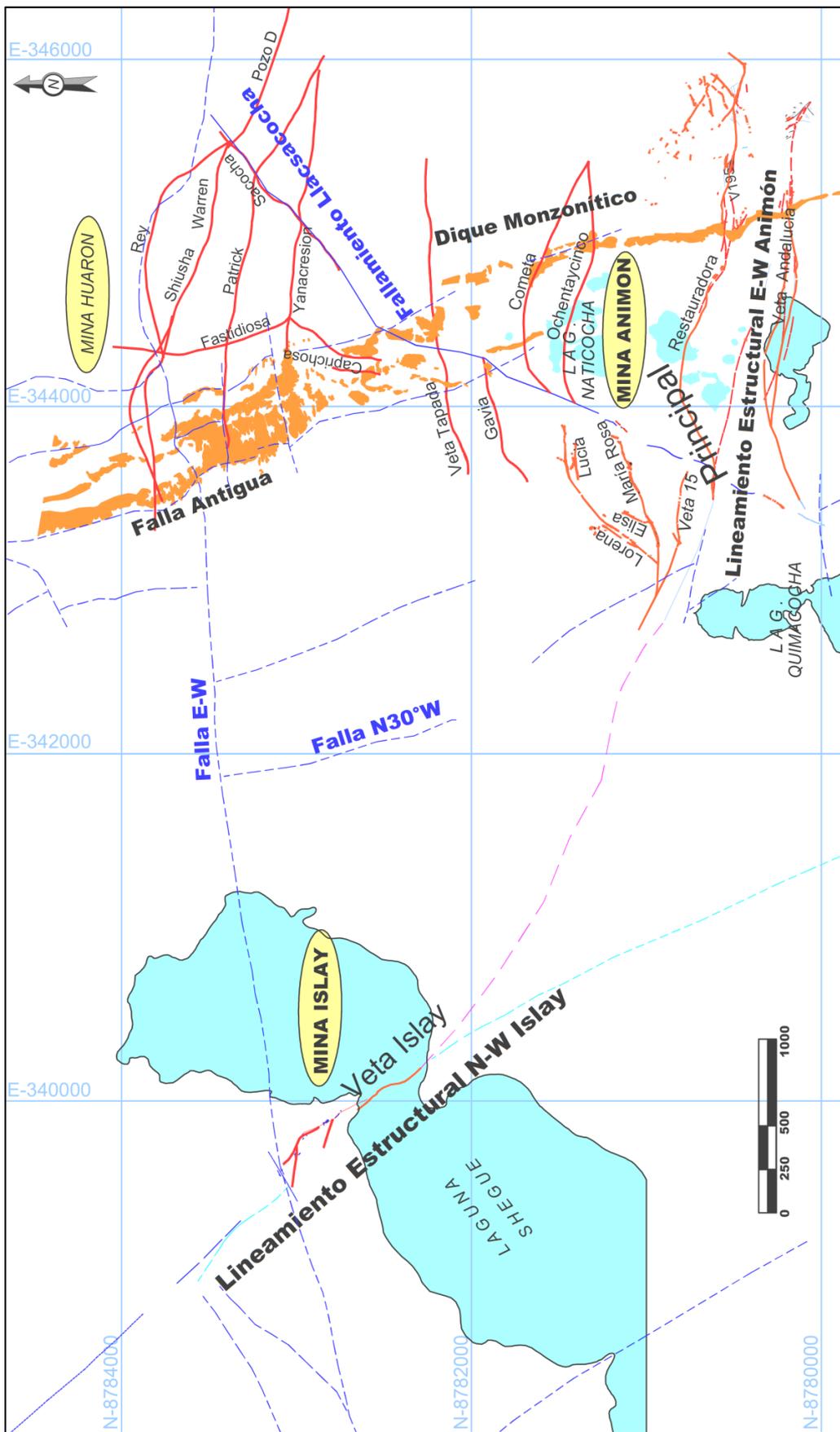


Figura N°4.1: Lineamiento de la Veta Islay con la Veta Principal de Animón.

CAPITULO V

MINERALOGÍA DEL YACIMIENTO

5.1 Mineralización

Inmediatamente después de la formación de las primeras fracturas pre-minerales que se iniciaron en la parte central de la zona de trabajo, las soluciones hidrotermales primitivas las invadieron y circularon a lo largo de las fracturas a temperaturas relativamente altas. Los compuestos llevados en solución fueron precipitados en el siguiente orden paragenético: cuarzo lechoso, pirita, enargita y tetraedrita. La enargita es abundante en las partes centrales del distrito y la tetraedrita menos abundante.

La precipitación se realizó en un tiempo relativamente prolongado, lo que permitió la formación de cristales de diámetros medianos. En respuesta a pulsaciones tectónicas adicionales se reabrieron y ampliaron las fracturas existentes y se formaron nuevas fracturas adyacentes. También se produjo nueva actividad magmática, con la consecuente inyección de un segundo ciclo de mineralización a mediana temperatura.

El movimiento diferencial de las cajas permitió que los precipitados del primer ciclo fueron brechados, intruidos y cementados por los minerales de la segunda etapa de mineralización, cuyo orden paragenético es el siguiente: cuarzo lechoso, pirita, marmatita y galena.

El tiempo de precipitación del segundo ciclo fue más prolongado que en el primer ciclo y el enfriamiento fue más lento, por lo cual se tienen cristales de mayor diámetro. Este tipo de mineralización ha contribuido con el 50-60% del volumen total de los precipitados minerales.

La renovación de la actividad tectónica en una época posterior a la consolidación de los precipitados del segundo ciclo permitió que la parte central del anticlinal Animón – Huarón, se elevara aún más, las fracturas preexistentes se alargaran y profundizaran, formando nuevas estructuras. El brechamiento y el consecuente aumento en la permeabilidad de los minerales depositados facilitaron la circulación de nuevas soluciones hidrotermales de baja temperatura. Los precipitados respectivos presentan texturas colomorfas, botroidales y una cristalización fina, que indica una precipitación rápida en un tiempo relativamente corto. Lo característico de este ciclo es la precipitación abundante y continua de carbonatos, se inicia con la siderita y evolucionan gradualmente a dolomita, rodocrosita y calcita. Pertenecen a este ciclo además de los carbonatos, la baritina, esfalerita, galena y calcopirita.

Posterior a la precipitación de la esfalerita y galena de la tercera fase de mineralización se inició una débil lixiviación hipógena que produjo una disolución parcial en los cristales y en las paredes de pequeñas fracturas (Ver Tabla N°01).

5.2 Geometría de los Cuerpos Mineralizados

La geometría de los depósitos del yacimiento de Islay están constituidos por estructuras vetiformes (vetas), cuerpos mineralizados (bolsonadas) y afloramientos.

5.2.1 Estructuras Vetiformes (Vetas)

Las Vetas son las fracturas preliminares que han sido rellenadas con minerales de Fe, Cu, Zn, Pb y Ag. Son más de 50 las Vetas que afloran en Animón-Islay-Huarón. Las vetas más importantes proyectadas y desarrolladas en Animón son 4, en Islay 3 y en Huarón 25. Estos depósitos contienen el mayor volumen de la mineralización económica del distrito. La amplitud de los desarrollos horizontales en cada una de las estructuras va desde centimétricas en las Vetas de menor importancia como la Veta Nor-Este y con 300-1800m en las Vetas de mayor importancia como la Veta Principal. Estos depósitos afloran parcialmente, pero gracias a la información de perforación diamantina y desarrollo de galerías, se sabe que llegan a una profundidad de 550m en Huarón, en Animón hasta 330m y en Islay hasta 200m. La potencia de las Vetas varía desde unas decenas de centímetros hasta 8-10 metros.

Las Vetas al cruzar los diques monzoníticos tienden a ramificarse y al ingresar a los conglomerados reemplazan a clastos calcáreos. Muy pocas Vetas han sido disturbadas por fallamientos post-mineral transversal o concordante, la fuerte alteración hidrotermal de las cajas (caolinización y silicificación) está relacionada al 1er y 2do ciclo de mineralización.

La mineralización en Islay consiste en un relleno irregular de carbonatos emplazados en fallamiento de cizalla, la mineralización consiste de sulfuros base (Pb, Zn, Cu), y Platas Rojas, dispersos en el relleno carbonatado. Las vetas hasta ahora reconocidas en Islay son tres (Ver Figura N°5.2):

1. La Veta Islay Piso es la más importante con 600m de largo y 250m de profundidad, buzamiento al Sur, rumbo NW-SE y potencias que llegan hasta 14m.
2. La segunda en importancia es la Veta Islay con 250m de largo y sus dos ramales que se encuentran en el extremo NW.
3. La Veta Islay Techo también conocida como Veta Fluorita, es una ramificación de la Veta Islay, con mayor potencia al norte.



Figura N°5.1: Muestra de mano de la Veta Islay, con presencia de galena, esfalerita, platas rojas escasa, calcita y rodocrosita.

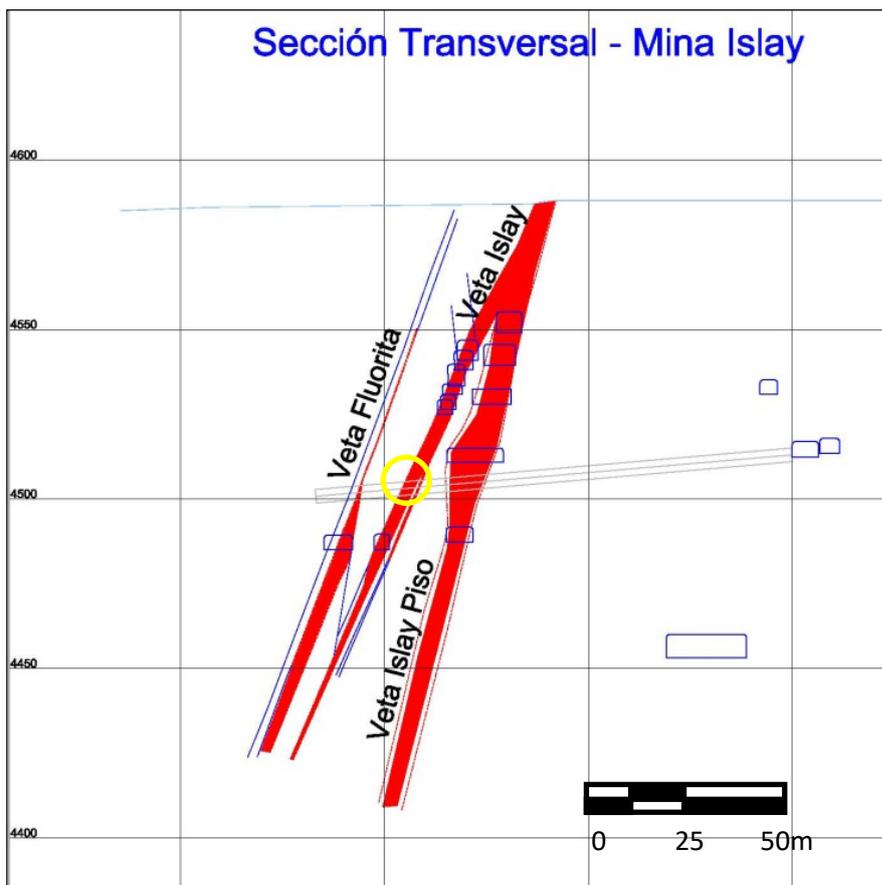


Figura N°5.2: La mineralización se presenta con altos valores de Ag en la parte superior y disminuye rápidamente en profundidad.



Figura N°5.3: Nótese la Veta Islay delimitada con líneas amarillas, con venillas de calcita y rodocrosita, se observa la textura brechada en marga gris.

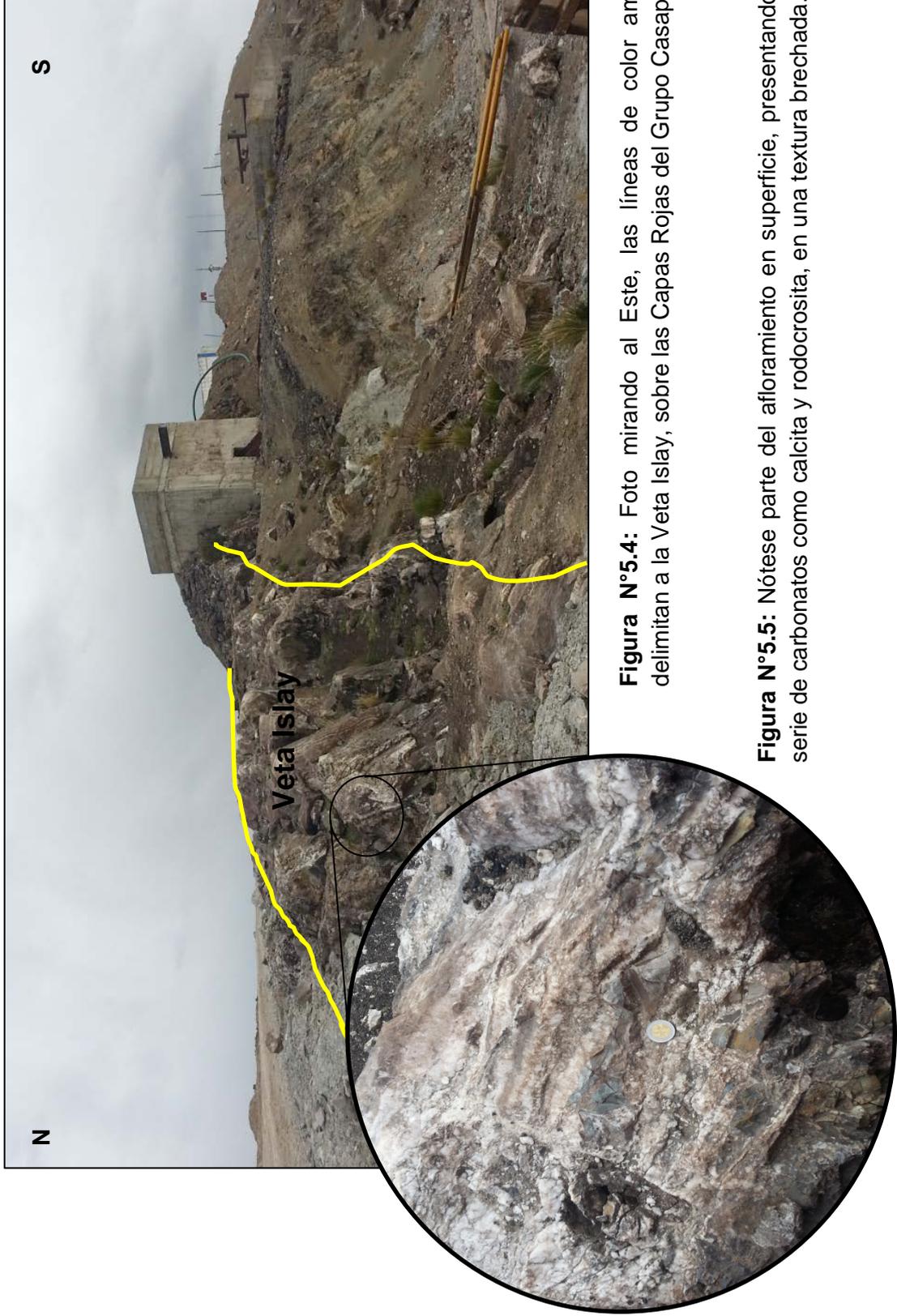


Figura N°5.4: Foto mirando al Este, las líneas de color amarillo delimitan a la Veta Islay, sobre las Capas Rojas del Grupo Casapalca.

Figura N°5.5: Nótese parte del afloramiento en superficie, presentando una serie de carbonatos como calcita y rodocrosita, en una textura brechada.

5.2.2 Cuerpos Mineralizados (Bolsonadas)

Se postula que los esfuerzos compresivos formadores del anticlinal de Animón-Huarón han actuado de maneras diferentes de Este-Oeste y viceversa en Animón, con un mayor relajamiento o movimientos distensivos hacia el Oeste ayudadas por la reapertura de fracturas pre existente. Esto dio lugar a una gran ramificación de grietas y su posterior mineralización.

Las bolsonadas o cuerpos mineralizados se ubican en la parte Norte de la Veta Islay y se han formado en el área de intersección de las Vetas E-W con el posible conglomerado Bernabé. Estos cuerpos mineralizados tienen contornos horizontales irregulares y elongados en dirección Este-Oeste. La mineralización en los conglomerados se presenta diseminada y de reemplazamiento de la matriz calcárea.

5.2.3 Afloramientos

En Islay el reconocimiento y cartografía de mantos se ha realizado en superficie al Este de la Veta Islay, también hay labores y sondajes diamantinos. El afloramiento ubicado es una isla de caliza silicificada, se postula que es un horizonte de un manto, la observación minuciosa indica que tiene rumbo N45°W y buzamiento 60°SW, presenta venillas de cuarzo y calcita, puntos de galena y esfalerita. Los minerales se encuentran fuertemente lixiviados. El protolito es una caliza silicificada en partes con oquedades y compacta en otras (Ver Figura N°5.6).

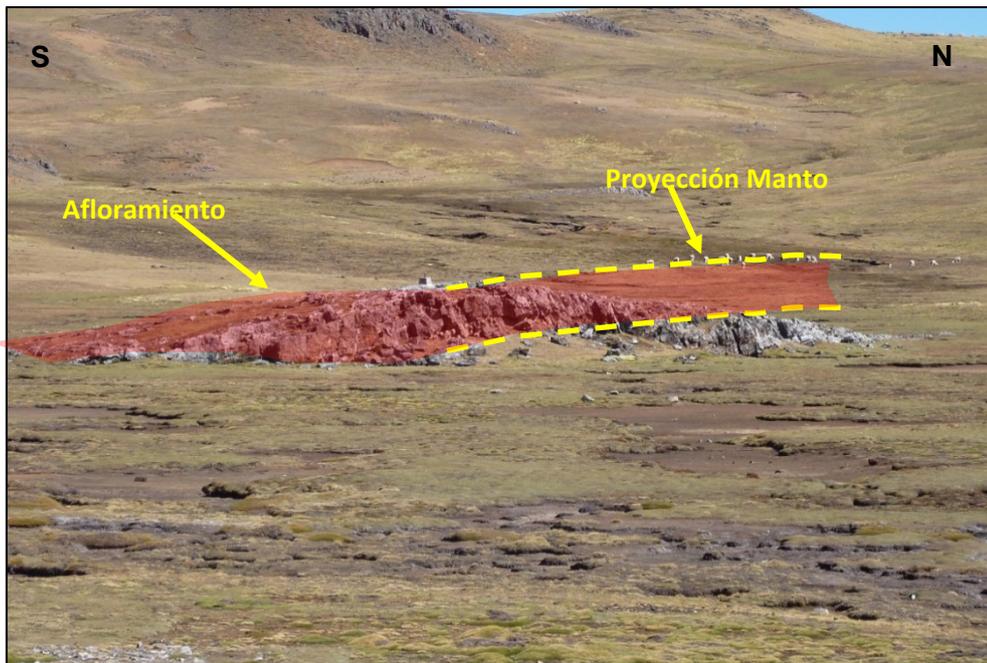


Figura N°5.6: Manto aflorando en el bloque Oeste con respecto a la Veta Islay, constituido por caliza silicificada con presencia de mineralización de gn y ef.



Figura N°5.7: Nótese la caliza gris silicificada con pequeños nódulos de chert, del Grupo Casapalca, dentro del cuerpo de mineralizado con trazas de gn y ef.

5.3 Zoneamiento

En el distrito minero Animón-Huarón-Islay, los precipitados de los diferentes ciclos de mineralización se han distribuido en zonas concéntricas tridimensionales asimétricas.

Los minerales de mayor temperatura, correspondientes al 1er ciclo de mineralización, se ubican en la parte central y se caracterizan por estar distribuidos en dos subzonas: Una en la parte central o núcleo compuesto esencialmente de pirita y otra que rodea a la anterior compuesta de abundante pirita-tetraedrita.

Los minerales de mediana temperatura, correspondientes al 2do ciclo de mineralización, se ubican en la zona intermedia. Estos precipitados intruyen y traslapan a los minerales del 1er ciclo y originan las asociaciones de minerales de cobre-zinc y plomo o minerales triples. El mineral característico es la marmatita acompañada de pirita y de poca galena. En este ciclo se ubican la mayor cantidad de depósitos minerales del distrito.

Los minerales de baja temperatura que han sido originados durante el 3er ciclo de mineralización, se han precipitado en las fracturas más jóvenes de la periferia del distrito. Estos precipitados conforman la zona exterior de mineralización, los minerales típicos son esfalerita, galena en megacristales y ganga botroidales de siderita, baritina y rodocrosita. Debido a las reaperturas de las fracturas, los precipitados del tercer ciclo han traslapado a las zonas ocupadas por los precipitados anteriores.

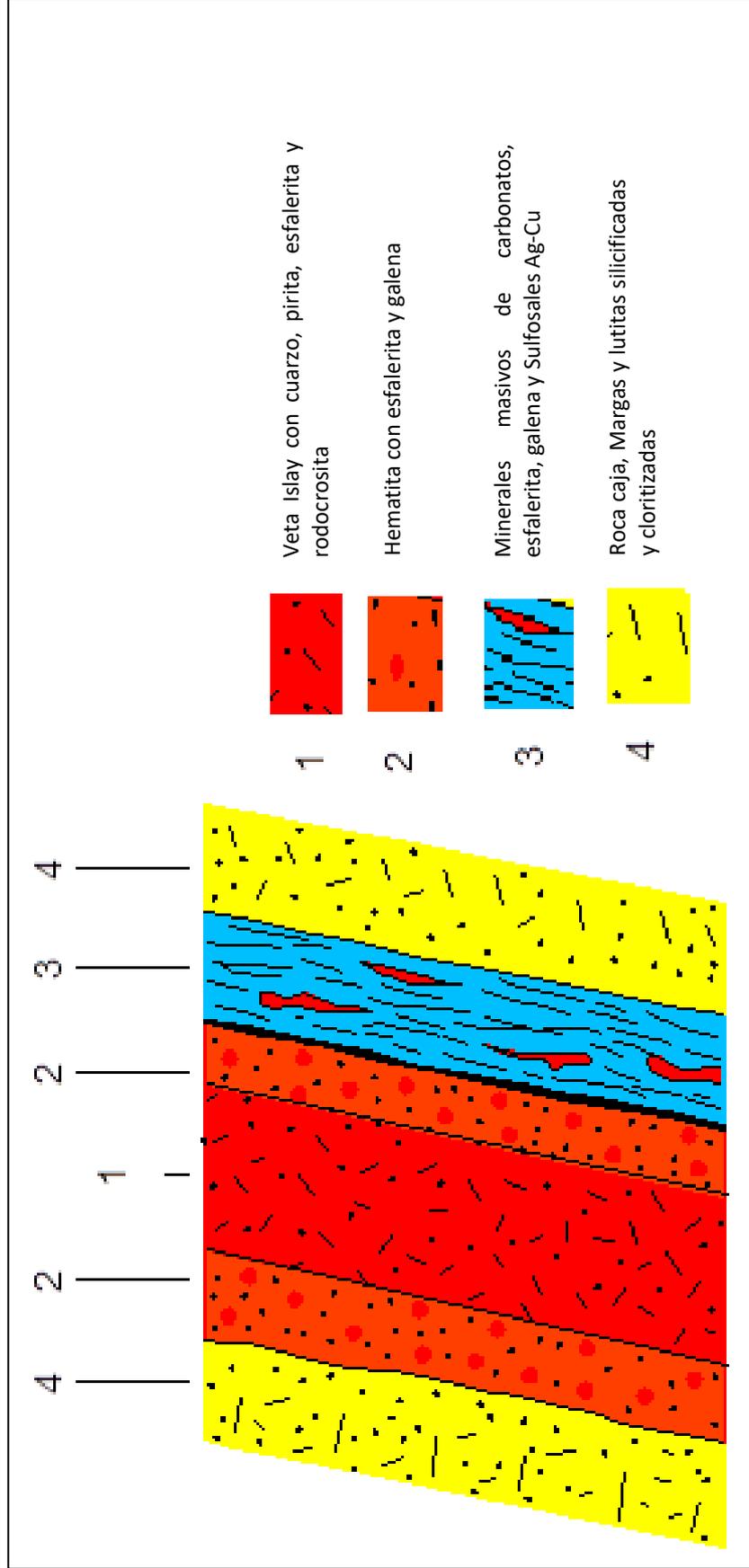


Figura N°5.8: En el corte esquemático se muestra el comportamiento diferenciado del emplazamiento de los fluidos mineralizantes al atravesar distintos tipos de roca (zonación mineralógica).



Figura N°5.9: Muestra de la Veta Islay: rodocrosita, cuarzo, galena argentífera, esfalerita, pirita, óxidos de fierro y de manganeso.



Figura N°5.10: Muestra de la Veta Islay: galena argentífera, ef. y platas rojas.

5.4 Alteración Hidrotermal

El primer ciclo de mineralización está asociado a una alteración zonada de las rocas: alteración sílice-potásica muy cerca de las Vetas y una alteración propilítica en la periferia. El segundo ciclo de mineralización está asociado a una alteración argílica y silicificación con epidotización. El tercer ciclo de mineralización está asociado a una alteración argílica avanzada a pervasiva. A continuación se describe con detalle las alteraciones presentes en el Yacimiento.

5.4.1 Silicificación

Es una de las alteraciones más notorias y da mayor dureza a las margas. La silificación en los horizontes de chert es característica porque es favorable para la diseminación de sulfuros de mena. (Ver Figura N°5.11).

5.4.2 Piritización

Determinada por la presencia de piritita diseminada en las rocas encajonantes, esta alteración es menor en rocas compactadas y duras como cuarcitas y mayor en margas, conglomerados y rocas monzoníticas.

5.4.3 Cloritización

Es una característica propia de las margas del Grupo Casapalca dándole una tonalidad verdosa (Ver Figura N°5.11).

5.4.4 Caolinización

Debido a la alteración de los feldespatos de la monzonita, se forma el caolín de color blanquecino.

5.4.5 Dolomitización

Es poco frecuente en la zona de estudio (Huarón), donde ocurre un proceso de reemplazamiento de la calcita (CaCO_3) por dolomitas ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), Cambiando la roca original de Marga o Caliza a Dolomías.



Figura N°5.11: Nótese la marga de color verdoso con fuerte Silicificación y moderada Cloritización.

5.5 Secuencia Paragenética

Los principales minerales de mena predominantes en el sector son esfalerita, galena, calcopirita y tetraedrita que son los minerales que aportan Zn, Pb, Cu, y Ag. Como ganga se presenta principalmente calcita, cuarzo, rodocrosita, baritina y algo de pirita.

La esfalerita es el mineral más abundante y ocurre en forma masiva e íntimamente asociada a la calcopirita de primera generación.

La alteración se circunscribe al contacto entre estructura y caja, en las que se pueden observar zonas de silicificación, argilización, cloritización y dolomitización, con presencia de venilleo de pirita-cuarzo en ciertos casos. La alteración alcanza una potencia promedio de 50cm al contacto con estructuras de potencias anchas definidas. Las alteraciones se hacen más potentes dentro de las ramificaciones de las vetas. En superficie, las alteraciones se restringen al afloramiento de estructuras. En el caso de Quimacocha, se observa una moderada a fuerte dolomitización a manera de cuerpo pero siempre relacionada a la existencia de fracturamiento.

Es importante mencionar que los óxidos de Mn y Fe presentes en las estructuras en superficie (valores altos de Manganeso), indican una relación directa entre intemperismo y las vetas.

5.5.1 Eventos de Mineralización

La circulación de soluciones hidrotermales en diferentes épocas y posteriores a las respectivas reaperturas de cajas, formación de brechas y desarrollo de nuevas fracturas han originado 3 ciclos de precipitación mineral que se atribuyen esencialmente a la disminución en el contenido energético de las rocas ígneas de la zona de trabajo (Ver Tabla N°01).

Primer Flujo Mineralizante

Las soluciones hidrotermales primitivas que circulan por las primeras fracturas, que se encuentran en la parte central del distrito a temperaturas relativamente altas, depositaron en las fracturas originales cuarzo lechoso, pirita, enargita, tenantita, tetraedrita.

Segundo Flujo Mineralizante

Las pulsaciones tectónicas adicionales permitieron la reapertura y ampliación de las fracturas pre-existentes y formación de otras en forma adyacente, se produjo una nueva actividad magmática con la consecuente inyección del segundo flujo mineralizante a temperatura relativamente media, con el siguiente orden: cuarzo lechoso, pirita, marmatita, probablemente el tiempo de precipitación fue más prolongado y de enfriamiento más lento, por lo que se observan cristales de grano grueso.

Tercer Flujo Mineralizante

La reactivación tectónica en una época posterior, permitió que la parte central de la zona de trabajo, se debilitara aún más y las fracturas pre-existentes se alargaran y profundizaran en forma adicional y se formaran nuevas fracturas. El brechamiento y permeabilidad de los minerales depositados permitió la circulación de nuevas soluciones hidrotermales de baja temperatura, con la precipitación de carbonatos que se inicia con la siderita y evoluciones a dolomita, rodocrosita y calcita, además de baritina, esfalerita, tetraedrita, calcopirita y finalmente proustita.

5.5.2 Tabla de Secuencia Paragenética

La secuencia paragenética tiene tres ciclos (Ver Tabla N°01) que se mencionan a continuación:

- Primer ciclo, se precipitan minerales de alta temperatura (cuarzo lechoso, pirita, tetraedrita, tenantita).
- Segundo ciclo, minerales de mediana temperatura (cuarzo lechoso, pirita, marmatita y galena)
- Tercer ciclo, minerales de baja temperatura (siderita, baritina, esfalerita rubia, galena, calcopirita, rodocrosita, cuarzo hialino y calcita).

CAPÍTULO VI

INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS

6.1 Geoquímica

En el año 2012 se ejecutaron 12 taladros desde la Veta Islay con dirección al Este, dando como resultado 2 estructuras paralelas a la Veta Islay, llamadas Estructura 1 y Estructura 2 (Ver Figura N°7.4). Sobre la Estructura 1 se hicieron campañas geoquímicas, dando como resultado las siguientes conclusiones.

Las muestras tomadas en los interceptos de los sondajes de la Estructura 1, indican que las tendencias de correlación de los elementos Ag-Zn-Pb-Cd-Cu-Sb son uniformes y/o similares mostrando una fuerte correlación lineal. En la Estructura 1 predomina la galena argentífera, esfalerita, pirita y rodocrosita.

La correlación de los elementos Ag-Zn-Pb-Cd-Cu-Sb encontrada es importante ya que sirve para comparar con las otras estructuras, buscando semejanzas y diferencias, que debe complementarse con el enfoque estructural y definir si corresponden a una o diferentes etapas de mineralización y edades.

La correlación de los elementos Ag-Zn-Pb-Cd-Cu-Sb encontrada en la estructura 1 es una firma geoquímica definida que es utilizada como control geoquímico.

Los elementos volátiles Hg y S, no están presentes ya que es una estructura que corresponde a un sistema hidrotermal en el nivel de los metales bases, habiéndose erosionado el horizonte de metales preciosos y los volátiles.

Tabla N°6.1: Se observa la buena correlación que existente entre los elementos Ag-Zn-Pb-Cd-Cu-Sb.

GEOQUIMICA Estructura 1

COEFICIENTE DE CORRELACION DE PEARSON

	Au	Ag	As	Ba	Ca	Cd	Cu	Fe	Mg	Mn	Pb	Sb	Sr	V	Zn
Au	1														
Ag	0.420	1													
As	0.786	0.232	1												
Ba	0.083	-0.271	0.227	1											
Ca	-0.395	-0.378	-0.527	-0.289	1										
Cd	0.303	0.802	0.063	-0.292	0.068	1									
Cu	0.736	0.814	0.462	-0.163	-0.316	0.618	1								
Fe	0.378	-0.130	0.443	0.580	-0.551	-0.232	0.036	1							
Mg	-0.032	-0.319	-0.098	0.518	-0.161	-0.311	-0.189	0.820	1						
Mn	-0.163	0.628	-0.267	-0.429	-0.163	0.467	0.315	-0.346	-0.285	1					
Pb	0.199	0.891	0.152	-0.335	-0.244	0.785	0.543	-0.261	-0.451	0.605	1				
Sb	0.878	0.738	0.530	-0.123	-0.366	0.573	0.948	0.153	-0.130	0.201	0.462	1			
Sr	-0.321	-0.536	-0.282	-0.108	0.888	-0.066	-0.432	-0.466	-0.246	-0.436	-0.335	-0.445	1		
V	0.190	-0.278	0.572	0.603	-0.545	-0.377	-0.150	0.552	0.211	-0.446	-0.303	-0.094	-0.183	1	
Zn	0.197	0.884	0.026	-0.260	-0.124	0.936	0.593	-0.167	-0.250	0.598	0.876	0.514	-0.303	-0.345	1

FUERTE CORRELACION Ag-Zn-Pb-Cd-Cu-Sb

RANGO DE VALORES

> 0.700

> 0.600 < 0.700

< 0.600

6.1.1 Correlaciones Graficas en Veta Islay

Las correlaciones gráficas con la modalidad de correlaciones por pares de los 4 elementos principales ayudan a tener presente los ensambles de las menas de los metales. Se observan que no son constantes los resultados en toda la veta. Casi siempre el ancho de veta no correlaciona con ningún metal.

Como la Veta Islay se dividió en 3 dominios, los gráficos de análisis de correlaciones se presentan según las poblaciones de cada dominio.

- **DOMINIO 1**

Se observa en Figura N°6.1 el Dominio 1, que existe buena correlación entre cobre-plomo. El cobre-plomo tiene correlación cercana con el zinc. La plata es una envolvente al Cu, Pb, Zn.

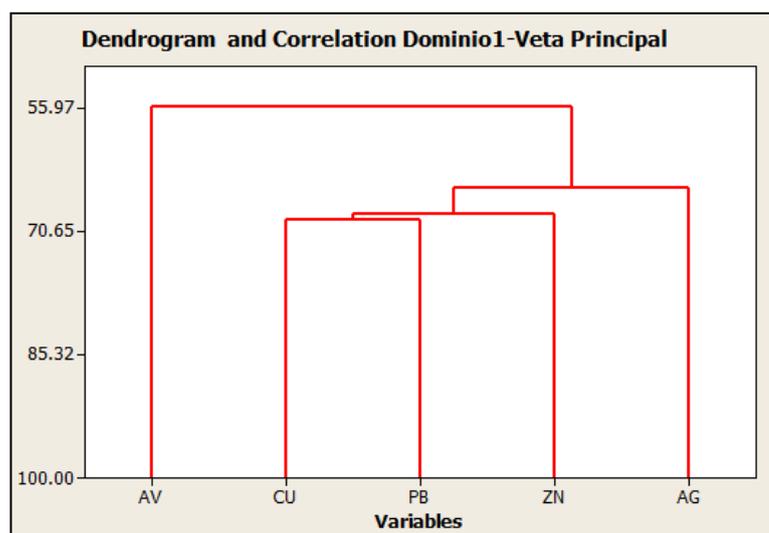


Figura N°6.1: Diagrama de Correlación {(Cu-Pb) – Zn} – Ag.

- **DOMINIO 2**

Se observa en Figura N°6.2 el Dominio 2, la mejor correlación se da entre cobre-zinc y la plata se correlaciona con ellos en menor proporción. El plomo se expone con envoltente externa.

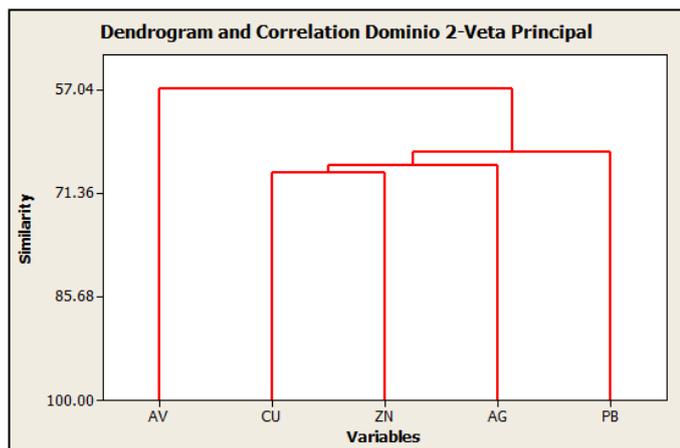


Figura N°6.2: Diagrama de Correlación {(Cu-Zn) – Ag} – Pb.

- **DOMINIO 3**

Se observa en Figura N°6.3 el Dominio 3. En el Dominio 3 a diferencia del Dominio 1 y 2 de la veta Principal, la mejor correlación se presenta entre el plomo-zinc. El cobre se manifiesta externamente y como envoltente externa se encuentra la plata.

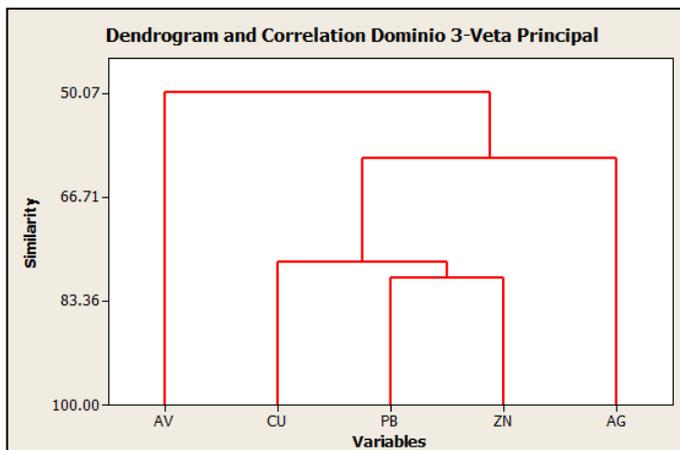


Figura N°6.3: Diagrama de Correlación {(Pb-Zn) – Cu} – Ag.

6.2 GEOFÍSICA

En la Veta Islay se hicieron campañas geofísicas en el año 2008, con el fin de obtener los parámetros físicos y el background del área.

6.2.1 Polarización Inducida (IP)

La geofísica de Resistividad IP en Veta Islay refleja una anomalía indicando una zona con un cambio de dirección más al NW de Veta Islay, en este contexto se sospecha la presencia de una falla que no aflora y que genera un desplazamiento que cortaría a todas las estructuras que vienen con el sistema Islay. Con los resultados geofísicos mostrados en la Figura N°6.4 se están planteando sondajes exploratorios para resolver las dudas.

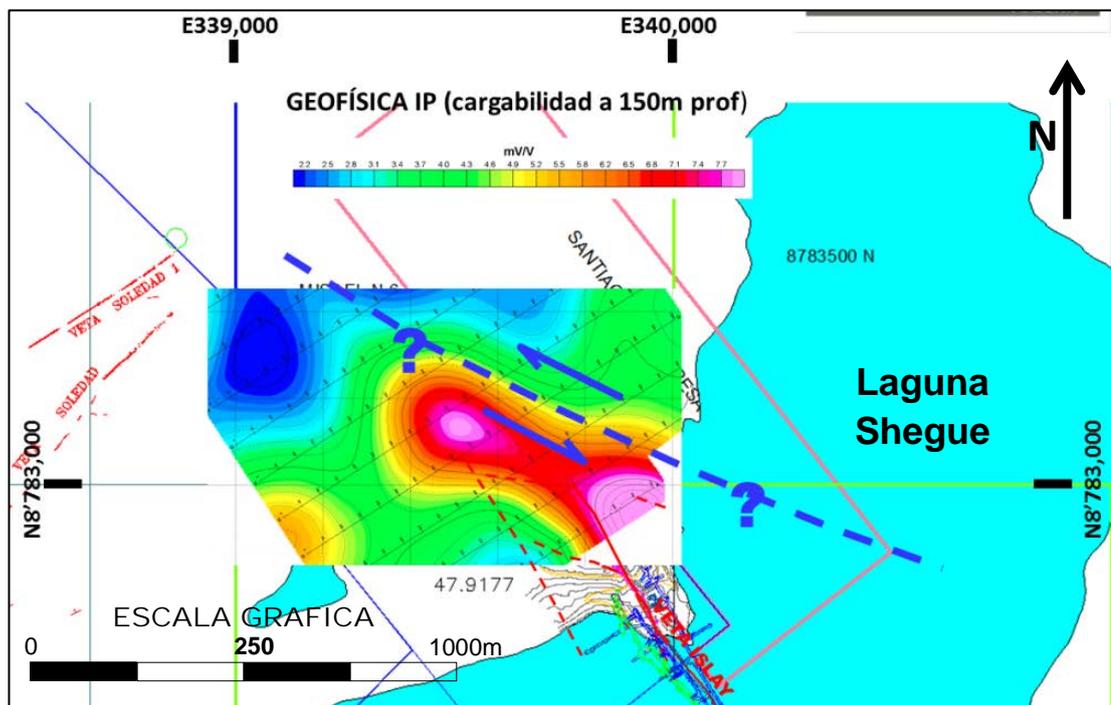


Figura N°6.4: Anomalía geofísica que podría indicar la presencia de una falla.

El objetivo primordial del estudio geofísico es determinar y confirmar las posibilidades económicas existentes en las estructuras que se proyectan sobre el yacimiento y que permita incrementar reservas a futuro.

Los estudios geofísicos también están ayudando en los siguientes aspectos:

- Ubicar estructuras paralelas a la Veta Islay.
- Cortar estructuras tensionales y explorar en profundidad su contenido mineral.
- Buscar la continuidad al NW o demostrar el límite de las veta del sistema Islay, para replantear las exploraciones en esta parte.
- Demostrar la mineralización de mantos en horizontes tales como las generadas en Manto Anita y Escondida, a partir de feeders (estructuras tensionales con dirección SE y las principales con dirección N30°W).

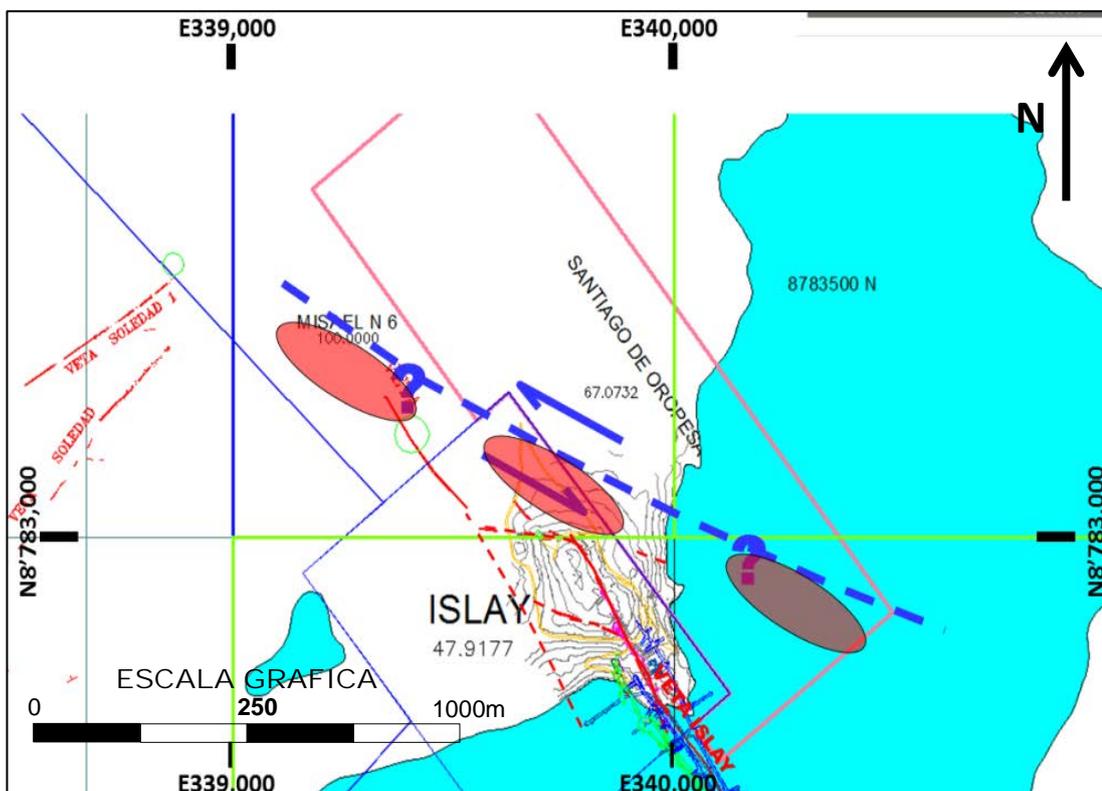


Figura N°6.5: Si la falla se confirma se podrá ubicar Jogs (corredores) mineralizados en la inflexión de las estructuras principales del sistema Islay.

Como resultado del estudio geofísico se han determinado 2 cuerpos polarizables con cargabilidades altas y capas con diferentes resistividades asociados a cambios geológicos. Se ha determinado en profundidad un cuerpo polarizable delgado con cargabilidades altas que corresponde a la Veta Islay y el segundo cuerpo que se encuentra al NE de la línea presenta las mismas características del primer cuerpo por lo que debe ser examinado con geología al detalle (Ver figura N°6.6).

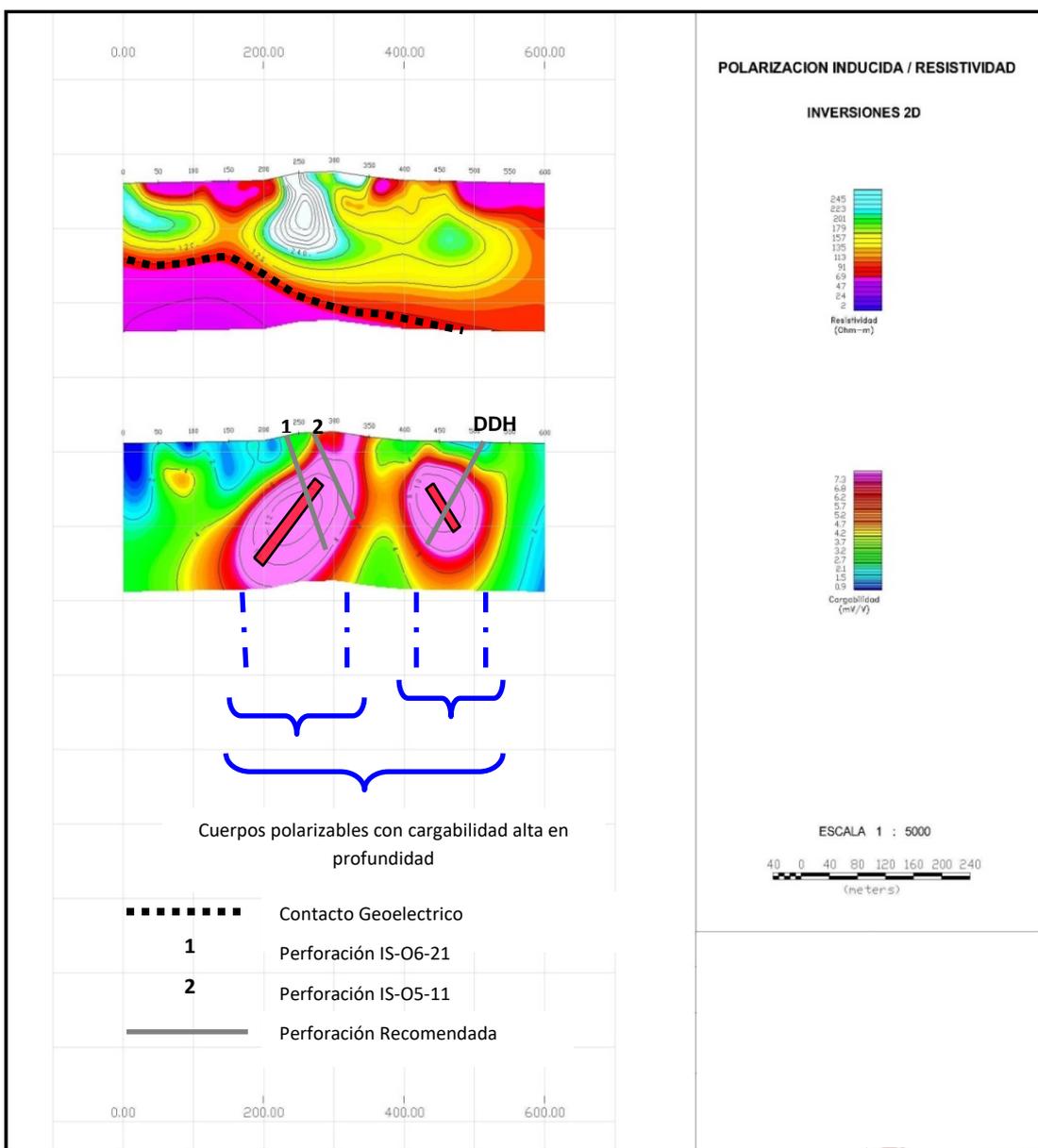


Figura N°6.6: Interpretación y Taladros recomendados.

CAPÍTULO VII

GEOLOGÍA ECONÓMICA

En la Mina Islay se realizaron estudios de los depósitos minerales y sus características en los recursos metálicos Zn, Pb, Cu y Ag, seguidamente se describen los trabajos realizados.

7.1 Control Litológico Aplicativo

Las Capas Rojas es un “Metalotecto” de gran importancia en el distrito, especialmente el conglomerado Bernabé y San Pedro que forman cuerpos de reemplazamientos al interceptarse con las Vetas de orientación Este-Oeste y relleno de fracturas Norte-Sur.

El Chert de Sevilla y el Chert de Córdova tienen cuerpos diseminados. En los estratos calcáreos de la zona de Quimacocha hay “Mantos” diseminados.

Se hizo un estudio estratigráfico en tres zonas importantes para la correlación estratigráfica y determinación de la continuidad de los estratos importantes.

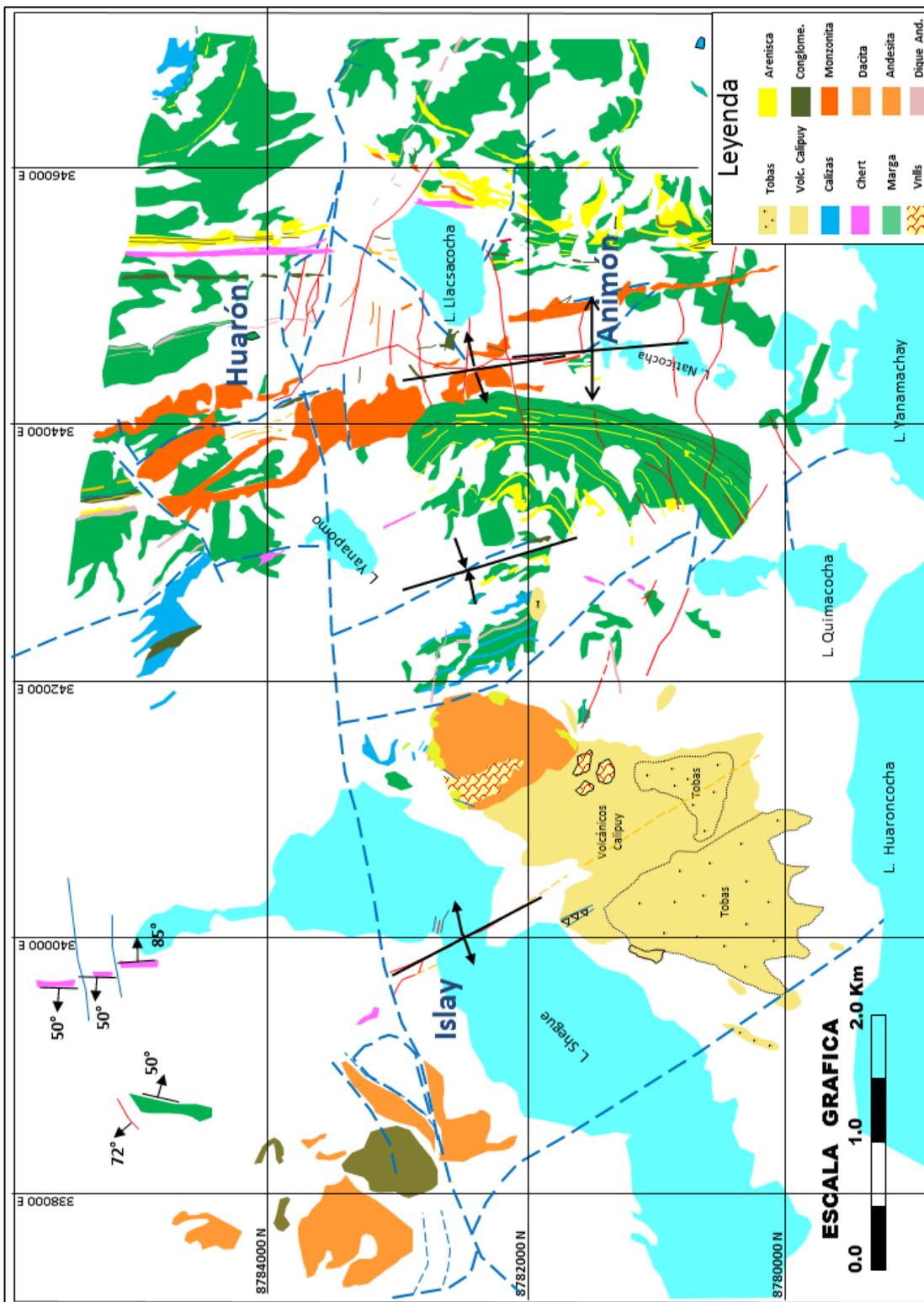


Figura N°7.1: Localización de Columnas Estratigráficas Locales.

7.1.1 Correlaciones Estratigráficas

A continuación se muestra los resultados de la correlación en las tres zonas de trabajo:

Zona Huarón - Animón: En esta zona las formaciones del Chert de Sevilla y el conglomerado han sido muy favorables teniendo las máximas leyes de Ag, Zn y Pb.

Zona Quimacocha: Se observa el chert de Sevilla sin mineralización.

Zona Islay: A Octubre de 2013 se está explotando el manto la Escondida que correlaciona con el Chert de Sevilla y aun no se llega al conglomerado San Pedro.

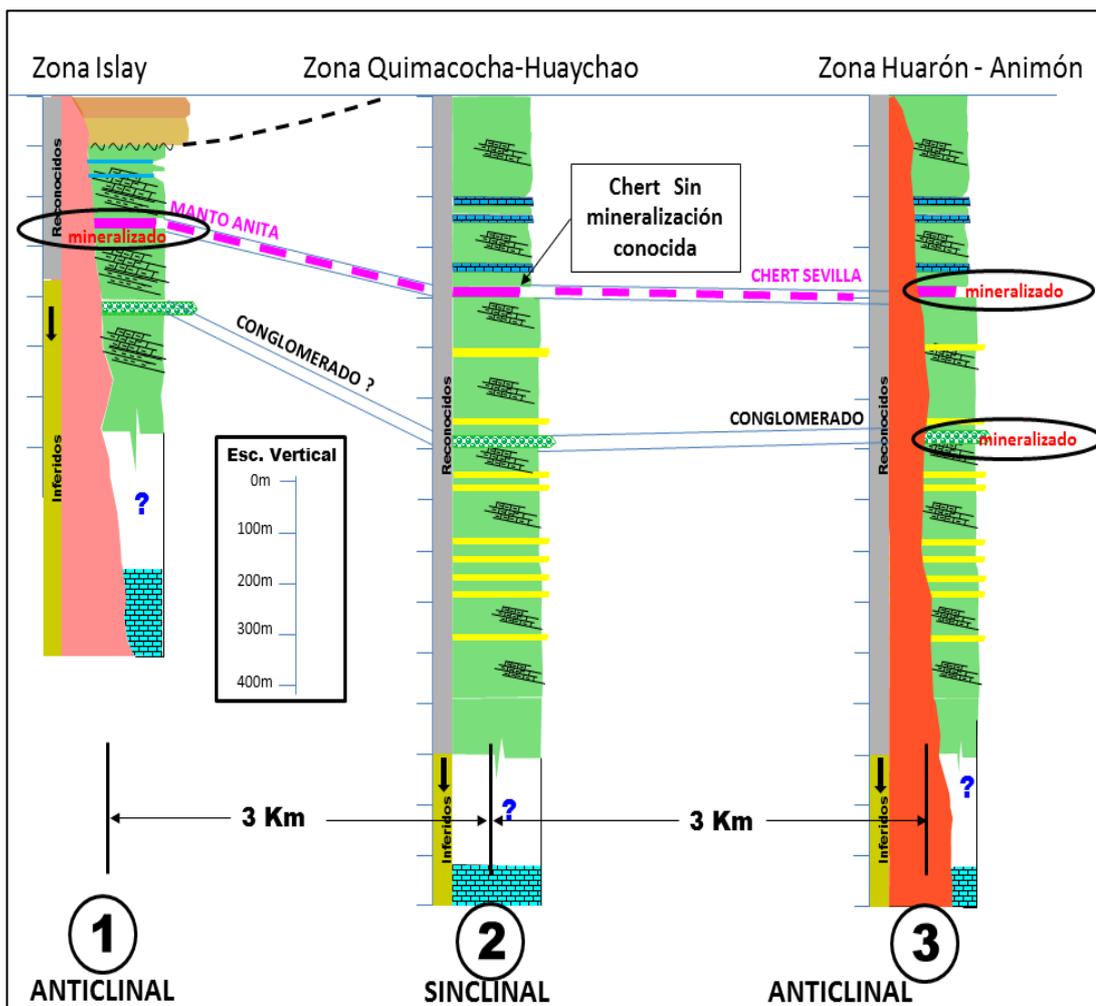


Figura N°7.2: Correlación de Columnas Estratigráficas Locales.

7.2 Control Estructural Aplicado

Al Este de la Veta Islay se han determinado una serie de estructuras casi ortogonales a la Veta Islay con rumbo S80°E, emplazados en rocas con moderada deformación sinusoidal, conjuntamente están formando flancos de vetas paralelas. De acuerdo a la Teoría de Sistemas de Riedel (Ver Figura N°7.3), tiene que existir dos estructuras que generen vetas tensionales y vetas paralelas a la Veta Islay.

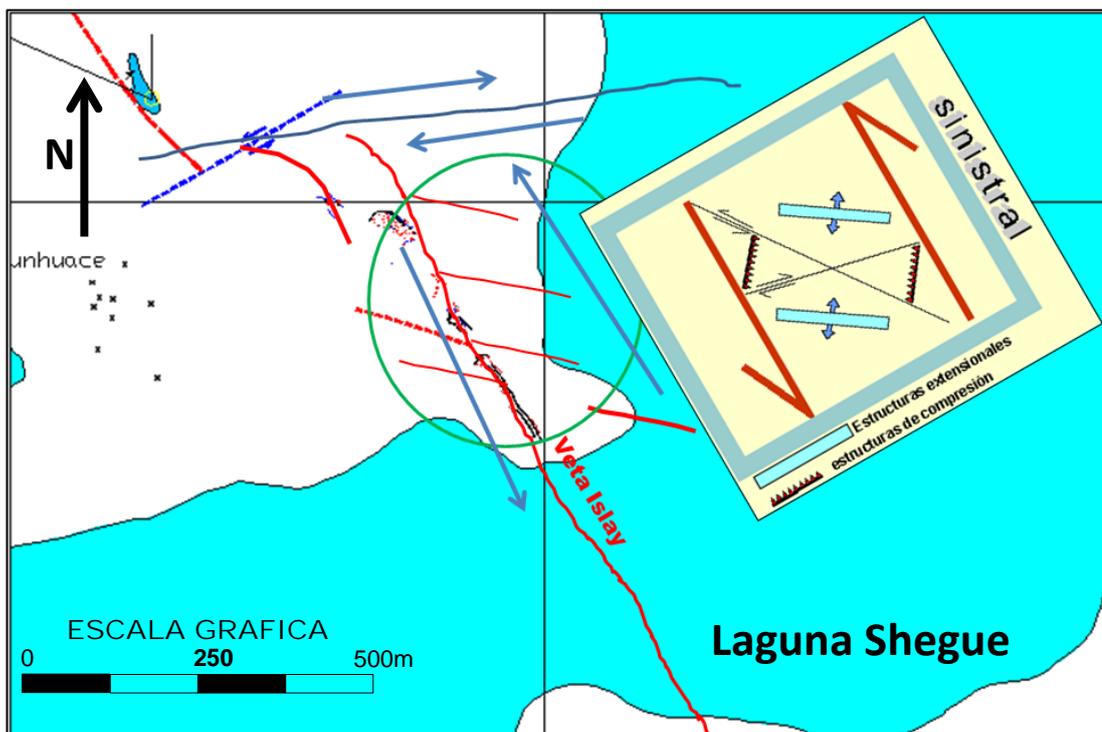


Figura N°7.3: Propuesta de la Teoría del Sistema de Riedel.

Se programó una serie de taladros orientados al NE, para confirmar la existencia de las estructura paralelas a la Veta Islay. Las expectativas planteadas fueron positivas y se han confirmado la existencia de dos estructuras llamadas Estructura 1 y Estructura 2 (Ver Figura N°7.4).

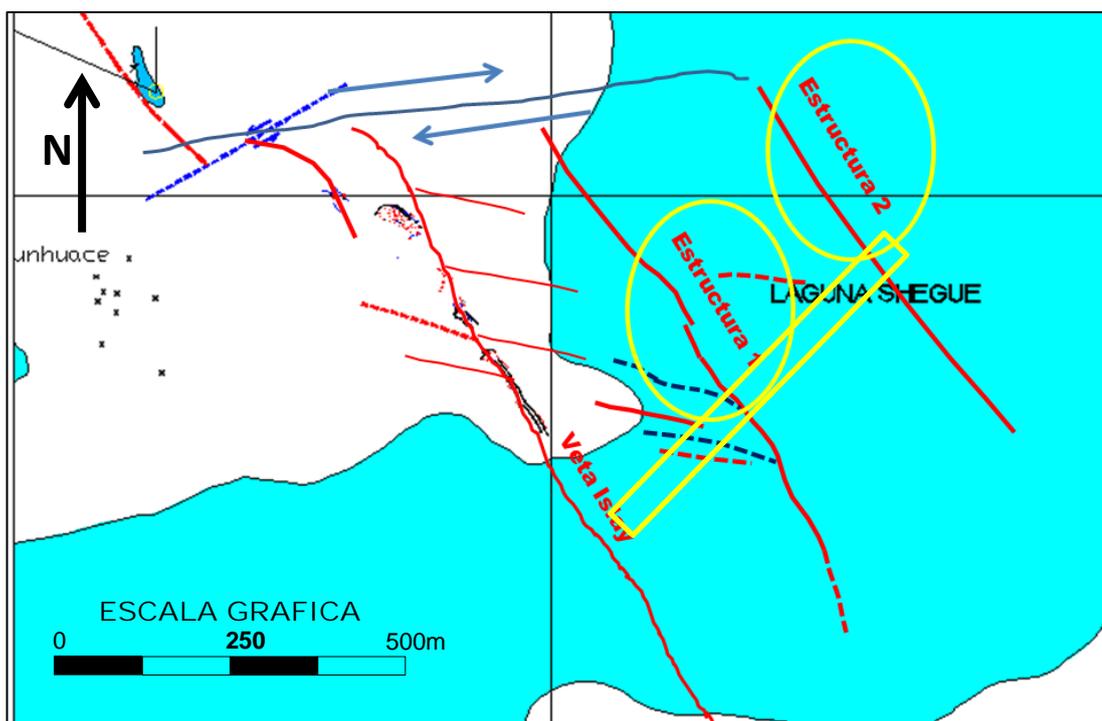


Figura N°7.4: Resultados de la aplicación de la Teoría del Sistema de Riedel.

7.2.1 Evolución Estructural

Se realizó un estudio de la evolución estructural en la zona de Islay (Ver Figura N°7.5), teniendo los siguientes eventos:

- 1) En el primer evento existió una compresión generando pliegues en las rocas sedimentarias del Grupo Casapalca.
- 2) Seguidamente, hubo una apertura de fallas y fisuras, con un sistema paralelo al eje del Anticlinal Animón-Huarón y una Intrusión de Monzonita.
- 3) Luego, se formaron fisuras tensionales E-W y mineralización en las estructuras tensionales entre Animón y Huarón.
- 4) Posteriormente, ocurre la mineralización en el sistema NW, con dirección en los ejes de anticlinales, que es predominante en Islay
- 5) Finalmente, un último evento de sistemas de fallas con rumbo E-W, que cortan las estructuras mineralizadas del sistema NW, siendo una falla sinistral.

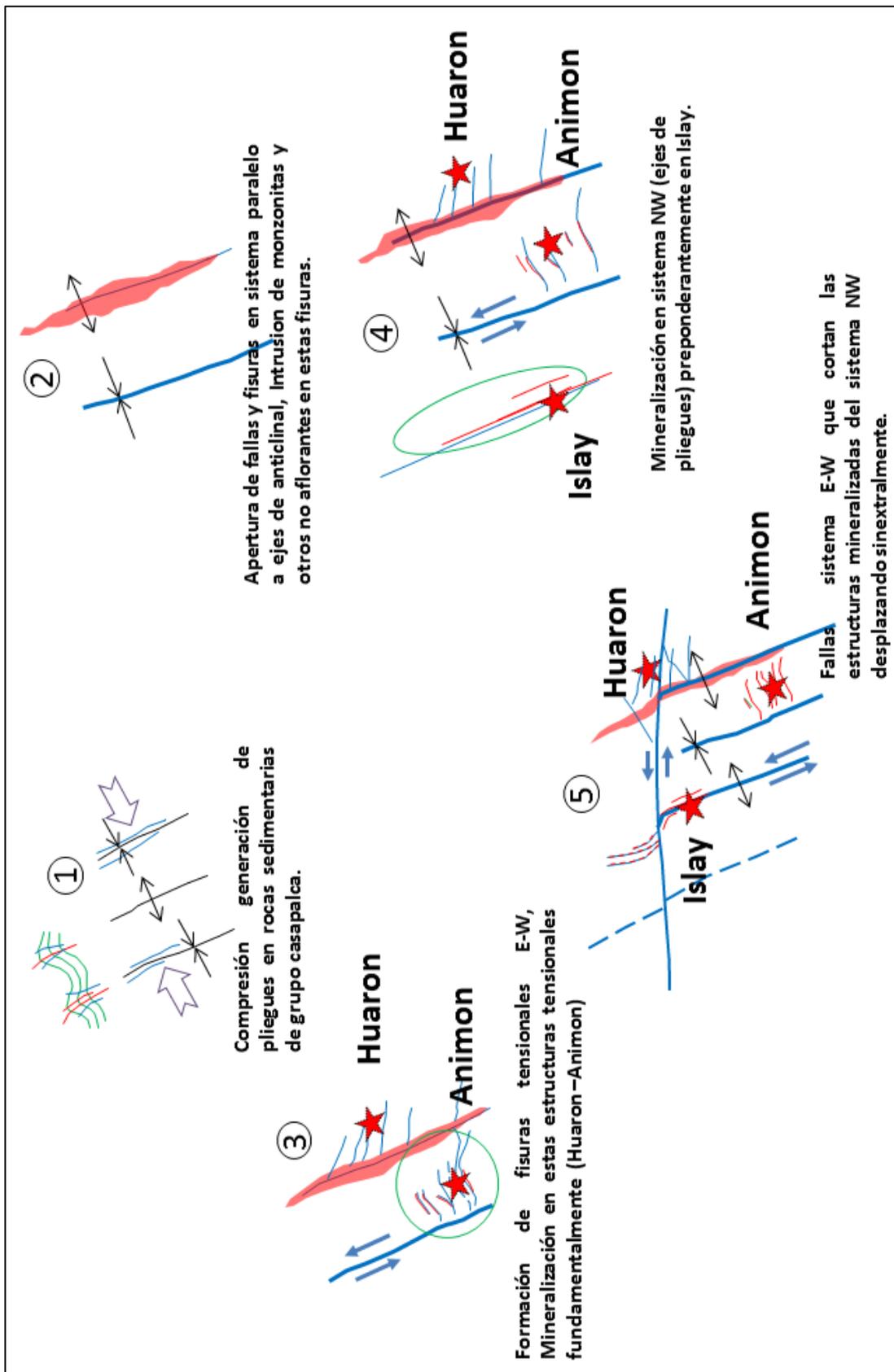


Figura N°7.5: Evolución Estructural de Mina Islay.

7.2.2 Sistemas Estructurales

En el Área de Islay se determinaron tres sistemas importantes de Fallas (Ver Figura N°7.6).

Sistema EW, que se emplaza en el Norte de Islay teniendo estructuras importantes como son las Vetas Melissa y Soledad que aún están en estudio.

Sistema N30°W, en la que está emplazada la Veta Islay conjuntamente con las dos estructuras nuevas recientemente encontradas. Estas estructuras son paralelas a los pliegues de los anticlinales y sinclinales desarrollados en las rocas sedimentarias del Grupo Casapalca; tienen mayor importancia las estructuras asociadas a los ejes de los pliegues. En el sistema N30°W se circunscriben las fallas que luego fueron rellenadas por los intrusivos monzoníticos de Huarón – Animón.

Sistema EW, pertenece a un sistema de vetas tensionales sinuosas. Dentro de este dominio se ubican las vetas que son fallas – fracturas tensionales de Riedel. Estas vetas tienen algunas diferencias en su geometría, dependen de los desplazamientos relativos entre bloques definidos por el **Sistema N30°W**, que se comportan como metalotectos.

Este sistema de estructuras tiene contenido mineral que son las preponderantes en Animón, pero secundarias en Islay, mostrando en Animón y en Islay suma importancia en las exploraciones, partiendo del análisis estructural y mineralizaciones relacionadas.

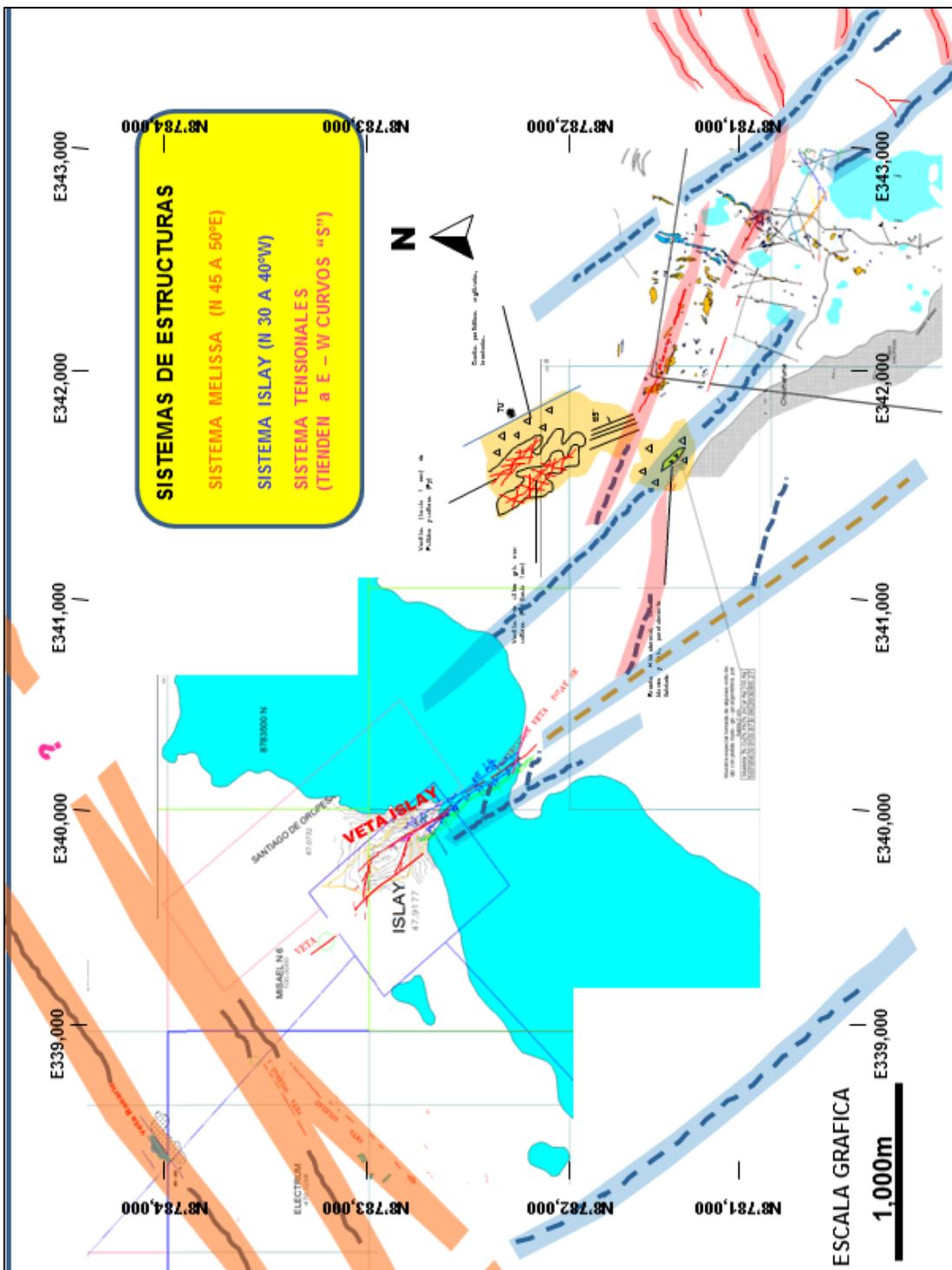


Figura N°7.6: Sistemas de Estructuras – Islay.

7.3 Modelo Geológico del Yacimiento Islay

El Yacimiento de Islay corresponde a un clásico depósito filoneo polimetálico del tipo relleno fisural (vetas) y reemplazamiento (cuerpos), rico en Ag y con mena polimetálica de Pb-Cu-Zn, resultado de la precipitación de soluciones hidrotermales “Baja Sulfuración” que rellenan fracturas abiertas originadas probablemente por un sistema de fallas dilatacionales, encajado dentro de rocas sedimentarias, que consiste en limonitas finas, margas rojas a verdosas, areniscas, calcarenitas, conglomerados polimícticos y calizas del Grupo Casapalca de edad Cretácico Superior - Terciario Inferior. Las vetas están constituidas por rellenos de calcita, cuarzo, dolomita y rodocrosita. Los minerales predominantes de mena son: esfalerita, galena, calcopirita-bornita, tetraedrita, proustita y pirita.

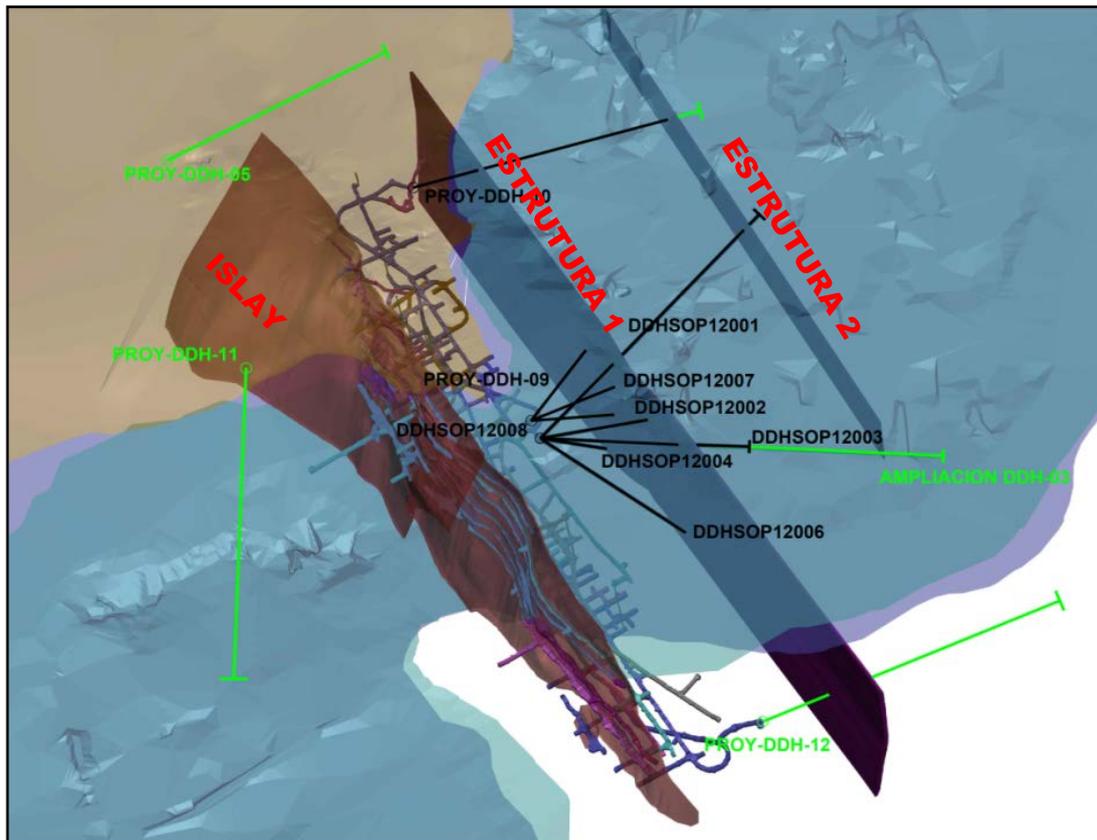
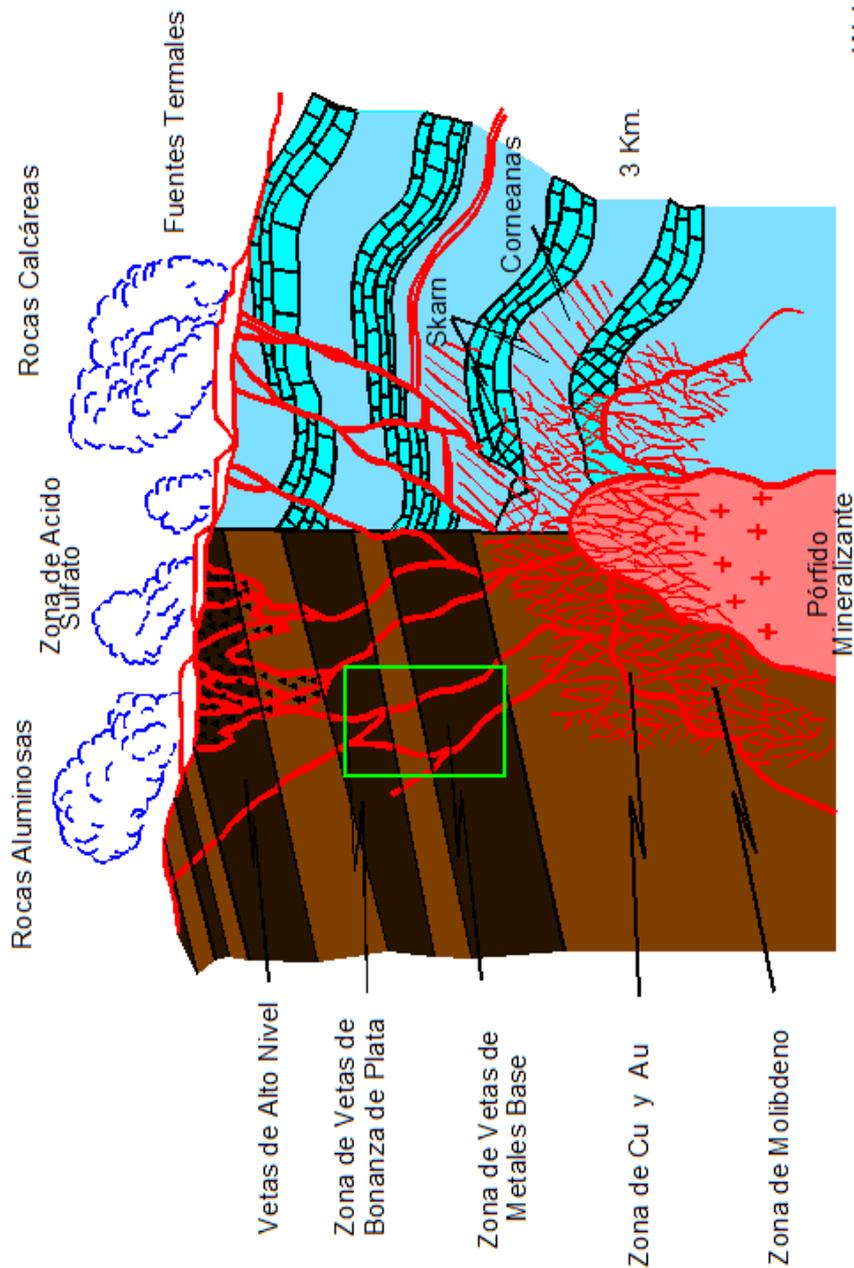


Figura N°7.7: Modelo Preliminar de las Estructuras 1 y 2.

MODELO DE UN SISTEMA HIDROTHERMAL RELACIONADO A UN PORFIDO Cu-Au-Ag-Mo



W. W. ATKINSON
2,002

Figura N°7.8: Modelo del Sistema Hidrotermal – Islay.

CONCLUSIONES

1. La mineralización emplazada en Animón y en Islay tienen diferentes estilos de mineralización y por lo tanto corresponden a diferentes fuentes de mineralización, consecuentemente diferentes eventos de mineralización.
2. El cambio de litología de las cajas en la Veta Islay, de sedimentarios a rocas subvolcánicas dacíticos implica un cambio de ambiente importante. La fuerte alteración es un control importante.
3. Distritalmente se puede establecer 3 sistemas de fallas:

Sistema NW (paralela a los ejes axiales de los pliegues anticlinales), que sirve de conducto para el emplazamiento del intrusivo monzonítico (Huarón – Animón). Mina Islay alberga la mineralización en vetas importantes de 15 a 18m de ancho (Veta Islay).

Sistema E – W tensionales del sistema NW, donde se emplaza la mineralización de HUARON Y ANIMON, en cada una de ellas con una dinámica diferente. Las vetas más angostas que en Mina Islay.

Sistema E – W, son fallas posteriores a la mineralización, que desplazan al conjunto de estructuras del sistema NW, así como generan estructuras tensionales que corresponderían a la Falla Llacsacocha.

4. Los principales controles de mineralización son el control litológico y estructural. Las Margas, Conglomerados y Chert del Grupo Casapalca, constituyen el control litológico, siendo la roca receptora de la mineralización y los tres sistemas de fallas, han controlado el emplazamiento de la Veta de Islay.
5. Mineralización es de tipo hidrotermal filoneana. La Veta Islay con mineralización de esfalerita, plomo, y plata como mena principal. Caracterizado por presentar brecha con diseminación de sulfuros.
6. El análisis de las campañas de geofísica realizadas en diferentes áreas del yacimiento, parece indicar que la respuesta anómala de cargabilidades responde mejor a los mantos que a estructuras de veta y a intrusivos sub-volcánicos (Manto escondida).

RECOMENDACIONES

1. Sería necesario extender la cartografía geológica y una interpretación estructural de toda la franja que abarque hasta Alpamarca, Carhuacayan, así como Cerro de Pasco; con el objetivo de recomendar y ubicar nuevos blancos de exploración.
2. La caracterización estructural se podría complementar con estudios de geoquímica isotópica y radiometría para tratar de establecer las fuentes de mineralización y edades respectivamente, para así definir mejor los blancos con mayor potencial de exploración.
3. Seguir con los estudios geofísicos (Resistividad y Cargabilidad) en la zona Sur-Este del afloramiento de la Veta Islay; así como también un muestreo geoquímico sistemático superficial, al momento de que dicha zona pase a concesiones de Volcan Compañía Minera SAA.

BIBLIOGRAFÍA

1. BENAVIDES V., Orogenic Evolution of the Peruvian Andes: The Andean cycle. ECONOMIC GEOLOGY 2000, Special publication number 7.
2. BOLETIN N°77 INGEMMET, Cartas Nacionales 23K, 22K y 21K.
3. DONAL M. RAGAN, Geología Estructural. Edición 2000, Ediciones Omega SA. Casanova 220, Barcelona 36.
4. HEDENQUIST J. W., Estilos de Yacimientos Hidrotermales. Short course to Newmont Mining Corporation.
5. HINOJOSA DE LA SOTA JOSE F., Tesis Controles Estratigráficos en el Yacimiento Minero De Huarón, UNDAC 2008.
6. LAZO PAGAN LUIS A., Tesis Estudio Geoeconómico y Geoestadístico de la Mina Chungar, UNDAC 2005.
7. QUISPE MENDOZA H., Informe de la Evaluación Geológica del Yacimiento Islay - Animón.
8. RÍOS VALDIVIA D. – J. AYALA ESPINOZA, informe de la geología regional del distrito Huarón – Animón – Alpamarca - Carhuacayan.
9. V. BELOUSOV Y V. ARRAY ISBN, Geología Estructural.