



Exploración en Zonas Cubiertas en el Sector de Punta del Viento: Depósitos Tipo Pórfido Cuprífero al Oeste del Yacimiento El Salvador, Chile.

Orlando Rivera⁽¹⁾, Arturo Cerda⁽¹⁾, Patricio Faúndez⁽¹⁾, Bernardino Garay⁽²⁾ y Antonio Meza⁽¹⁾

⁽¹⁾ Exploraciones Mineras Andinas S.A. Filial Codelco, Av. Apoquindo 4775 of. 602, Las Condes, Santiago, Chile

⁽²⁾ Los Juncos 428, Villa Las Palmas, La Serena, Chile

*orive005@em.codelco.cl

Resumen. Los resultados obtenidos en las campañas de sondajes AR y DDH en el sector de Punta del Viento, extremo oriental de Pampa Austral, muestran que la franja pórfidos cupríferos de edad Eoceno que forman los depósitos Cerro Pelado, Campamento Antiguo, Colina de Cobre e Indio Muerto del Distrito Salvador se extiende más de 20 kilómetros al W del eje NNE del Sistema de Falla de Domeyko, sugiriendo que existen controles estructurales y condiciones geodinámicas particulares del segmento que determinan la existencia de nuevas franjas metalogénicas, de edad similar, en las zonas cubiertas del margen occidental del distrito. En efecto, los muestreos de trincheras en el borde de llanos en zonas con stockworks de vetillas "Tipo D" arrojaron edades de alteración sericitica de 47.6 ± 1.7 Ma. Asimismo, los sondajes muestran que el sistema de alteración se mantiene en profundidad bajo las zonas cubiertas constituyendo un complejo de stocks denominado Sistema Mineralizado Punta del Viento (SMPV), formado por pórfidos dioríticos-tonalíticos con alteración fílica a potásica y mineralización primaria de Py-Cpy truncada por fallas inversas. La relación espacial del SMPV con anomalías de gravedad y estructuras translitosféricas parece ser una condición favorable para la identificación de nuevas franjas metalogénicas del Eoceno-Oligoceno.

Palabras Claves: Pórfido Cuprífero, Eoceno, Exploración en Zonas Cubiertas, Distrito El Salvador, Anomalías de Gravedad, Estructuras Translitosféricas WNW.

1. Introducción

El sector de **Punta del Viento** ha sido objeto de campañas intermitentes de exploración con sondajes desde 1998 a la fecha permitiendo la identificación de un sistema porfirico oculto bajo las extensas cubiertas de gravas del borde oriental de Pampa Austral.

Los patrones de alteración y mineralización, la variedad de tipos litológicos presentes y las evidencias de edades del Eoceno Medio reconocidas en el sector, sumado a un arreglo complejo de fallas y lineamientos de distinta naturaleza controlando el emplazamiento de cuerpos intrusivos y la circulación de fluidos hidrotermales, sugieren que dicho sistema porfirico forma parte de una franja altamente prospectiva, genéticamente relacionada al Yacimiento El Salvador, aunque espacialmente ubicada más de 20 kilómetros al Oeste de la franja metalogénica NNE que controla el emplazamiento de los pórfidos

tradicionalmente conocidos en el distrito y, en consecuencia, fuera del eje de la faja plegada y corrida definida por el Sistema de Fallas de Domeyko (fallas Sierra Castillo y Barrancas, entre otras).

El propósito de esta contribución es exponer los recientes resultados de los trabajos que se están llevando a cabo en el sector orientados a descubrir recursos de alta ley de sulfuros primarios en profundidad, aplicando nuevos conceptos de exploración basados en la existencia de anomalías residuales de gravedad y profundas discontinuidades de basamento expresadas como estructuras litosféricas transversales a la cadena andina.

2. Resultados de Campañas de Sondajes

2.1 Exploraciones en Punta del Viento 1998-2012

Durante el año 1998 Codelco Chile realizó un programa de exploración básica de seguimiento de los llanos que rodean el Distrito Salvador. Dentro de este programa se estudió el Blanco Punta del Viento con el propósito de evaluar el potencial por sistemas tipo pórfido cuprífero ocultos bajo la cobertura de gravas que constituye la Pampa Austral. Los trabajos ejecutados consistieron en un levantamiento geológico-geoquímico de detalle, incluyendo mapeo de trincheras, geofísica de polarización inducida, litogeoquímica, estudios petrográficos, calcográficos y dataciones radiométricas (Díaz y Pastén, 1998).

Como resultado de dichos trabajos se programó una campaña de 5 sondajes aire reverso al oeste de Punta del Viento, los cuales permitieron concluir que no existía posibilidad de un sistema porfirico oculto en el sector, sin embargo, el sondaje más cercano a la sierra que forman los Cerros Amarillos indicó anomalías entre 500 a 1,000 ppm de Cu en un tramo de 40 metros en la interfase grava-roca, con digitaciones de pórfidos diorítico-dacíticos emplazados en dioritas-monzodioritas y domos dacíticos. En el último tramo del sondaje, desde los 174 hasta el fondo de pozo a los 180 metros, se reconoció una alta anomalía de cobre (556-1,300 ppm Cu) con anomalías de oro (120 ppb) e indicios de molibdeno (14 ppm). No obstante estos antecedentes, y los resultados de una datación K/Ar en roca total de una granodiorita con intenso reemplazo por sericita indicando una edad de alteración

hidrotermal de 47.6 ± 1.7 Ma, los trabajos se discontinuaron hasta el año 2012.

En virtud de los nuevos lineamientos corporativos se retomaron los trabajos en el Blanco Punta del Viento en el año 2012 con un levantamiento geológico-geoquímico a escala 1:2,500, cuyo resultado permitió identificar, entre el sondaje anómalo y las trincheras del extremo norte del blanco, una zona prospectiva de pórfidos dioríticos y dacíticos, de 500 por 800 metros, con anomalías por sobre los 1,000 ppm Cu. En base a dichos antecedentes se ejecutó un programa de 12 sondajes aire reverso inclinados, hasta el techo de sulfuros, con un total de 1,660 metros, con el objetivo de evaluar el potencial por óxidos de cobre para la División Salvador. Como resultado de esta campaña se confirmó la existencia de un recurso mineralizado de cobre lixiviado, de baja ley, asociado a un sistema porfírico, constituido por óxidos negros (neotocita), óxidos verdes (crisocola) y limonitas con cobre, en un cuerpo de orientación NS a NNE de aproximadamente 150 metros de ancho por 700 metros de largo y una potencia promedio de 60 metros, indicando un potencial de 16 mT con 0.20% CuT (Chiang, 2012).

Durante Octubre de 2012 se realiza una nueva campaña de 10 sondajes AR con un total de 3,104 metros perforados, con un largo mínimo de 200 metros y máximo de 400 metros, la cual permite aumentar el potencial de recursos lixiviables a 42 mT con 0.21 % CuT (Osorio et al., 2012). Adicionalmente, como resultados de estos trabajos se propone la realización de una nueva campaña de sondajes, esta vez del tipo diamantino, para evaluar el potencial de sulfuros primarios en profundidad.

2.2 Exploraciones Punta del Viento 2014

Durante el año 2014 se perforan 2,635 metros en el Blanco Punta del Viento distribuidos en tres sondajes diamantinos. Dos de ellos, de 846 y 922 metros respectivamente, se localizan en la sección 7.094.800 con azimut de 270° e inclinación de -65° , y el tercer pozo de 868 metros se ubica a 150 metros al norte de la sección anterior con azimut de 270° e inclinación de -70° (Figura 1). El objetivo de estos pozos fue encontrar en profundidad un aumento de las leyes de cobre en zonas de alteración potásica y mineralización de Cpy-Bo. Entre los 360 a 400 metros, en los tres sondajes, se registra una zona de falla que corta las unidades intrusivas portadoras de mineralización en los tramos superiores del sondaje (Pórfido Diorítico) y deja expuestas rocas volcánicas, principalmente brechas volcánicas de la Formación Llanta con alteración de Clorita-Epidota y localmente Magnetita-Albita, con escasa mineralización, exclusivamente Pirita, hasta el fondo de los pozos. Localmente y bajo la zona de falla, se registran vetillas y vetas (< 2 cm) de Qz-Calcita con mineralización de Cpy-Bo-Cc, conformando cuerpos de hasta 20 metros de potencia con leyes de 0.54% de Cu. Los principales tramos mineralizados identificados durante la campaña

DDH son los siguientes: **(1) DDH-3315:** Primario: 196m/44 metros con 0.18% de Cu y 191ppm Mo. Monzonita (Alteración Filica). Entre 714 a 734 vetas de Cc-Bo-Cpy con 0.54% Cu. Brecha Volcánica. **(2) DDH-3316:** Primario: 208/ 44 metros con 0.21% de Cu y 64 ppm Mo. Pórfido diorítico (Alteración Potásica Bt-Mgt). Primario: 310/ 158 metros con 0.14% de Cu y 80 ppm de Mo. Monzonita. Entre 746 a 750 metros 0.50% de Cu en vetas. **(3) DDH-3317:** Óxidos: 26/ 146 metros con 0.33% de Cu. Andesitas (Alteración Filica). Primario: 264/ 60 metros con 0.34% de Cu. Diorita (Alteración Bt-Mgt). Si bien los resultados de la campaña no fueron completamente favorables, se obtuvo indicios de la existencia de un sistema mineralizado, posiblemente de grandes dimensiones, aún no reconocido en el sector.

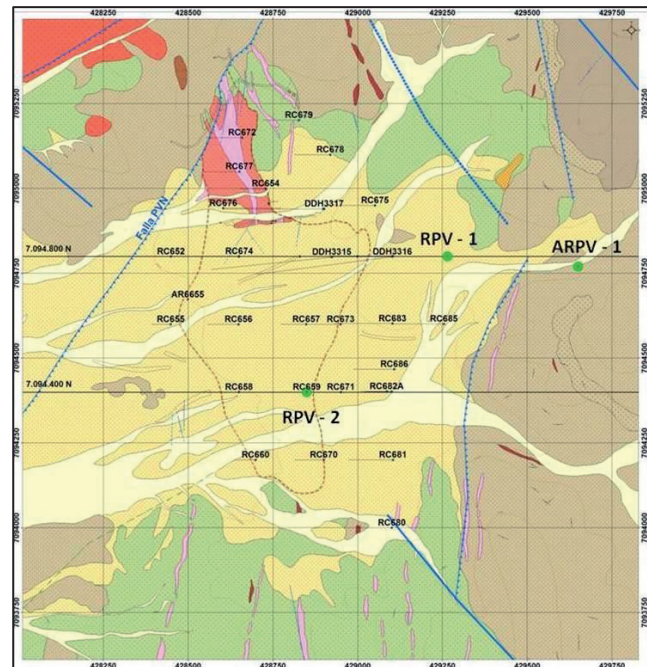


Figura 1. Síntesis de geología distrital y campañas de sondajes en el sector de Punta del Viento entre 1998 y 2014.

3. Discusión y Conclusiones

El análisis exhaustivo de todos los antecedentes geológicos, geoquímicos, geofísicos y de sondajes disponibles a la fecha, permitió establecer que el Sistema Mineralizado Punta del Viento (SMPV) corresponde a un cuerpo mineralizado del tipo pórfido de cobre, compuesto por un complejo intrusivo diorítico-tonalítico, con alteración potásica y remanentes de alteración filica, y mineralización de pirita – calcopirita, que genera en la roca de caja volcánica un metasomatismo potásico con biotita-magnetita y mineralización de sulfuros (Garay, 2015). El SMPV se encuentra cortado por una falla inversa de bajo ángulo, Falla Punta del Viento Norte, de orientación NE y vergencia al NW, en que la porción mineralizada superior del bloque colgante está desplazada aproximadamente 400 metros, dejando una porción remanente en el bloque

yacente que según los antecedentes disponibles podría corresponder a un núcleo de Cpy-Bo ubicado a una profundidad superior a los 500 metros desde el contacto grava-roca (Figura 2). Posterior al alzamiento del bloque colgante habría ocurrido un período erosivo que denudó parcialmente la zona cuarzo-sericitica del sistema.

Las mediciones de susceptibilidad magnética en los sondeos muestran fuerte incremento de los valores hacia el Este, sugiriendo vectores de aumento de temperatura en esa dirección asociados a una mayor presencia de magnetita. Asimismo, los estudios geoquímicos utilizando batería ICP Masa-52 en sectores escogidos de sondeos muestran una asociación de elementos característica de zonas de alteración desde calcosódica a propilitica en profundidad, gradando de propilitica a potásica biotítica a profundidades intermedias, sugiriendo la ubicación de un centro mineralizado hacia sectores no reconocidos del blanco, tal cual lo indica el análisis geológico-estructural de los sondeos. De los resultados geoquímicos destacan los incrementos de Bi y W en la misma dirección, concordantes con los aumentos en los contenidos de Cu, reforzando la hipótesis de la existencia de un núcleo de alta ley hacia este sector según el modelo de zonación litogeoquímica en pórfidos de Halley et al. (2015).

La posible ubicación de un núcleo de Cpy-Bo hacia el E-ESE de las zonas previamente sondeadas del blanco se ve reforzada por los resultados de los estudios geofísicos ZTEM desarrollados en el sector, los cuales muestran que la zona con mayor potencial se asocia a altos resistivo y magnético simultáneamente. Ambas respuestas geofísicas son consistentes con la presencia de un cuerpo intrusivo denso de composición diorítica y asociación de alteración Biotita-Magnetita.

Dichos antecedentes son suficientes para proponer la continuidad de los estudios hacia los sectores no reconocidos del blanco con el objetivo de identificar un núcleo de alta ley de Cpy-Bo responsable de los patrones de alteración y mineralización identificados en los niveles superiores de la columna reconocida.

Finalmente, la edad Eoceno Medio definida para el SMPV, sumada a su ubicación más de 20 kilómetros al este del eje NNE del Sistema de Fallas de Domeyko, tradicionalmente conocido como el principal control estructural para el emplazamiento de los depósitos tipo pórfido cuprífero del Eoceno (Mpodozis et al., 1994), indican la existencia de franjas de mineralización de edad similar, cuyo emplazamiento respondería a elementos geodinámicos todavía insuficientemente comprendidos. No se descarta que estos controles estén relacionados a los bordes de núcleos densos y estructuras translitosféricas, como las que se han identificado en el distrito en base a la interpretación de anomalías residuales de gravedad y discontinuidades estructurales de unidades litológicas, siguiendo un patrón geodinámico similar al reconocido en otros sectores de la cadena andina (Rivera y Cerda, 2012), indicando que la

Franja Metalogénica del Eoceno en el Distrito El Salvador-Potrerillos se extiende más al oeste de lo que tradicionalmente se estimaba.

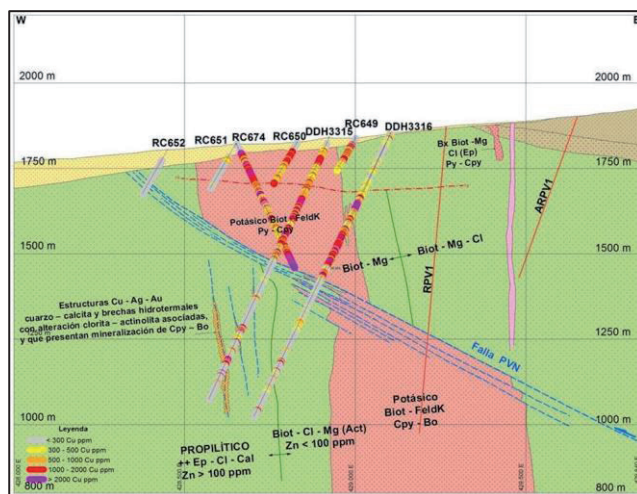


Figura 2. Perfil estructural en Sección 7.094.800 UTM Norte, mostrando truncamiento de Sistema Mineralizado Punta del Viento por Falla PVN.

Agradecimientos

Agradecemos al Sr. Guillermo Müller Masser, Gerente General de Exploraciones Mineras Andinas S.A., y al Sr. Roberto Fréaut Contreras, Gerente de Exploraciones de Codelco-Chile, por autorizar la publicación de este estudio. Asimismo, agradecemos las correcciones del Dr. Jorge Skármeta de GEX-Codelco, que ayudaron a mejorar sustancialmente este documento.

Referencias

- Chiang, O. 2012. Distrito El Salvador. Blanco Punta del Viento. Informe Cierre Geología y Sondeos. Campaña 2012. Inédito Exploraciones Mineras Andinas S.A. – Gerencia Corporativa de Exploraciones Codelco: 30 p.
- Díaz, N. & Pastén, A. 1998. Informe Blancos Punta del Viento y Yolanda. Inédito VEAM, Gerencia de Exploraciones, Oficina Regional Atacama Codelco: 56 p.
- Garay, B. 2015. Proyecto Punta del Viento Profundo: Propuesta de Sondeos. Inédito Exploraciones Mineras Andinas S.A. – Gerencia Corporativa de Exploraciones Codelco: 14 p.
- Halley, S.; Dilles, J. & Tosdal, R. 2015. Footprints: Hydrothermal Alteration and Geochemical Dispersion Around Porphyry Copper Deposits. SEG Newsletter, N°100: 12-17.
- Mpodozis, C.; Tomlinson, A. & Cornejo, P. 1994. Acerca del control estructural de intrusivos eocenos y pórfidos cupríferos en la región de Potrerillos-El Salvador. In 7° Congreso Geológico Chileno. Actas Vol. 2: 1,596-1,600. Concepción, Chile.
- Osorio, J.; Meza, A. & Buckowski, N. 2012. Informe de Resultados de Sondeos Temporada 2012. Blanco Punta del Viento, Distrito El Salvador. Inédito Exploraciones Mineras Andinas S.A. – Gerencia Corporativa de Exploraciones Codelco: 40 p.
- Rivera, O. & Cerda, A. 2012. Los Pórfidos Cupríferos de Chile Central: Significado de Estructuras Translitosféricas y Anomalías Gravimétricas en la Metalogénesis Andina. In XIII Congreso Geológico Chileno, Actas ST1: 2-4. Antofagasta, Chile.