



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

**GEOLOGÍA DEL PROSPECTO DANIA, COMUNA DE
TOCOPILLA, II REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE:
MINERALIZACIÓN, ALTERACIÓN Y ESTRUCTURAS**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO

STEVEN REY ROSS MOLINA

**PROFESOR GUÍA:
BRIAN TOWNLEY CALLEJAS**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
KATJA DECKART
VICTOR MAKSAEV JURCHUC**

**SANTIAGO DE CHILE
2015**

RESUMEN DE MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE: Geólogo
POR: Steven Rey Ross Molina
FECHA: 02/12/2015
PROFESOR GUÍA: Brian Townley Callejas

GEOLOGÍA DEL PROSPECTO DANIA, COMUNA DE TOCOPILLA, II REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE: MINERALIZACIÓN, ALTERACIÓN Y ESTRUCTURAS

El prospecto Dania se encuentra emplazado en la Franja Metalogénica del Cretácico Temprano de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile (Figura 2.2) en la provincia de Tocopilla, II Región de Antofagasta, en un complejo intrusivo multifase compuesto por pórfidos de composición tonalítica a riolítica y diques dacíticos, que intruyen en rocas volcánicas de la Formación La Negra.

Este trabajo pretende entregar nueva información acerca de las características estructurales, alteración y mineralización dentro del prospecto para poder generar un modelo geológico preliminar y así determinar nuevas estrategias exploratorias o bien abandonar la zona.

La distribución de las distintas asociaciones de minerales de alteración hidrotermal y mineralización de cobre con calcopirita son característicos de un depósito tipo pórfido de cobre. Se reconoció una zona oxidada por encima de los 60 metros de profundidad con presencia de limonitas y mineralización de atacamita y crisocola.

En base a sondajes realizados se determinó que las leyes de cobre hipógeno no son económicas y que el mayor potencial del depósito recaería en la zona oxidada con mineralización de atacamita y crisocola que se encuentra más cercana a la superficie.

A mi madre Linda Flor

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Presentación.....	1
1.2 Ubicación y accesos	1
1.3 Geomorfología y clima	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivos principales	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Metodología de trabajo	3
1.6 Estudios anteriores	4
CAPÍTULO 2 MARCO GEOLÓGICO	5
2.1 Geología regional.....	5
2.1.1 Generalidades.....	5
2.1.2 Mesozoico	7
2.1.3 Cenozoico	8
2.2 Marco estructural	8
2.4 Marco metalogénico.....	11

2.4.1 Yacimientos estratoligados de cobre con plata subordinada del Norte de Chile.....	12
2.4.2 Vetas de Cu-Fe con Au subordinado (Cpy-Mgt-Act)	16
2.4.3 Pórfidos del Cretácico Inferior de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile.....	17
CAPÍTULO 3 GEOLOGÍA LOCAL.....	20
3.1 Marco estructural	22
3.2 Geología local.....	23
3.2.1 Rocas de la Formación La Negra.....	23
3.2.3 Alteración	31
3.2.4 Mineralización	34
3.2 Sondajes.....	36
3.2.1 Sondaje DHD-01	36
3.2.2 Sondaje DHD-02	42
3.2.3 Secciones geológicas.....	49
3.2.4 Mineralización	52
CAPÍTULO 4 DISCUSIONES.....	58
4.1 Modelo Teórico de Dania.....	58
4.2 Leyes de cobre	62

4.2.1 Control de la mineralización de cobre	64
4.3 Evolución del sistema porfídico Dania	64
4.4 Similitudes con Mina Antucoya	68
4.5 Potencial económico.....	69
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	76
Anexo A Resultados ensayo geoquímico	77
Sondaje DHD-01	77
Sondaje DHD-02	86
Anexo B Trayectometría de sondajes.....	94

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

El presente trabajo de memoria de título se enmarca dentro del Proyecto de Exploración Altair, de la empresa de exploración australiana Estrella Resources, y cuenta con la aprobación del profesor, Sr. Brian Townley y del director del Departamento de Geología Sr. Sergio Sepúlveda.

El depósito de cobre Dania se encuentra emplazado en la Franja Metalogénica del Cretácico Temprano de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile (Figura 2.2) en la provincia de Tocopilla, II Región de Antofagasta, y fue reconocida durante la exploración del Yacimiento Antucoya de Antofagasta Minerals S.A. Posteriormente fue definida como un depósito de tipo porfídico con anomalías de cobre.

Este trabajo pretende entregar nueva información acerca de las características estructurales, alteración y mineralización dentro del prospecto para poder generar un modelo geológico preliminar y así determinar nuevos blancos para sondajes o bien abandonar la zona.

1.2 Ubicación y accesos

El prospecto Dania se ubica en la Cordillera de la Costa de la Provincia de Tocopilla, II Región de Antofagasta, Chile. Se encuentra aproximadamente a 135 km al norte de la ciudad de Antofagasta y a 45 km al sur de la ciudad de Tocopilla (Figura 1.1). El área de estudio comprende un rectángulo de 0,7 x 1,0 km. de dirección noreste, cuyo punto central está en las coordenadas 7.508.350 N y 402.700 E.

Desde María Elena se accede a la zona de estudio mediante la ruta 24, que une esta localidad con el puerto de Tocopilla. A los 30 km se toma un camino de tierra en buen estado, accesible por vehículos de tracción simple, que sale en dirección sur. A los 34 km se llega a Dania.



Figura 1.1. Ubicación de Prospecto Dania.

1.3 Geomorfología y clima

El prospecto Dania se encuentra ubicado en la unidad geomorfológica de la cordillera de la costa. El rasgo más característico del área de estudio es el escarpe costero que flanquea por el occidente a la Cordillera de la Costa y que se extiende en una franja paralela a la línea de playa alejada a unos 2 km al Este de la misma. El escarpe tiene unos 75° a 80° de pendiente promedio y se eleva hasta aproximadamente los 1.300 m.s.n.m. Hacia el oriente de la cordillera se presenta un relieve suave flanqueado por amplias rampas de deyección, el cual disminuye gradualmente de altura hacia el este (Boric et. Al., 1990).

El clima es desértico costero, determinado por la acción de la Cordillera de la Costa, las características principales de este subtipo climático se traducen en un efecto modelador de las temperaturas producido por la corriente fría de Humboldt. La presencia de abundante humedad, neblinas matinales y la

ausencia de precipitaciones, las cuales alcanzan un milímetro anual, son características de esta zona (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, s.a.).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos principales

Este trabajo tiene como objetivo principal estudiar la geología del prospecto Dania para generar un modelo de yacimiento y hacer recomendaciones respecto del potencial del prospecto.

1.4.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este trabajo son generar un mapa litológico y de alteración de escala 1:1.500, generar perfiles en base a los sondajes realizados y determinar las relaciones de contacto entre las distintas unidades.

1.5 Metodología de trabajo

El trabajo de gabinete se realizó en dependencias de la Facultad de Geología de la Universidad de Chile, comenzando el 14 de Septiembre del 2014 y finalizando el 10 de Julio del 2015. Durante éste periodo se realizó la búsqueda bibliográfica y estudio de ésta. Y, en general, se trabajó con toda la información de terreno, digitalización de mapas, confección de perfiles en base a sondajes e interpretación de los resultados.

El trabajo de terreno se separó en dos tareas principales: mapeo de superficie y mapeo de sondajes para lo cual se realizaron tres turnos de terreno con base en la localidad de María Elena, a 50 km de la zona de estudio. En el primer turno, de 10 días, se reconoció la zona y trabajó netamente en el mapeo de superficie, además se confeccionó la litoteca con todas las muestras representativas de la zona de estudio.

En el segundo terreno, de 10 días, se terminó de mapear la superficie y se comenzó con el mapeo detallado de los sondajes (DHD-01 Y DHD-02). Durante el tercer terreno, de 10 días, se terminó con el mapeo de los sondajes.

1.6 Estudios anteriores

Dania fue reconocida inicialmente durante la exploración de la mina Antucoya, posteriormente, fue estudiada durante el año 1998 donde los trabajos incluyeron despeje de cobertura y muestreos superficiales definiéndose como un depósito de tipo porfídico y detectándose anomalías de cobre.

CAPÍTULO 2 MARCO GEOLÓGICO

2.1 Geología regional

2.1.1 Generalidades

La geología regional de la Cordillera de la Costa del norte de Chile entre los 22°30' y los 22° latitud sur se constituye principalmente por una secuencia de gran potencia de rocas volcánicas de edad Jurásica de la Formación La Negra (García, 1967). Éstas se encuentran intruidas por una serie de granitoides de composición gabroica a granítica, emplazados entre el Jurásico Inferior y el Cretácico Inferior (Boric et al., 1990). Sobreyaciendo a la Formación La Negra se encuentran depósitos aluviales y coluviales no consolidados, asociados a volcanismo andesítico. En la figura 2.1 se muestra como se distribuyen estas unidades.

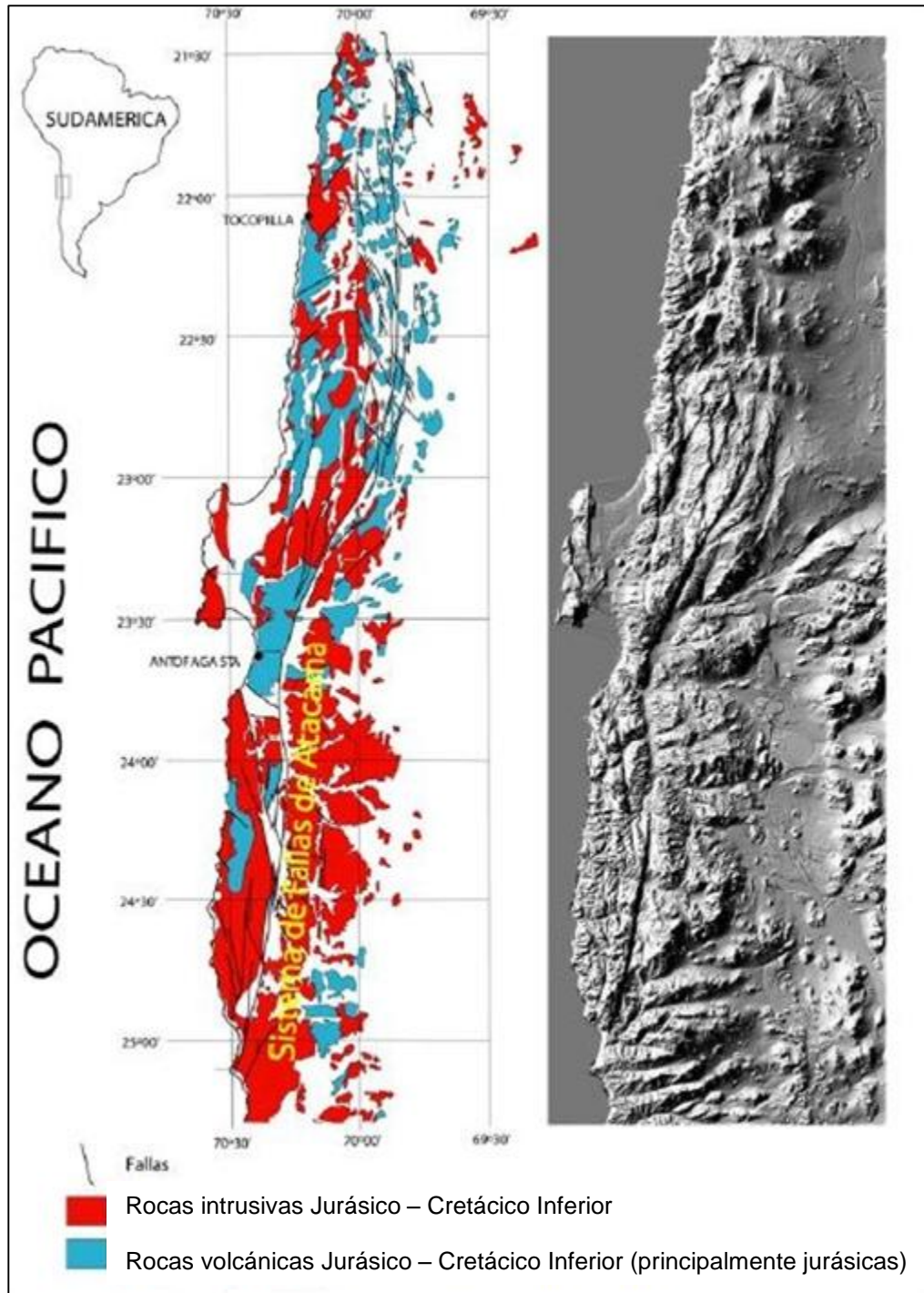


Figura 2.1. A la izquierda, Mapa geológico esquemático de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile, donde se muestran las rocas intrusivas y volcánicas del arco Jurásico-Cretácico Inferior. Y a la derecha, imagen satelital de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile. (Modificado de Maksaev y Zentilli, 2002).

2.1.2 Mesozoico

Durante el Jurásico Inferior-Medio, el volcanismo activo permitió la depositación de 5 a 7 km de una secuencia volcánica compuesta principalmente por coladas de lava de composición andesítica y en menor proporción basáltica, de textura porfídica y afanítica con intercalaciones de niveles de brechas y tobas, secuencias sedimentarias de areniscas y conglomerados volcánicos e intercalaciones marinas. Estas rocas pertenecientes a la Formación La Negra, descrita por García (1976) tiene su localidad tipo en la Quebrada de La Negra, al sureste de la ciudad de Antofagasta, en donde se estimó una potencia máxima de 10.000 m.

Las coladas de lava se formaron principalmente en un ambiente subaéreo, sin embargo, la presencia de intercalaciones marinas y lavas en almohadilla indicarían depositación cercana al mar (Naranjo y Puig, 1984; Gröschke et al. 1988; Grocott et al. 1994; Marinovic et al. 1995)

El arco magmático, caracterizado por la Formación La Negra, se formó durante un régimen tectónico transtensional (Scheuber y Adriessen, 1990; Reutter et al., 1991; Scheuber y Reutter, 1992, Lucassen y Franz, 1994) lo cual derivó en movimientos de rumbo sinestrales paralelos al arco y de extensión perpendicular al arco. Esta distribución del magmatismo sumado con la formación de una cuenca marina en el extremo oriental del arco, son característicos de este dominio extensional (Reutter et al., 1991; Scheuber y Reutter, 1992). Las Intercalaciones marinas de edad Bajociano dentro de la secuencia, indican depositación en una cuenca subsidente y que probablemente no se formó una cordillera con altos montañosos (Maksaev y Zentilli, 2002).

La secuencia de la Formación La Negra ha sido interpretada como una cuenca de arco de isla (Palacios, 1984) y como arco magmático continental (Rogers, 1985; Oliveros 2005).

La actividad plutónica que dio origen a los numerosos cuerpos de dimensiones batolíticas que intruyen a las secuencias volcánicas jurásicas de la Formación La Negra, comenzó hace aproximadamente 200 Ma, pero tuvo su mayor expresión a finales del Jurásico-principio del Cretácico, entre los 160 y 120 Ma (Boric et al., 1990). Rogers (1985) y Maksaev (1990) calcularon edades en el intervalo 147 – 166 Ma para estos intrusivos.

La composición de estos intrusivos, de afinidad calcoalcalina, es variada, pasando por gabros, dioritas, granodioritas y menores tonalitas y granitos, de textura fanerítica de grano fino a medio a porfídica.

2.1.3 Cenozoico

En el margen occidental de la Cordillera de la Costa, entre los 23°30" y los 22° sur, se presenta en forma de una franja longitudinal de orientación NS, una secuencia de rocas sedimentarias marinas aterrazadas. Edades del Pleistoceno al Holoceno han sido asignadas a estas rocas en base a la presencia de bivalvos y gastrópodos (Herm, 1969)

Hacia el este de la Cordillera de la Costa, se observan depósitos de abanico aluvial, depósitos aluviales, lacustres y nitratos. Depósitos aluviales y fluviales de gravas polimícticas de edad holocena rellenan quebradas y depresiones.

2.2 Marco estructural

El Sistema de Fallas de Atacama (SFA) es el sistema estructural principal que controla la deformación de las rocas de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile. El SFA se desarrolló del Jurásico al Cretácico Inferior como una respuesta a la subducción oblicua de la placa Aluk con respecto al continente Sudamericano (Boric et al., 1990; Scheuber y Andriessen, 1990; Scheuber y González, 1999). Éste se constituye por fallas subparalelas de rumbo NS y manteos subverticales

y se divide en tres segmentos curvos, cóncavos hacia el oeste, los cuales, de norte a sur son: Salar del Carmen, Paposo y El Salvador-Vallenar (Charrier et al., 2007).

La edad cretácica inferior del Sistema de Fallas de Atacama (SFA) ha sido estimada mediante la datación de milonitas expuestas a lo largo de algunas trazas principales de este sistema de fallas (Hervé, 1987a; Scheuber y Andriessen, 1990). Reactivaciones de esta falla, durante el Cenozoico (Hervé, 1987b) han producido notables escarpes de falla apreciables entre el río Loa y Paposo.

El segmento del Salar del Carmen (Figura 2.2) se extiende desde la ciudad de Antofagasta hasta Iquique y se expresa según dos fallas principales de orientación N20E que limitan el Piedemonte Oriental. Estas son la Falla Salar del Carmen y la Falla Sierra del Ancla. La principal causante de la deformación a nivel regional en la Cordillera de la Costa de la región de Antofagasta se atribuiría a este grupo de fallas.

La actividad más tardía de este sistema ha sido caracterizada como de tipo vertical-normal (Arabasz, 1971, Hervé, 1987). Esta actividad sería responsable de los grandes escarpes morfológicos que segmentan la Cordillera de la Costa en las inmediaciones de Antofagasta. En las inmediaciones del Salar del Carmen estos escarpes registran la expresión más espectacular de la reactivación tardía del Sistema de Falla de Atacama.

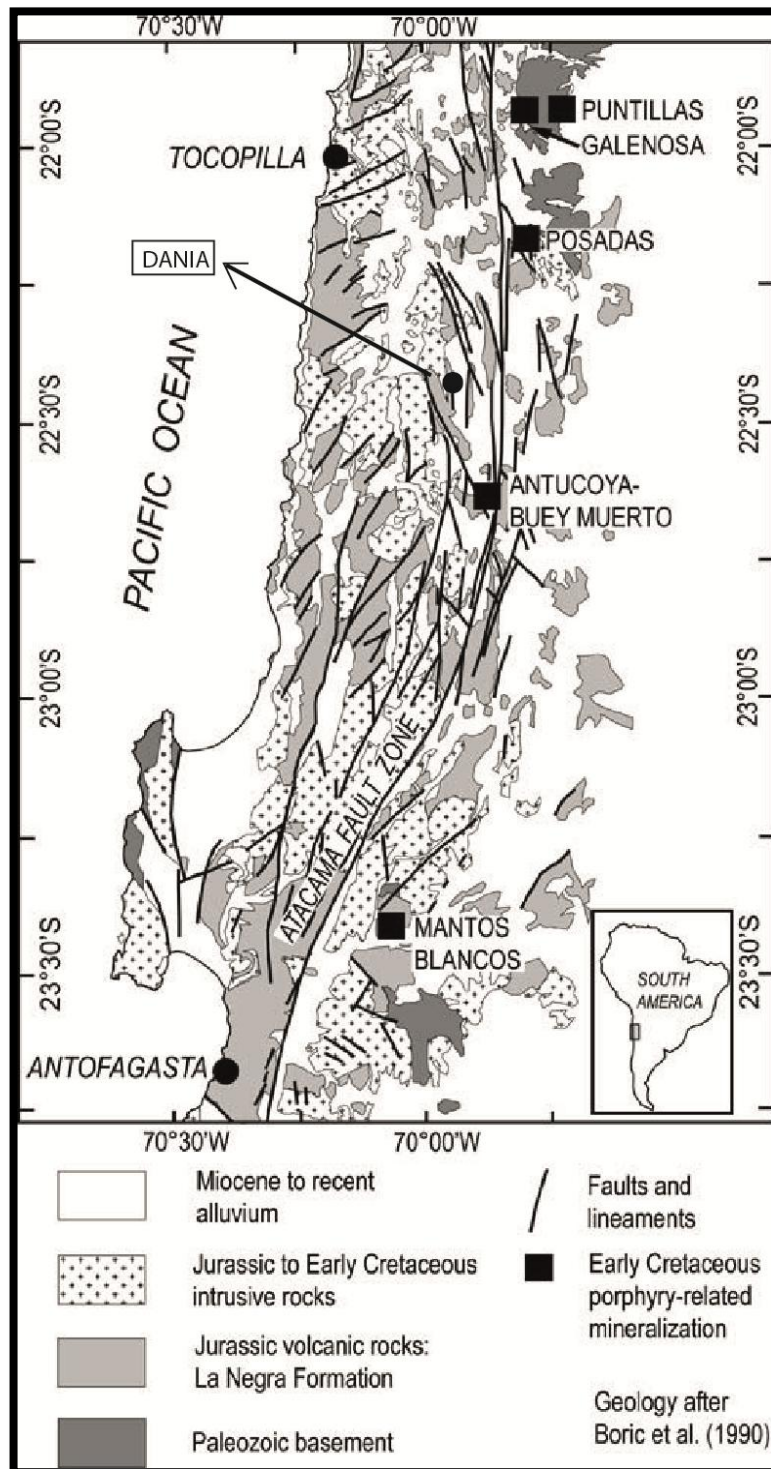


Figura 2.2. Mapa geológico esquemático mostrando los lineamientos principales del SFA en la Región de Antofagasta y la ubicación de los principales yacimientos porfídicos de cobre (Maksaev y Zentilli, 2002)

2.4 Marco metalogénico

La Cordillera de la Costa de la Región de Antofagasta contiene una variedad de depósitos, incluyendo estratoligados de cobre-(plata), pórfidos de cobre e IOCG (Figura 2.3).

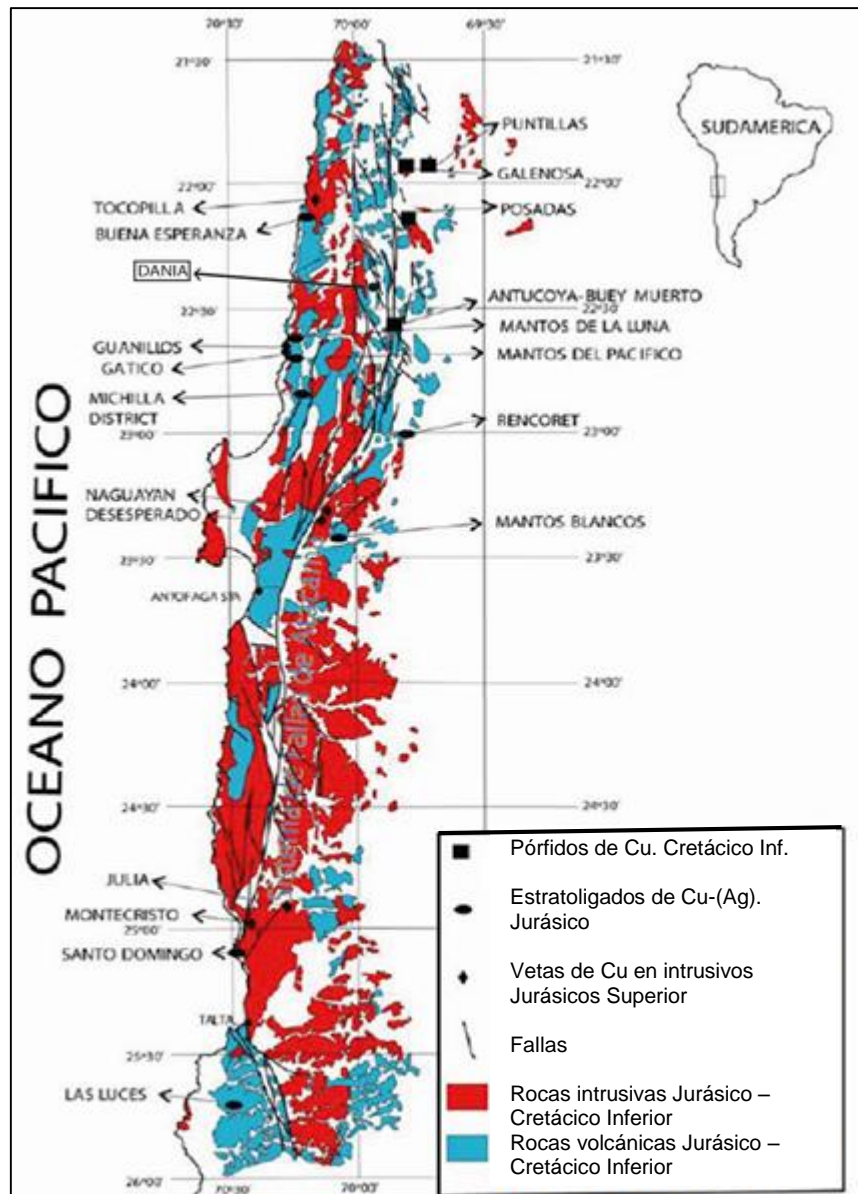


Figura 2.3. Mapa Geológico esquemático de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile, donde se muestra las rocas intrusivas y volcánicas del arco Jurásico-Cretácico Inferior y los principales yacimientos minerales de la zona. (Maksaev y Zentilli, 2002).

En este apartado revisamos las características más importantes de los yacimientos cercanos a Dania para situarnos dentro de un contexto geológico más acotado y poder dirigir el enfoque hacia un tipo de yacimiento característico de la zona de estudio a nivel regional.

2.4.1 Yacimientos estratoligados de cobre con plata subordinada del Norte de Chile

Los yacimientos estratoligados de cobre con plata subordinada también denominados tipo manto (Ruiz et al., 1965) fueron tradicionalmente el segundo tipo de yacimiento más importante económicamente en Chile. Sin embargo, a mediados de los '80, por el descubrimiento de los depósitos tipo IOCG tal como Candelaria y Manto Verde, éstos fueron desplazados a un tercer lugar en importancia económica. Este tipo de yacimiento es común en las rocas volcánicas de la Cordillera de la Costa de la región de Antofagasta, destacándose dentro de los más importantes los depósitos Mantos Blancos, Iván, Susana, Santo Domingo, Buena Esperanza, Manos del Pacífico y Mantos de la Luna, habiendo varios más de menor importancia económica (Vivallo y Henríquez, 1998).

Mantos Blancos, ubicado unos 90 km al norte de Dania, es el depósito estratoligado de cobre con plata subordinada de edad Jurásica más grande de la Cordillera de la Costa de la región de Antofagasta, donde en el periodo entre 1960 y 1965 se han extraído 120 Mt de mineral de mena, produciendo 1.643.715 toneladas de cobre. En 1995 las reservas restantes eran de 43 Mt de mena oxidada con 0,86 % de contenido de cobre y 62 Mt de mena sulfurada con 1,18 % de cobre y 12 g/t de plata (Pizarro, 1997). El segundo en tamaño es el depósito Mantos de la Luna ubicado a 30 km al noroeste de Dania en donde se han medido recursos por 40,5 Mt con 1,39 % de cobre y estimado reservas por 6 Mt con 1,4 % de cobre. El resto de los depósitos son considerablemente menores aunque

hay algunos depósitos en los que sus reservas alcanzan unos cuantos millones de toneladas con 1 a 3,8 % de cobre y 6 a 25 g/t de plata. Los depósitos Susana y Juárez del distrito de Michilla le siguen en importancia seguidos de Santo Domingo, Buena Esperanza y Mantos de Pacífico. En la Tabla 1 se presentan de manera general, los yacimientos estratoligados de la Cordillera de Costa de la II Región con sus características geológicas más representativas.

2.4.1.1 Geología de los yacimientos estratoligados de cobre

Estos depósitos están alojados en rocas volcánicas de composición andesítica a andesítica basáltica, de afinidad calcoalcalina y edad jurásicas de la Formación La Negra (ca. 180Ma) (Ruiz *et al.*, 1965; Palacios, 1974; Palacios y Definís, 1981a; Chávez, 1985; Rogers, 1985; Pichowiak, 1994). Estas rocas y las rocas plutónicas (140 – 160 Ma) que las intruyen hospedan depósitos de cobre con contenidos variables de plata, oro y hierro. Los plutones que intruyen a la Formación la Negra son de dimensiones batolíticas y su composición varía de gabro a riolita, poseen afinidades calcoalcalinas y edades radiométricas en el intervalo 147 – 166 Ma (Rogers, 1985; Makshev, 1990). La secuencia volcánica hospeda preferentemente yacimientos estratoligados de Cu ± Ag que incluyen tanto depósitos estratiformes como chimeneas de brecha mientras que los yacimientos vetiformes de Cu-Fe ± Au (calcopirita-magnetita-actinolita) se restringen a los cuerpos intrusivos. Estos cuerpos intrusivos de edad Jurásico Medio a Superior pueden alojar también vetas menores de plata-oro, hierro-cobre, hierro y níquel-cobalto (Boric *et al.*, 1990). Éstas son verticales a subverticales y de edad similar a los intrusivos que las alojan (Makshev, 1990).

Nombre	Mena	Forma	Roca de Caja/Edad	Minerales de Mena	Ganga/Edad	Alteración/Edad	Referencia
Sector Norte Mantos de la Luna	Cu	Estratiforme	Andesita/Jurásico Medio 186±13Ma(1)	Atacamita, Brochantita, Especlarita	Calcita, Cuarzo, Especlarita	Clorita, Epidota, Calcita	Greiner, 1982
Veta sector Mantos de La Luna	Fe	Veta	Diorita/Jurásico 158±6Ma (1)	Magnetita, Apatito	Actinolita	Actinolita	Vivallo y Enríquez, 1998
Toldo Velarde	Cu	Veta	Diorita/Jurásico 158±6Ma (1)	Calcopirita, Bornita, Pirita, Arsenopirita, Molibdenita, Magnetita	Actinolita, Cuarzo, Magnetita, Hematita, Calcita	Silice, Actinolita /	Boric et al., 1990
Yohanita	Cu-Au	Veta	Diorita/Jurásico 158±6Ma (1)	Calcopirita, Bornita, Pirita	Calcita, Cuarzo	Silíce	Vivallo y Enríquez, 1998
Mantos del Pacífico	Cu	Estratiforme	Andesita/Jurásico Medio 186±13Ma(1)	Brochantita, Crisocola, Calcopirita, Bornita	Calcita, Cuarzo, Especlarita	Albítica, Silíce	Vivallo y Enríquez, 1998
Lince-Susana	Cu	Estratiforme Chimenea de brecha	Andesita/Jurásico Medio	Calcosina, Bornita, Calcopirita, Pirita, Atacamita, Crisocola	Calcita, Cuarzo, Hematita, Yeso,	Albita, Clorita, Sericita, Cuarzo	Soto y Dreye, 1985., Wolf et al., 1990
Naguyán-Desesperado	Cu-Fe	Veta	Granodiorita/Jurásico Medio	Clacopirita, Pirita, Magnetita	Cuarzo, Actinolita, apatita	Actinolita, Cuarzo, Epidota	Vivallo y Enríquez, 1998
Mantos Blancos	Cu-Ag	Lenticular	Andesita, Dacita/Jurásico Medio 175Ma (4)	Bornita, Covelina, Pirita, Calcosina, Calcopirita	Calcita, Cuarzo, Hematita	Albítica, Clirítica, Hematítica	Chávez, 1985
Montecristo	Cu-Fe-Au	Veta	Diorita, 159+3Ma (5)	Magnetita, Cacopirita, Bornita, Pirita	Actinolita, Apatita, Clorita	Actinolita, Cuarzo	Espinoza et al., 1997
Mina Julia	Cu-Fe-Au	Veta	Granodiorita/Jurásico 159+3Ma (5)	Calcopirita, Pirita, Bornita, Magnetita, Especlarita	Curazo, Turmalina, Calcita, Feldespato-K	Cuarzo, Turmalina	Boric et al., 1990
Santo Domingo	Cu	Lenticular	Adesitas Jurásicas	Calcosina, Bornita, Calcopirita, Pirita	Calcita, Cuarzo, Hematita, Sericita. 139+5Ma - 129+4Ma	Albita, Calcita, Clorita, Hematita, Cuarzo	Boric et al., 1990

Tabla 1. Cuadro resumen de depósitos estratoligados de cobre cercanos a Dania, con sus características principales (Vivallo y Henríquez, 1998)

La mineralización de sulfuros corresponde principalmente a pirita, calcopirita, bornita, calcosina y covelina. Ésta se encuentra generalmente diseminada o rellenando vesículas y fracturas, formando cuerpos estratiformes o lenticulares ya sea concordante o discordante con la estratificación. Chimeneas de brecha, cuerpos irregulares y en menor medida vetas mineralizadas, son comunes de este tipo de depósitos.

Estos yacimientos pueden presentar una zonación vertical, comenzando con minerales oxidados de cobre en superficie, gradando hacia una zona mixta con sulfuros y oxidados de cobre en niveles intermedios, para pasar a la zona más profunda donde se reconoce mineralización hipógena. La dimensión de cada una de estas zonas puede variar enormemente entre un depósito u otro, por ejemplo, en Mantos Blancos y Susana se reconoce una extensa zona de minerales oxidados de cobre mientras que en Buena Esperanza se tiene solo mineralización primaria y Mantos de la Luna está constituido únicamente por oxidados de cobre. Pero pese a los distintos grados de oxidación, los depósitos estratoligados no presentan una zona de enriquecimiento secundario significativa. Esto se puede explicar por la escasa presencia de pirita hipógena disponible para acidificar los fluidos tras su oxidación y a la abundante ganga de calcita, que contribuiría a neutralizar cualquier fluido supérgeno evitando así la lixiviación de cationes metálicos de la zona de oxidación. Por este motivo, la oxidación de los sulfuros de cobre se produciría *in-situ* con escasa movilización y las leyes de cobre en la zona de óxidos se mantendrían relativamente similares a la de la zona hipógena. Solamente en los depósitos más grandes, tales como Mantos Blancos y Susana, presentan zonas de enriquecimiento supérgeno con minerales del grupo de la calcocina y covelina (Astudillo, 1984, Chavez, 1985, Wolf et al., 1990).

Atacamita, malaquita y crisocola y en menor medida cuprita y cobre nativo son la mena más común de la zona de oxidación. Covelina y calcosina son comunes en la zona mixta y la zona de mineralización hipógena se caracteriza por bornita, calcosina y calcopirita con pirita, cuarzo, calcita y abundante especularita como minerales de ganga. La mineralización se encuentra diseminada y principalmente rellenando espacios (vesículas y fracturas) en la parte alta de los flujos de lava o en la matriz de cuerpos de brecha (Vivallo y Enriquez, 1998).

La mineralización de calcosina-bornita como mena dominante ocurre en estratos volcánicos y en brechas hidrotermales y está espacialmente asociada a diques, cuellos volcánicos y filones gabro-dioríticos.

La alteración hidrotermal más común de las rocas de caja de los cuerpos de mena se caracteriza por la presencia de abundante albita acompañada por cantidades variables de clorita, epidota y cuarzo.

2.4.2 Vetas de Cu-Fe con Au subordinado (Cpy-Mgt-Act)

Numerosas vetas de óxidos de hierro con cobre se han descubierto en batolitos dioríticos a granodioríticos del Jurásico Superior, los cuales se emplazan en las mismas secuencias volcánicas Jurásicas que albergan a los depósitos estratoligados de Cu-(Au) de la Cordillera de la Costa. En la provincia de Tocopilla los más importantes son Minita Despreciada (distrito de Tocopilla), que se encuentra a 45 km al noroeste de Dania, Toldo-Velarde (distrito de Gatico), ubicada a 28 km al oeste de Dania y Desesperado, ubicada a 95 km hacia el sur de Dania (Figura 2.3). Estas vetas son mayormente de manteos pronunciados cercanos a la vertical y orientación NE aunque algunas tienen manteos WNW, EW y NS, se extienden por 750 a 2000 m, con profundidades registradas de entre 370 a 670 m y 1 a 12 m de potencia (Maksaev y Zentilli, 2002).

Los minerales de mena se concentran en bolsonadas a lo largo de la veta separados por *gaps* de baja ley. La secuencia paragenética hipógena de la veta más importante es turmalina-actinolita-quarzo-magnetita-hematita-pirita-calcopirita-bornita-calcita (Ferraris et al., 1973, Boric et al., 1990). Silisificación intensa, argilización y cloritización son alteraciones características dentro de estas vetas de cobre y se pueden extender un par de metros dentro de la roca caja intrusiva. Los minerales hipógenos rellenan cavidades y fracturas en forma de sets de vetillas irregulares y discontinuas o secciones masivas con texturas de bandeamiento o como diseminaciones finas.

Estas vetas de cobre son estructuralmente continuas y regulares dentro del cuerpo intrusivo pero pierden, en cierto grado, estas características al extenderse dentro de las rocas volcánicas que contienen a estos cuerpos, tal es el caso de la veta de cobre en el distrito Naguayán – Desesperado (Boric et al., 1990). Sin embargo, una transición entre estas vetas de magnetita-cobre a un estratoligado propiamente tal no se ha observado.

2.4.3 Pórfidos del Cretácico Inferior de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile

Los pórfidos cupríferos del Cretácico Inferior de la Cordillera de la Costa del Norte de Chile son de menor tamaño que los otros pórfidos cenozoicos ubicados más hacia el este y a mayores elevaciones. Además poseen menor ley de mineralización hipógena, generalmente menor al 0,4 % de cobre (e.g., Sillitoe and Perelló, 2005). Éstos están asociados con pequeños stocks porfídicos de composición diorítica a granodiorítica y se emplazan en rocas plutónicas y volcánicas del arco magmático jurásico. La alteración hidrotermal potásica, con biotita y feldespato potásico es característica de estos depósitos. Alteración argílica intermedia es común, con presencia de illita, esmectita, clorita y sericita (Reyes, 1991; Perelló *et al.*, 2003; Maksaev *et al.*, 2006).

El yacimiento de tipo pórfido de cobre más cercano a Dania es el Antucoya. Éste se ubica a 13 km al sureste de Dania y es uno de los sistemas más grandes del cinturón metalogénico del Cretácico Inferior del Norte de Chile (Camus 2003; Sillitoe y Perello 2005), conteniendo recursos por 300 millones de toneladas de mena oxidada a 0,45% de cobre total. Adyacente a Antucoya se ha descubierto otro yacimiento de tipo pórfido cuprífero, el pórfido Buey Muerto, con reservas estimadas de 219 Mt de mena oxidada a 0,36% de cobre (Perelló et al. 2003). El sistema porfídico Antucoya se habría formado debido a cambios en las condiciones de estrés en el arco magmático, pasando de un régimen tensional

en el Jurásico Tardío a uno transpresivo durante el Cretácico Temprano (Maksaev et al. 2001).

El estudio de este yacimiento puede ser interesante por el hecho de que ambos, Antucoya y Dania se emplazan a menos de 400 m de la traza principal de la Falla Buey Muerto y no distan más 15 km entre sí (Figura 3.2), por lo que el mismo proceso geológico relacionado con la actividad de la Falla Buey Muerto podría haber gatillado la mineralización en ambos sistemas y por ende algunas de sus características podrían coincidir.

2.4.3.1 Geología del pórfido de cobre Antucoya

El pórfido de cobre Antucoya ocurre en un complejo intrusivo compuesto por pórfidos granodioríticos y tonalíticos y diques dacíticos, emplazados en rocas volcánicas jurásicas de la Formación La Negra. Gravas parcialmente cementadas por nitratos, regolito y gypcreta cubren la mayor parte de Antucoya.

La mineralización ocurre en stockwork, diseminada, como relleno de fracturas y como matriz de brechas. Ésta se encuentra en pórfidos tonalíticos y granodioríticos y brechas magmáticas a hidrotermales en un área de 1,6x1,0 km. Diques dacíticos postmineralización de rumbo NW cortan los pórfidos mineralizados y las brechas hidrotermales.

Antucoya ocurre inmediatamente al Oeste de un lineamiento NS de la traza principal de la Sistema de Falla Atacama (SFA). Ésta es un zona de falla regional de intra-arco, de rumbo sinistral, que estuvo activa durante el Cretácico Temprano (e.g., Dallmeyer et al. 1996; Scheuber and Andriessen 1990). El emplazamiento de diques y brechas está controlado por fallas NW-SE subsidiarias del SFA.

Los pórfidos granodiorítico y tonalítico poseen características que sugieren que son pulsos distintos que proviene de una misma fuente o que ambos

intruyeron casi simultáneamente. Además, en el contacto de estos dos pórfidos ocurre una brecha magmático-hidrotermal que se sitúa en el centro del depósito, la cual también estaría relacionada con fallas NW. Éstas serían chimeneas de brecha irregulares, polimícticas y matriz-soportadas, con manteos semiverticales hacia el SW. Su extensión vertical reconocida es de 250 a 350 m. La parte más superficial de la brecha tiene una matriz de minerales hidrotermales mientras que más en profundidad domina una matriz ígnea granodiorítica alterada. Los clastos de la brecha son angulares a subredondeados y están compuestos por los pórfidos granodioríticos y tonalíticos mineralizados y alterados.

Se reconocieron cuatro asociaciones de alteración hidrotermal en Antucoya: potásica, clorita-sericita, cuarzo-sericita y propilítica. Las primeras tres alteraciones afectan a los pórfidos y las brechas, mientras que la propilítica se restringe a las rocas volcánicas jurásicas (Arellano, 2003). Sin embargo, la mayoría de los cuerpos de mena están afectados por alteración argílica supérgena pervasiva y oxidación (atacamita, brocantita, crisocola, copper wad, jarosita y limonitas) que se extienden a profundidades de 300 a 350 m desde la superficie y se sobre imponen a las alteraciones hipógenas anteriores. La alteración potásica afecta principalmente a los cuerpos de brecha y al pórfido tonalítico y se caracteriza por la asociación de biotita, K-fel y cuarzo. Un stockwork de vetillas de cuarzo con calcopirita, pirita y molibdenita con halos de cuarzo-sericita ocurre en la parte más superficial del depósito, y una asociación de clorita, sericita, esmectita, cuarzo, pirita y calcopirita ocurre en el pórfido granodiorítico y brechas magmático-hidrotermales. La asociación propilítica de clorita, cuarzo, albita, epidota, calcita y pirita ocurre en las rocas volcánicas periféricas (Arellano, 2003).

CAPÍTULO 3 GEOLOGÍA LOCAL

El prospecto Dania (Figura 3.2) abarca una zona de quebrada de orientación NS en cuyos flancos afloran rocas volcánicas de la Formación La Negra e intrusivos de composición dacítica a riolítica de textura porfídica principalmente. La mayor parte de la zona se encuentra cubierta por un regolito parcialmente consolidado por sales. Los afloramientos son de mala calidad y corresponden casi exclusivamente a áreas despejadas por maquinaria pesada para la construcción de caminos, calicatas y plataformas de sondaje. En la Figura 3.1 se ve el flanco oriental de la quebrada principal de Dania donde se nota el regolito salino y los trabajos de despeje de las maquinarias.



Figura 3.1. Vista hacia el noreste de quebrada principal de Dania. Notar los trabajos de despeje de áreas cubiertas.

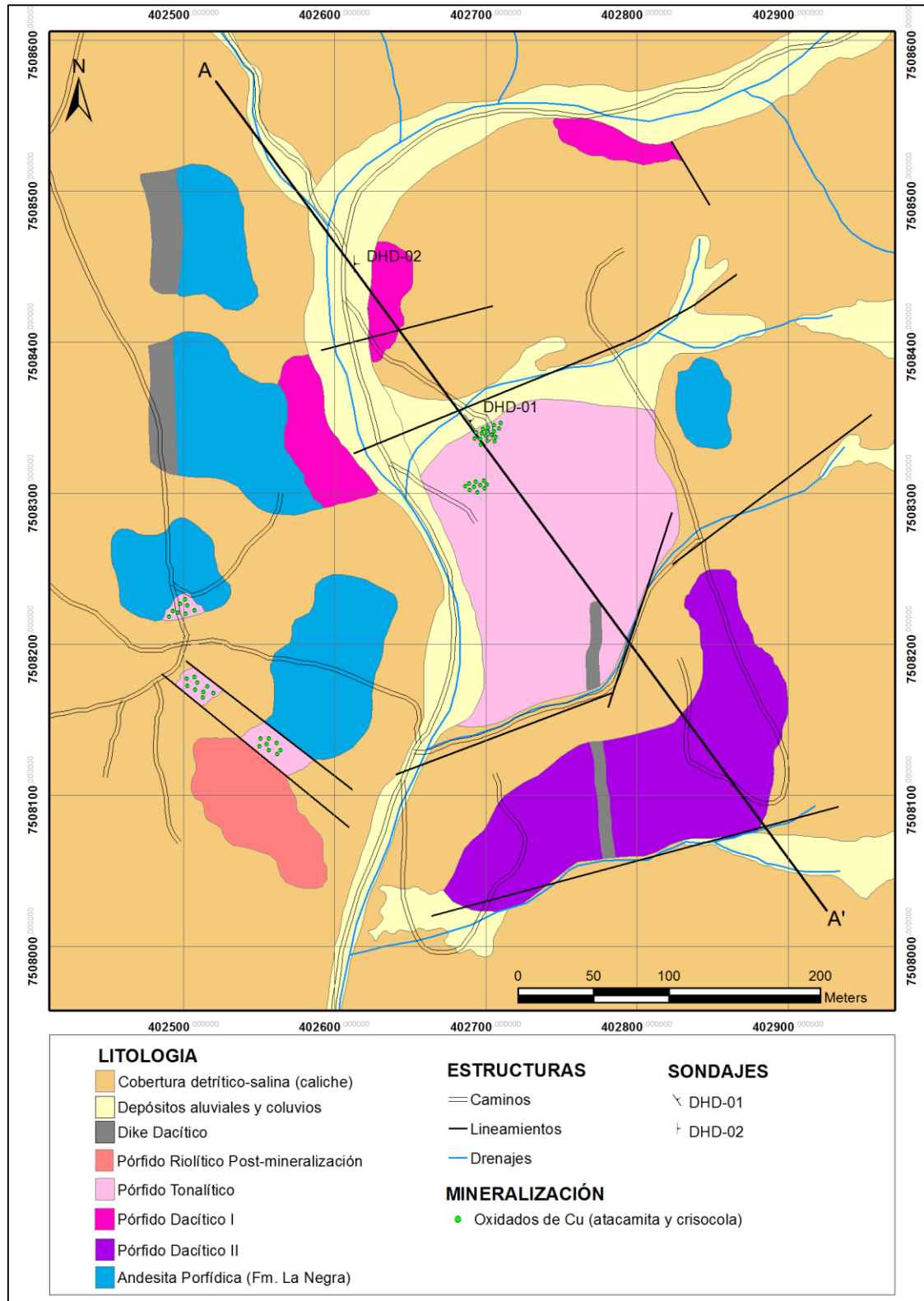


Figura 3.2. Mapa Geológico Local de Prospecto Dania.

3.1 Marco estructural

A nivel distrital, Dania se encuentra a 600 metros al este del lineamiento principal de la Falla Buey Muerto (Figura 3.3). Evidencias de terreno del sector de Antucoya indican que esta falla junto con el SFA corresponden a un sistema sinistral que habría estado activo durante el emplazamiento de pórfidos de cobre (Perelló et al., 2003).

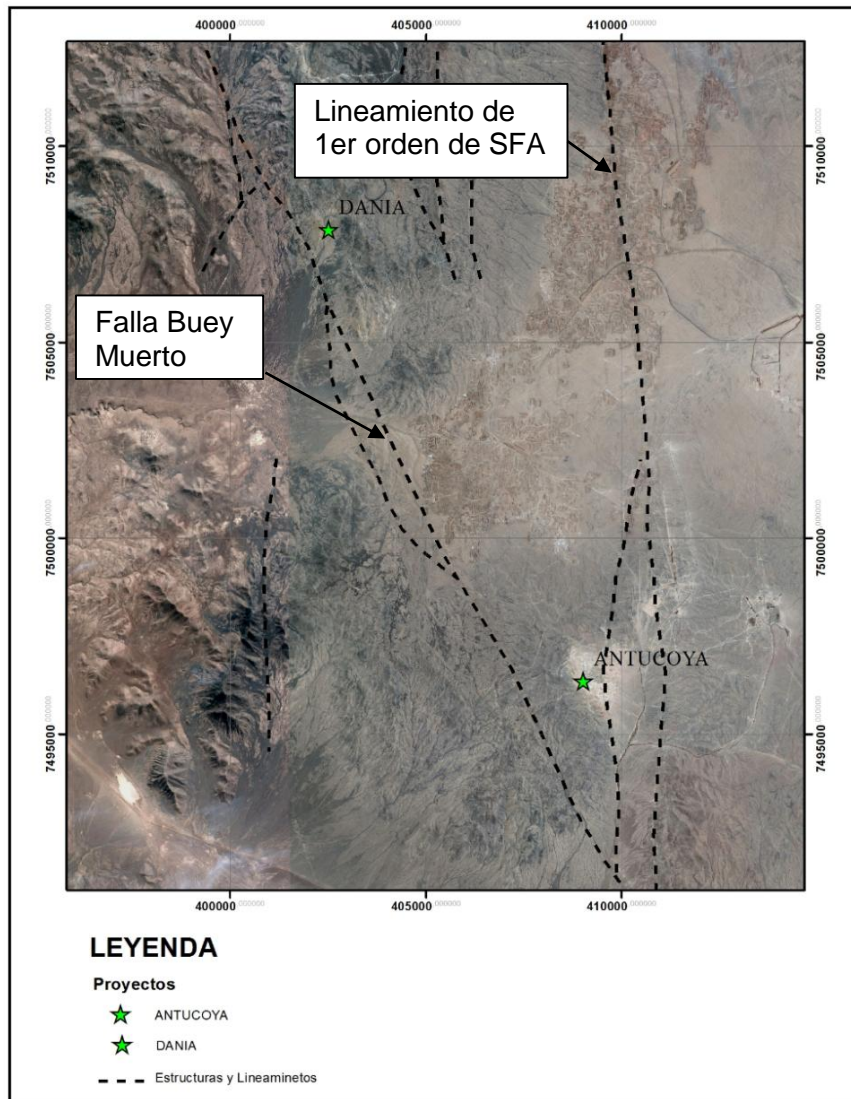


Figura 3.3. Mapa estructural mostrando la ubicación de Dania y Antucoya con respecto a la Falla Buey Muerto y lineamientos principales del SFA.

3.2 Geología local

3.2.1 Rocas de la Formación La Negra

Las rocas de esta formación corresponden a lavas de composición andesítica y textura porfídica y serían las rocas encajadoras de los cuerpos intrusivos y diques presentes. Su distribución dentro del prospecto es escasa y, dada la mala calidad de los afloramientos, no se pudo distinguir rumbos o manteos.

Andesita Porfídica

Roca de color gris oscuro verduzco (Figura 3.4), de textura porfídica dada por un 20 % de fenocristales de plagioclasa de textura seriada que van de 2,0 a 7,0 mm. La masa fundamental corresponde a un arreglo microcristalino de cuarzo, plagioclasa y minerales máficos, los cuales han sufrido una cloritización intensa pervasiva y penetrativa que es la que le otorga su tono verduzco. Amígdalas rellenas con epidota de formas irregulares y tamaño menor a 1,0 cm se encuentran en la mayoría de los afloramientos, su proporción es más bien baja y no supera el 3 %, estando ausentes en varias partes de la secuencia.



Figura 3.4. Andesita Porfídica cloritizada.

3.2.2 Intrusivos cretácicos

Son las rocas más abundantes dentro de la zona de estudio y corresponden a diques y cuerpos intrusivos de composición dacítica a riolítica de textura porfídica. La proporción y tamaño de los fenocristales es variable, demostrando diferencias en las condiciones fisicoquímicas de formación de los distintos cuerpos. Los diques presentes son de composición dacítica y de 2 m de potencia aproximadamente. Estos poseen rumbos NS y manteos cercanos a los 90°. A continuación se describen de manera más detallada cada una de los distintos cuerpos intrusivos reconocidos en la zona.

Pórfido Tonalítico

Esta roca (Figura 3.5) aparece en la parte central de Dania, específicamente en el flanco oriental de la quebrada y es la unidad de mayor extensión. También aparece en el sector suroeste en contacto por falla con el pórfido riolítico y andesitas jurásicas.

Es una roca de color pardo blanquecino a veces rojizo a anaranjado de textura porfídica dada por un 20 % de ojos de cuarzo redondeados a formas pseudocúbicas que van de 1 hasta 7 mm, 20 % de fenocristales de plagioclasa que van de 1 a 6 mm las cuales se encuentran, generalmente, con cierto grado de albitización y a veces con argilización supérgena. Los minerales máficos primarios corresponden a biotita principalmente, sin embargo, esta se encuentran total a parcialmente cloritizadas y comprenden el 10 % del total de la roca pudiendo variar de un 2 a un 20 % en algunos sectores. Se pudo identificar biotita secundaria en algunos puntos específicos. La masa fundamental comprende el 50 % del total de la roca y corresponde a un agregado microcristalino de cuarzo con plagioclasa.

Fue posible encontrar minerales oxidados de cobre en superficie dentro de esta unidad. Sin embargo, esta mineralización no se encuentra esparcida de manera homogénea, si no que aparece en ciertos puntos dentro de la zona de estudio. Los lugares en que aparece la mineralización se restringen a áreas de unos pocos metros cuadrados, probablemente estén asociados a sistemas de vetas mineralizadas de pocos metros de potencia. Los minerales oxidados de cobre corresponden a atacamita y en menor cantidad, crisocola.

Una característica de esta unidad es la abundante presencia de hematita y limonitas, las cuales se encuentran esparcidos en casi la totalidad de los afloramientos dándole a las rocas un tinte rojizo.



Figura 3.5. Pórfido Tonalítico con alteración de cuarzo-sericita. Se puede ver hematita diseminada y en vetillas.

Pórfido Dacítico I

Esta roca se encuentra hacia el norte de la zona de estudio en ambos costados de la quebrada principal. Los afloramientos son discretos y cubren una pequeña porción de terreno.

Es una roca de color gris verdusco, composición dacítica de textura porfídica de grano fino a medio dada por un 20 % de fenocristales de plagioclasa de 1 a 4 mm. Posee una matriz microcristalina de plagioclasa con minerales máficos que se encuentran totalmente cloritizados.

La alteración de esta roca es de clorita-sericita, la cual se manifiesta como cúmulos de hasta 5 mm además de la clorita diseminada en la matriz.

No se apreció mineralización de cobre en superficie dentro de esta unidad, aunque sí se observó hematita diseminada asociada con los cúmulos de clorita.

Pórfido Dacítico II

Esta roca (Figura 3.6) se encuentra en el sector sureste del prospecto y sus mayores afloramientos se encuentran en plataformas de sondajes y áreas de despeje con maquinaria pesada.

La roca es de color gris verdosa, de textura porfídica dada por un 30 % de fenocristales de plagioclasa de 1 a 5 mm de tamaño, 5 % de ojos de cuarzo de 1 hasta 7 mm de formas redondeadas a cúbicas. Clorita finamente diseminada en la matriz y en cúmulos le da a la roca un tinte verdoso característico. La epidota es común en esta roca, sin embargo no se encuentra en toda su extensión ni en altas proporciones, se encuentra como un mineral accesorio siempre asociado a la clorita. Las plagioclasas se encuentran parcialmente argilizadas y en algunos sectores se presentan teñidas con tintes rojizos, producto probablemente de la presencia de óxidos de hierro.

Alteración sericita-clorita débil es apreciable en algunos sectores la cual se manifiesta principalmente en la matriz de la roca.



Figura 3.6. Pórfido Dacítico II cloritizado con hematita diseminada.

Pórfido Riolítico post-mineralización

Esta roca (Figura 3.7) aparece en el sector sur de Dania en el costado oeste de la quebrada principal y se prolonga desde la cima hasta la falda del cerro que lo contiene en forma de franja con orientación noroeste-sureste.

La roca es de color rosado parduzco y presenta textura porfídica dada por un 30 % de fenocristales de plagioclasa de 1 a 4 mm, 10 % de ojos de cuarzo de 1 a 5 mm de formas circulares a cúbicas. La biotita es el mineral máfico predominante y comprende el 5 % del total de la roca, ésta se encuentra levemente alterada por la meteorización. La matriz está conformada casi

totalmente por feldespato potásico y en menor proporción, cuarzo. Las plagioclasas se encuentran parcialmente argilizadas por efectos supérgenos.

Esta unidad no presenta evidencias de mineralización ni de alteración hidrotermal o bien de metamorfismo de bajo grado (clorita, epidota, cuarzo, etc.) típico de las rocas del prospecto y en comparación con el resto de las rocas presentes de Dania, esta unidad presenta un grado de fracturamiento considerablemente menor.



Figura 3.7. Pórfido Riolítico post-mineralización.

Diques Dacíticos

Estas rocas (Figura 3.8) abarcan una pequeña superficie en la zona de estudio. Se pudo identificar dos diques dacíticos de textura porfídica de 2 a 5 m de potencia, rumbo NS y manteo subvertical. La roca es de color verde parduzco dado por la cloritización intensa que la afecta de manera pervasiva. No presenta mineralización de cobre y los óxidos de hierro son escasos, presentándose principalmente hematita diseminada menor al 0,5 %.



Figura 3.8. Dique Dacítico cloritizado.

2.3.3 Alteración

Los minerales de alteración que se encuentran en la zona de estudio no son todos de origen hidrotermal propiamente tal, sino que pueden ser atribuidos a metamorfismo/alteración regional de bajo a muy bajo grado que se caracteriza por la presencia de minerales secundarios como: prehenita, pumpellita, epidota, clorita, calcita, cuarzo y albita, minerales que se observan generalmente, en las porciones vesiculares y brechosas de las rocas volcánicas jurásicas de la Formación La Negra (Boric et al., 1990).

Teniendo en cuenta lo anterior, los minerales de alteración hidrotermal que se encuentran en la zona de estudio son: cuarzo, sericita, clorita, epidota, albita, magnetita. Y los de origen supérgeno son principalmente arcillas y limonitas. En la Figura 3.9 se observa cómo se distribuyen estos minerales dentro del área de estudio.

La clorita se encuentra en todas las rocas de la zona de estudio, siendo particularmente intensa en la andesita porfídica en donde reemplazan parcial a totalmente los minerales máficos primarios dándoles tintes verdosos oscuros a las rocas. En base a una observación visual se estima un 30 % de clorita en estas rocas volcánicas. En las otras unidades la clorita es menos intensa variando de un 5 a un 20 % del total de la roca y se encuentra, del mismo modo, diseminada en la matriz reemplazando minerales máficos primarios, aunque es posible encontrarla también diseminada en cúmulos de formas irregulares de hasta 1,0 cm.

La sericita se encuentra en el pórfido tonalítico asociado con cuarzo en la asociación de alteración fílica. En el pórfido dacítico I se encuentra asociada a clorita y aparece en pequeños cúmulos de hasta 4 mm diseminados en la masa fundamental.

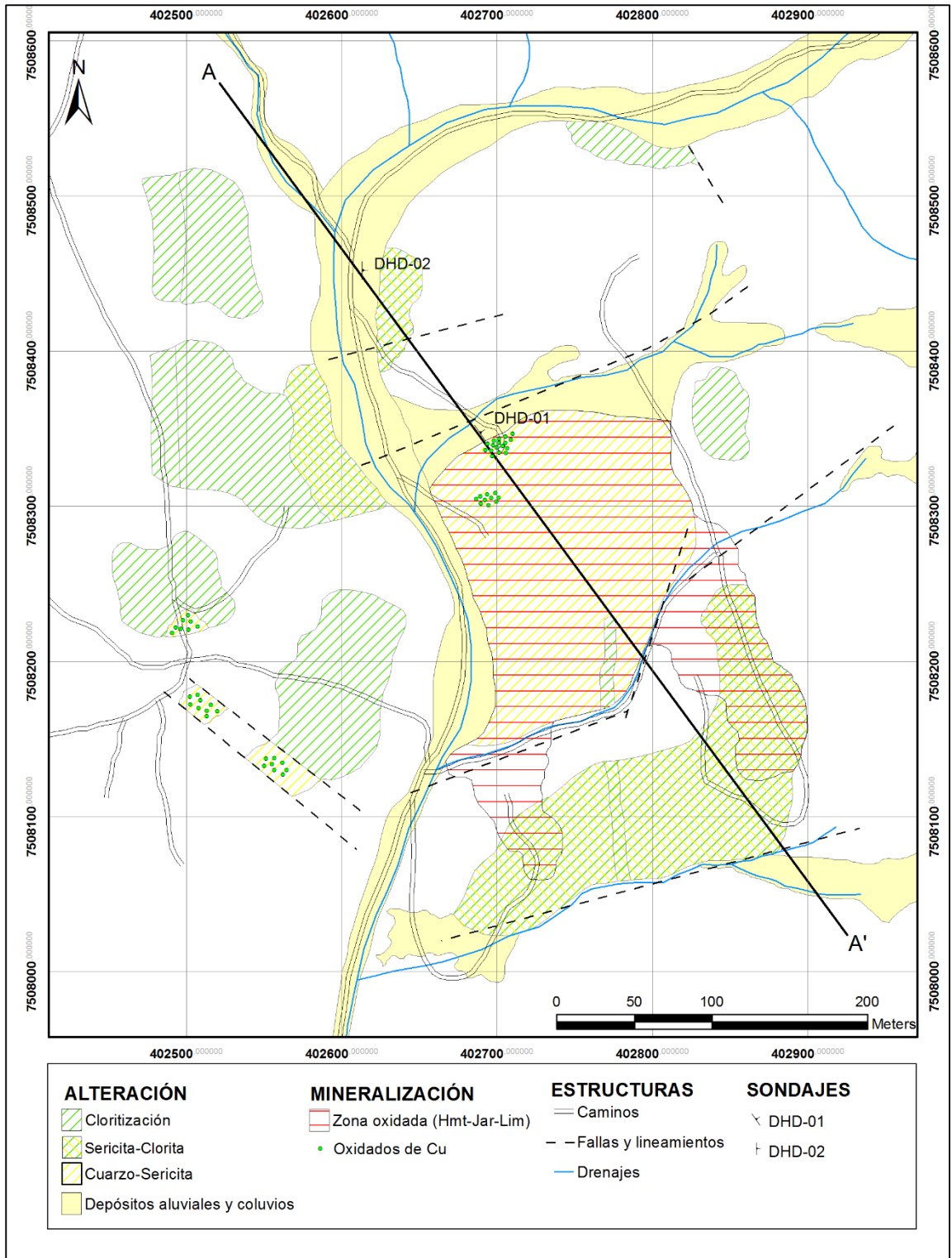


Figura 3.9. Mapa geológico de alteraciones presentes en el prospecto Dania.

La epidota se pudo encontrar únicamente en las rocas volcánicas de la Formación La Negra y como traza en los diques dacíticos. Se encuentra rellenando amígdalas o bien diseminada en pequeños cúmulos. Es poco abundante y aparece sólo de manera local en algunos afloramientos.

La magnetita es muy común en las rocas de la zona de estudio aunque en la mayoría de los casos no es distinguible a simple vista y se encuentra generalmente hematizada. Se reconoce por el magnetismo leve comprobado con el imán, en base a esta prueba se asume un porcentaje de magnetita menor al 5 %. En menor medida se observó vetillas de magnetita parcialmente hematizadas. Las vetillas son continuas, de bordes rectos y de 1 a 2 mm de espesor, por lo general se encuentran asociadas con clorita.

Las arcillas presentes en la zona son producto de una alteración/meteorización supérgena. Se extienden a lo largo de todo el prospecto en los pórfidos dacíticos y la alteración es de tipo selectiva afectando principalmente a los fenocristales de plagioclasa aunque en ciertas áreas puede estar afectando la totalidad de la roca. Los minerales de arcilla no se pudieron identificar macroscópicamente.

Las limonitas son muy abundantes en el prospecto y más aún en el pórfido tonalítico probablemente por su mayor contenido de sulfuros propensos a la oxidación. Dentro de la zona de estudio la hematita es el óxido de hierro más común. Se encuentra diseminada en la masa fundamental del pórfido tonalítico dándole coloraciones rojizas. También se encuentra con textura terrosa, rellenando fracturas y es particularmente intensa en zonas donde la densidad de diaclasamiento es mayor producto, probablemente, de sistemas de fallas que afectan a la zona. La hematita también se encuentra rellenando vetillas de espesor milimétrico y diseminada en pequeños cúmulos producto de la oxidación insitu de minerales hipógenos.

La jarosita es otra limonita común en Dania. Ésta también se asocia a las zonas de mayor fracturamiento y se puede encontrar diseminada alterando sulfuros hipógenos en forma de pich-limonite o bien rellenando fracturas y vetillas.

2.3.4 Mineralización

La mineralización de cobre se desarrolla en el pórfido dacítico y se manifiesta en varios puntos dentro de Dania, sin embargo, en ninguno de estos puntos alcanza una dimensión considerable y dada la mala calidad de los afloramientos, (pseudoafloramientos de trincheras y plataformas de sondaje) no es posible determinar si existiera alguna dirección preferencial hacia donde se propaga la mineralización en superficie ya que la mayoría de la zona se encuentra cubierta. Visualmente es difícil de identificar a la lejanía, sólo estando sobre la mineralización misma se puede distinguir a ojo desnudo.

La mineralización es de oxidados de cobre, siendo la atacamita la más abundante con menor crisocola. Éstas se encuentran principalmente rellenando fracturas y se asocian con sales y limonitas (Figura 2.10). También se encuentra diseminada en la matriz del pórfido aparentemente producto de la oxidación *in-situ* de sulfuros de cobre hipógenos. Se pudo ver incluso atacamita depositada sobre plagioclasas alteradas a arcillas dándole tintes verdosos. Por lo general, tanto la atacamita como la crisocola son de textura terrosa, especialmente cuando se encuentran rellenando fracturas.



Figura 3.10. Pórfido Tonalítico con mineralización de oxidados de cobre (atacamita y crisocola) asociado con sales.

3.2 Sondajes

A continuación se presenta los resultados del mapeo de los dos sondajes de diamantina realizados por Estrella en el contexto de la campaña de exploración realizada en el año 2014. La ubicación de los sondajes DHD-01 (coordenadas 402692E 7508346N, datum WGS84) y DHD-2 (coordenadas 412615E 7508449N, datum WGS84) se aprecia en la Figura 3.2 (trayectometría de los sondajes en anexo A).

Se describen los tramos en base a variaciones litológicas o bien de alteración. En caso de las variaciones en la alteración, si ésta cambiase de manera sutil en cuanto a la intensidad, no se considerará como un tramo independiente. Estas mismas subdivisiones fueron las que se utilizaron para confeccionar las secciones esquemáticas (Figuras 3.20 y 3.21)

3.2.1 Sondaje DHD-01

El sondaje DHD-01 se encuentra ubicado en la coordenadas UTM 402692E, 7508346N (Datum WGS 1984 Zona 19S), su longitud es de 318 m, azimut 55° e inclinación inicial -73° (trayectometría en anexo B). La calidad de la roca extraída es muy baja debido a la alta densidad de fracturamiento, posiblemente asociado a sistemas de fallas que afectan la zona de estudio. Se reconocieron 5 litologías: regolito salino o “caliche”, Pórfido Tonalítico, dique dacítico, dique andesítico, y daci-andesíta. Las asociaciones de alteración hidrotermal predominantes son: cuarzo-sericita, cuarzo-sericita-clorita, K-feld-biotita y biotita. A continuación se describen los tramos característicos en base a la litología tomando en cuenta variaciones en el tipo de alteración.

Pórfido Tonalítico con alteración cuarzo-sericita (4 – 68 m)

Esta roca de color blanquecino y de textura porfídica (Figura 3.11) se presenta en el primer tramo del sondaje más cercano a la superficie. Los fenocristales ocupan el 40 % del total de la roca y lo comprenden ojos de cuarzo y fenocristales de plagioclasa. La alteración fílica se manifiesta en la matriz, que corresponde al 60 % del total de la roca. Cúmulos de clorita intermitentes se sobre imponen a la alteración fílica predominante.

La mineralización corresponde a oxidados de cobre: atacamita y en menor proporción, crisocola. Éstas se encuentran principalmente rellenando fracturas lo cual indicaría algún grado de movilización del cobre. También presenta, en menor grado, oxidados de cobre diseminados, aparentemente por oxidación *insitu* de sulfuros primarios. Esta dualidad en el estilo de mineralización indicaría que la generación de fluidos ácidos no fue suficiente para lixiviar todo el contenido de sulfuros de cobre primarios. Esto se condice con el bajo contenido de pirita observada disponible para la generación de drenaje ácido, la cual aparece de manera traza. La jarosita, un subproducto de la lixiviación de la pirita, también es baja y se asocia con limonitas en zonas de roca fracturada.



Figura 3.11. Pórfido Tonalítico con alteración cuarzo-sericita. Se observan vetillas de minerales opacos con atacamita.

Pórfido Tonalítico con alteración potásica (68 – 298 m)

Roca de color rosado variando a anaranjado (Figura 3.12), de textura porfídica de grano medio dado por un 40 % de fenocristales de plagioclasa y ojos de cuarzo. Esta roca domina en profundidad por debajo de los 65m.

Presenta alteración hidrotermal potásica dada por la asociación de feldespatos potásico-biotita con menor clorita y sericita. El feldespatos potásico se manifiesta en la matriz de la roca alterando de manera pervasiva y penetrativa dando el tinte rosado característico a este tramo, la biotita se presenta diseminada en cúmulos de hasta 1 cm y en venillas sinuosas y continuas. La clorita y la sericita se encuentran asociadas en pequeños cúmulos de 0,5 cm y

se considera como una alteración secundaria sobreimpuesta a la alteración potásica. Presenta escasas vetillas de cuarzo-magnetita con halo de feldespato potásico características de una zona de alteración potásica, además de vetillas de calcita sin mineralización.

La mineralización es escasa y corresponde principalmente a oxidados de cobre: atacamita y crisocola. En la sección más profunda de este tramo la mineralización es mixta. Se encontró pirita y calcopirita asociada con hematita y oxidados de cobre, presentándose principalmente diseminados y en menor medida, en vetillas. La pirita es escasa, alcanzando valores máximos de 2 %, con un promedio de 0,5 % aproximadamente. La calcopirita aparece como traza alcanzando valores máximos de 0,2 % en tramos locales.



Figura 3.12. Pórfido Tonalítico con alteración potásica y alteración clorita-sericita sobreimpuesta. La corta vetillas de calcita y escasas vetillas de cuarzo-magnetita con sulfuros y halo de feldespato potásico. Trazas de calcopirita con pirita diseminada, asociada con hematita y oxidados de cobre.

Dique Dacítico cloritizado

Esta roca de color verde y textura porfídica (Figura 3.13) corresponde a diques de entre uno y diez metros de espesor que aparecen a lo largo de todo el sondaje y cortan al Pórfido Tonalítico y a los diques andesíticos. Los minerales máficos de este cuerpo intrusivo se encuentran totalmente cloritizados, dándole el tinte verdoso característico a esta roca. No presenta mineralización.

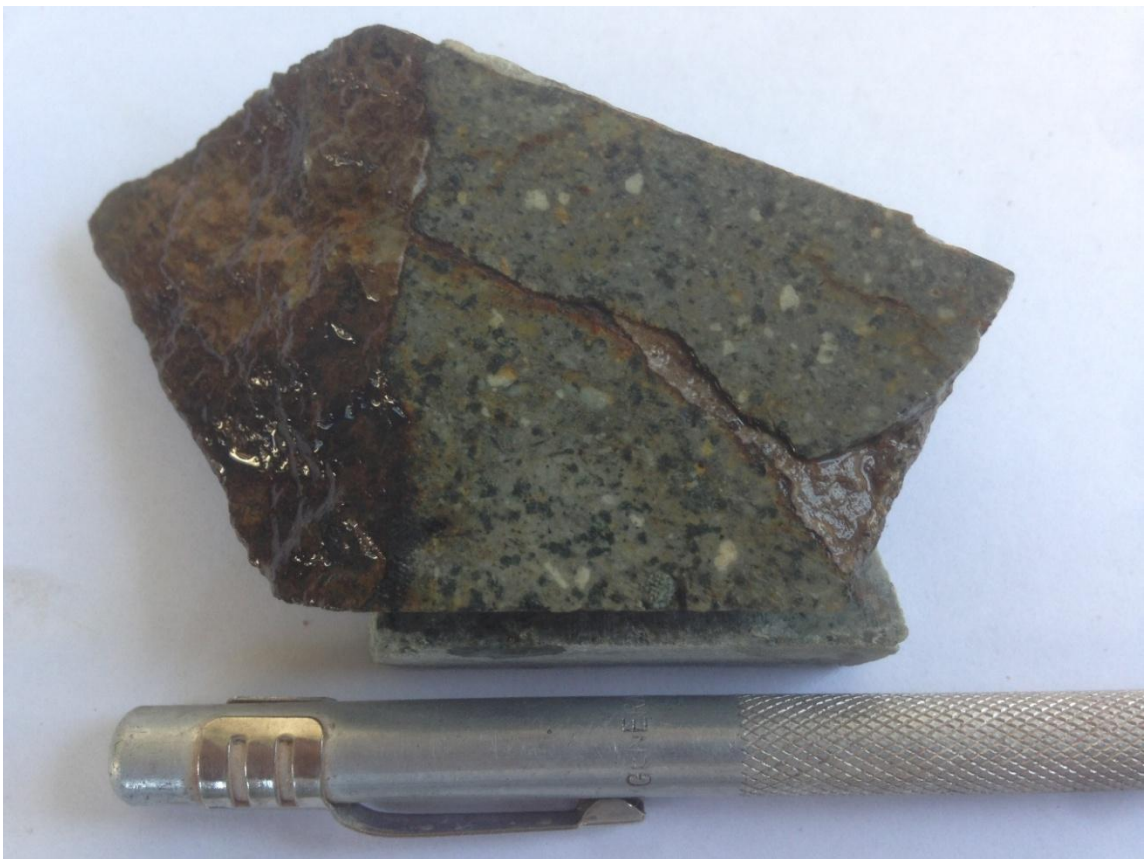


Figura 3.13. Dique Dacítico cloritizado.

Dique Andesítico con alteración propilítica

Roca de color pardo verdusco, de textura porfídica. Los diques tienen espesores de 6 a 15 m y se encuentran en la mitad más profunda del sondaje. Presentan alteración propilítica intensa con la asociación clorita-epidota. Sobreimpuesta a esta alteración, una argilización intensa quita firmeza a la roca haciéndola frágil pudiendo romperla incluso con la presión de la mano. No presenta mineralización.

Daci-andesita con alteración potásica biotítica (298 – 318 m)

Roca de color negro y textura afanítica que parece en los últimos veinte metros de sondaje. Presenta alteración potásica biotítica intensa y pervasiva, magnetismo fuerte dado por magnetita diseminada en la masa fundamental. Se encontró vetillas de cuarzo sinuoso de hasta 3 mm de espesor con trazas de pirita y calcopirita.

3.2.2 Sondaje DHD-02

El sondaje DHD-02 se encuentra ubicado en el sector norte del flanco este de la quebrada principal, en las coordenadas UTM 412615N 7508449E (Datum WGS 1984 Zona 19S), su longitud es de 288 m, azimut 90° e inclinación inicial 75° (trayectometría en anexo A). La calidad de la roca extraída es muy baja debido a la alta densidad de fracturamiento, posiblemente asociado a sistemas de fallas que afectan la zona de estudio. Se reconocieron 5 litologías: Pórfido Dacítico I, dique dacítico, dique andesítico, brecha hidrotermal y Pórfido Tonalítico. Las asociaciones de alteración hidrotermal predominantes son: sericita-clorita, clorita, silicificación y feldespato potásico-biotita. A continuación se describen los tramos característicos en base a la litología tomando en cuenta variaciones en el tipo de alteración.

Pórfido Dacítico I con alteración sericita-clorita (1 – 38 m)

Roca de color pardo verdusco de textura porfídica (Figura 3.14) de grano medio a fino dada por un 20 % de fenocristales de plagioclasa de 1 a 4 mm y 10 % de fenocristales de minerales máficos totalmente cloritizados. La masa fundamental microcristalina está compuesta por un intercrecimiento de plagioclasa, minerales máficos cloritizados y cuarzo.

La alteración hidrotermal, caracterizada por la asociación sericita-clorita, se manifiesta en cúmulos de hasta 1cm.

Presenta mineralización de oxidados de cobre: atacamita con menor crisocola, las cuales se encuentran principalmente rellenando fracturas y menormente diseminadas. Se encontraron vetillas de cuarzo con sutura de magnetita y trazas de atacamita.

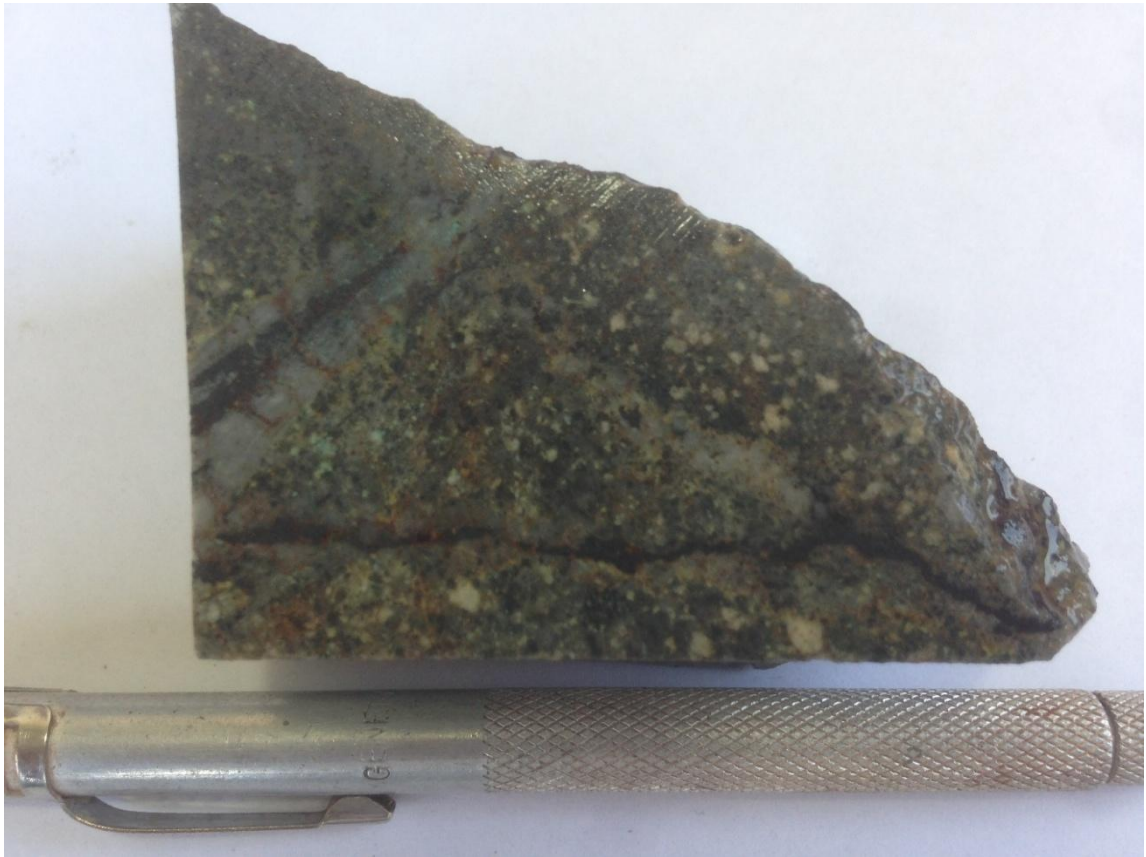


Figura 3.14. Pórfido Dacítico I con alteración sericita-clorita y vetillas de cuarzo con sutura de magnetita.

Pórfido Dacítico I silicificado (38 – 149 m)

Esta roca (Figura 3.15) corresponde a una gradación del Porfido Dacítico I con alteración Ser-Chl que en profundidad va disminuyendo paulatinamente la sericita y clorita para pasar a una silicificación. Presenta mineralización traza de atacamita con crisocola, salvo en dos tramos de no más de 3 metros donde se tiene 0,3 % en volumen de oxidados de cobre.

Se observaron vetillas de cuarzo sinuoso con magnetita y vetillas de cuarzo con halo de feldespato potásico. No se pudo establecer relación de corte entre estas dos vetillas.



Figura 3.15. Pórfido Dacítico I silicificado, vetillas de cuarzo con magnetita y vetillas de cuarzo con halo de feldespato potásico.

Brecha magmático-hidrotermal con alteración potásica (149 – 186 m; 213 – 239 m)

Brecha polimíctica (Figura 3.16), matriz soportada, de color pardo rosáceo. Presenta fragmentos de hasta 4 cm, angulosos a subredondeados. La litología de éstos parece ser de pórfido dacítico y tonalítico con alteración potásica dada por un reemplazo de feldespato potásico sobre plagioclasa. La masa fundamental está conformada por cuarzo y material ígneo afanítico. Alteración débil dada por cúmulos de sericita-clorita se imprime como alteración secundaria sobre toda la roca.



Figura 3.16. Brecha magmático-hidrotermal con masa fundamental de cuarzo y material ígneo.

En profundidad, por debajo de los 186 m, la matriz de la brecha, de origen hidrotermal, es reemplazada por un relleno netamente ígneo (Figura 3.17).

La mineralización es escasa, habiendo trazas de pirita \pm calcopirita y minerales oxidados de cobre diseminados en los clastos y matriz de la brecha.



Figura 3.17. Brecha magmático-hidrotermal polimíctica con masa fundamental ígnea.

Pórfido Tonalítico con alteración potásica (186 – 213 m y 229 – 288m)

Roca de color rosado variando a anaranjado (Figura 3.18), de textura porfídica de grano medio dado por un 40% de fenocristales de plagioclasa y ojos de cuarzo.

Presenta alteración hidrotermal potásica dada por la asociación feldespatos potásico-biotita con menor clorita-sericita. El feldespatos potásico se manifiesta en la matriz de la roca alterando de manera pervasiva y penetrativa dando el tinte rosado característico a este tramo. La biotita se presenta en cúmulos de hasta 1 cm y en venillas sinuosas y continuas, indicando una zona de transición entre un régimen frágil-dúctil. La clorita y sericita se encuentran asociadas en pequeños

cúmulos de 0,5 cm aproximadamente, y se considera como una alteración secundaria sobreimpuesta a la alteración potásica. Presenta escasas vetillas de cuarzo-magnetita con halo de feldespato potásico características de una zona de alteración potásica.

La mineralización es escasa y corresponde principalmente a trazas de atacamita y crisocola.



Figura 3.18. Pórfido Tonalítico con alteración potásica.

Dique Andesítico con alteración propilítica

Roca de color pardo verdusco, de textura porfídica. Los diques tienen espesores de 6 a 15 m y se encuentran en la mitad más profunda del sondaje. Presentan alteración propilítica intensa con la asociación clorita-epidota. Sobreimpuesta a esta alteración, una argilización intensa quita firmeza a la roca

haciéndola frágil pudiendo romperla incluso con la presión de la mano. No presenta mineralización.

Dique Dacítico cloritizado

Esta roca de color verde y textura porfídica (Figura 3.19) corresponde a diques de entre uno y diez metros de espesor que aparecen a lo largo de todo el sondaje y cortan al Pórfido Tonalítico y a los diques andesíticos. Los minerales máficos de este cuerpo intrusivo se encuentran totalmente cloritizados, dándole el tinte verdoso característico a esta roca. No presenta mineralización.



Figura 3.19. Dique Dacítico Cloritizado.

3.2.3 Secciones geológicas

A partir de los datos recopilados del mapeo de los sondajes DHD-01 y DHD-02, combinado con datos de superficie, se creó un modelo litológico (Figura 3.20) y un modelo de alteración (Figura 3.21). La traza AA' de las secciones geológicas se ve en el mapa de la Figura 3.2. Cabe destacar que la configuración litológica y de alteración propuesta es tan solo un esquema aproximado ya que dos sondaje no son suficientes para la confección de un modelo certero, sin embargo, nos puede dar una idea de la realidad y servir de base para ir agregando más información.

Los tipos de roca que predominan en profundidad son, en orden de abundancia, Pórfido Tonalítico, Pórfido Dacítico I, Brecha, Daci-Andesíta, Diques Dacíticos y Diques Andesíticos. No se interceptó roca caja, correspondiente a la Formación La Negra, sin embargo se pone en la sección como referencia, pese a que no se conozca la ubicación de los contactos entre ésta y el resto de las unidades intrusivas. La relación temporal entre las unidades, de la más antigua a la más reciente, basado en las relaciones de contacto, es: Pórfido Tonalítico o Pórfido Dacítico I, Brecha, Daci-Andesíta, Diques Andesíticos y Diques Dacíticos. Se utilizó dos criterios para trazar las fallas propuestas en el modelo. El primero tiene relación con intenso fracturamiento de las rocas, asociado con alteración argílica supérgena. Y el segundo, tiene relación con la interpretación superficial de los lineamientos identificados. Se hizo calzar la prolongación de las fallas con los lineamientos superficiales esquematizados en el mapa de la Figura 3.2.

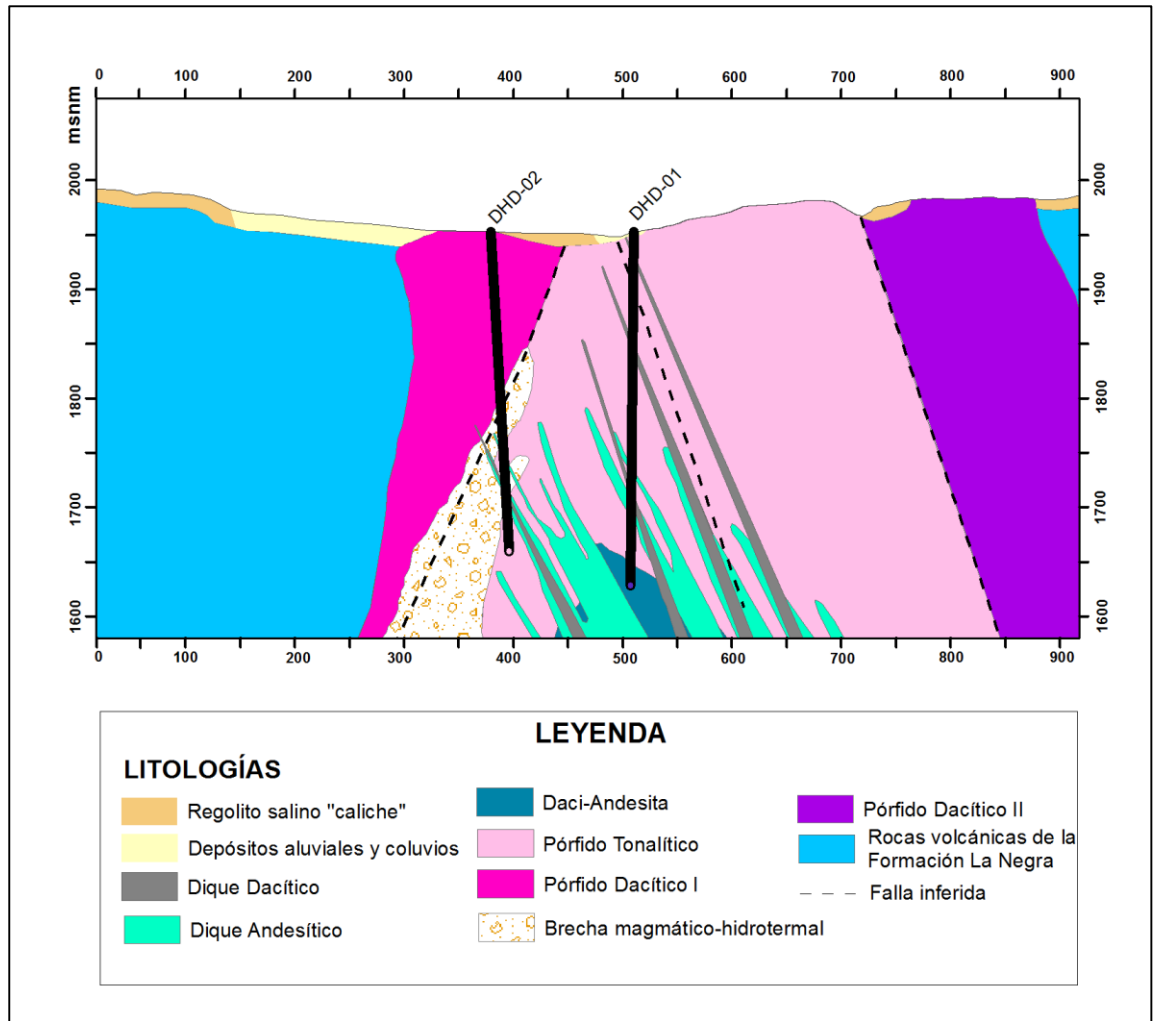


Figura 3.20. Sección Geológica de Dania.

La alteración hidrotermal predominante en Dania es la potásica dada por feldespato potásico con menor biotita. Ésta aparece en profundidad, por debajo de los 60 m, y sobre ésta, la asociación cuarzo-sericita-clorita aparece como un halo. La silicificación se manifiesta en la brecha, la cual también genera un halo de sílice en el Pórfido Dacítico I. La clorita aparece prácticamente en todas las rocas acompañando a las otras asociaciones de alteración y también por si sola en las zonas más distales generando un halo propilítico.

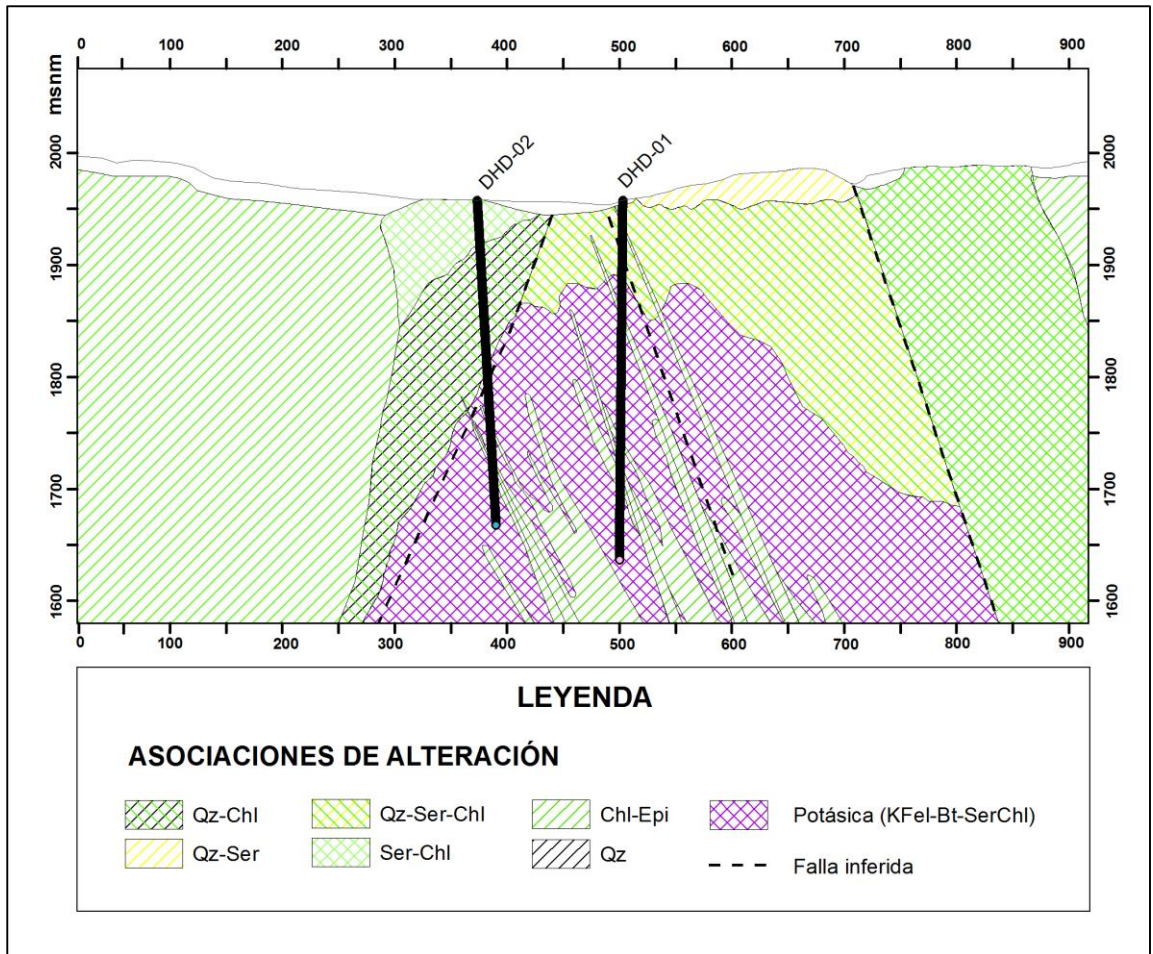


Figura 3.21. Modelo de alteración Dania.

3.2.4 Mineralización

En el contexto de la campaña de exploración del año 2014 la empresa Esterella Resources realizó ensayos geoquímicos para medir la concentración de metales en ambos sondajes (DHD-01 Y DHD-02), para lo cual solicitó los servicios de la empresa ALS Minerals.

La primera etapa del protocolo consiste en el corte del testigo de manera longitudinal para obtener dos secciones, una de ellas queda como respaldo y la otra se utiliza para las pruebas geoquímicas. Una vez separadas las secciones de un metro de largo, se procede a la trituración y molienda hasta que un 70 % de la muestra posea una granulometría menor a 2 mm. Luego de 8 horas de secado, como mínimo, se separan entre 0,25 y 1 Kg de muestra, la cual es finalmente pulverizada hasta que el 85 % del material sea menor o igual a 75 micrones. El polvo de roca resultado de este proceso es el que se utiliza para el análisis.

En cuanto a los ensayos geoquímicos, se requirió de dos técnicas: Ensaye a fuego y absorción atómica (AAS; *atomic absorption spectrometry*) para el oro y digestión con agua regia e ICP (*inductively coupled plasma*) para el análisis de cobre y molibdeno.

A continuación se presenta de manera gráfica, las leyes de cobre, oro y molibdeno (Figuras 3.22 a 3.24), contenidos en los sondajes diamantinos (tabla con resultados en anexo A)

Cobre

Las leyes de cobre obtenidas del análisis representan anomalías positivas dentro del área. El valor promedio de los 606 m de sondaje perforados es de 1087 ppm, con un valor máximo de 9310 ppm. En la Figura 3.22 se observa esquemáticamente cómo se distribuye el cobre en los sondajes. Se puede distinguir tres tramos por poseer mayor ley de cobre, dos tramos cercanos a superficie y uno en profundidad. El tramo perteneciente al sondaje DHD-02 cercano a la superficie, de 57 m, presenta una ley promedio de 0,28 % y la mineralización corresponde a minerales oxidados de cobre, los cuales se encuentran, principalmente, rellenando fracturas y, en menor medida, diseminados.

El tramo perteneciente al sondaje DHD-01, cercano a la superficie, tiene 50 m de largo y ley promedio de 0,26 %. La mineralización también está conformada, netamente, por minerales oxidados de cobre, los cuales se encuentran rellenando fracturas y diseminados.

El tramo enriquecido más profundo, perteneciente al sondaje DHD-01, tiene 50 m de largo y ley promedio de 0,18 %. En este tramo, la mineralización es mixta, siendo conformada por minerales oxidados de cobre y sulfuros de cobre hipógenos, con atacamita, crisocola y calcopirita, que se presentan principalmente diseminados. Se identificó cúmulos de hematita con borde de atacamita e incluso cúmulos de calcopirita-atacamita. La proporción de sulfuros y oxidados de cobre es muy similar, sin predominio en cantidad de uno sobre otro.

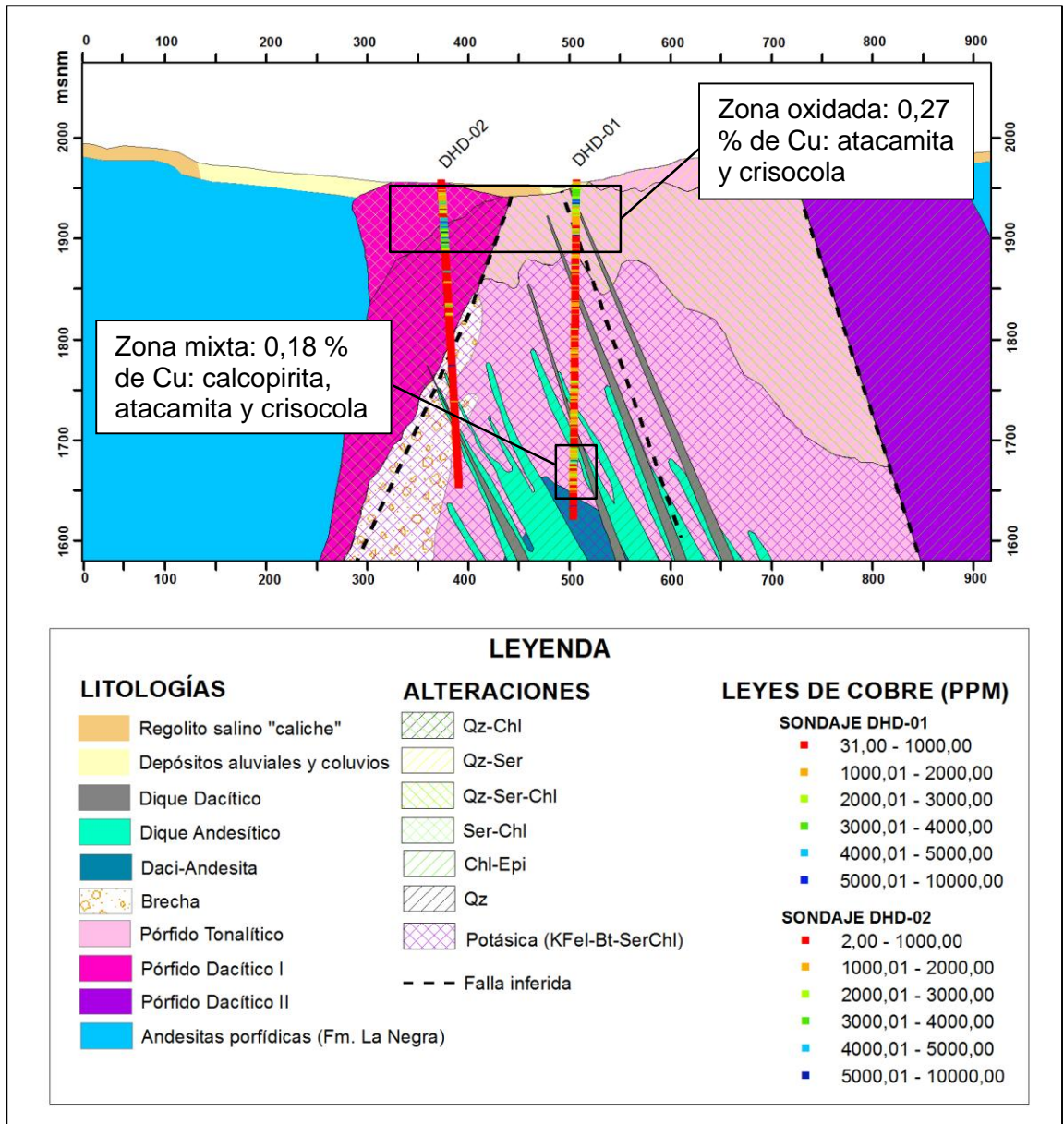


Figura 3.22. Sección geológica de Dania con distribución de leyes de cobre en los sondeos.

Oro

La concentración de oro en los sondajes es baja. El valor promedio del total de 606 m de sondajes es de 0,035 ppm, con un valor máximo de 8ppm. Existe un pequeño tramo de 36 m, con leyes levemente mayores, cercanas a los 0,1 ppm (Figura 3.23), que contrasta con las aún más bajas leyes en el resto del sondaje. Esta zona coincide con la zona de mayor ley de cobre esquematizada en la Figura 3.22

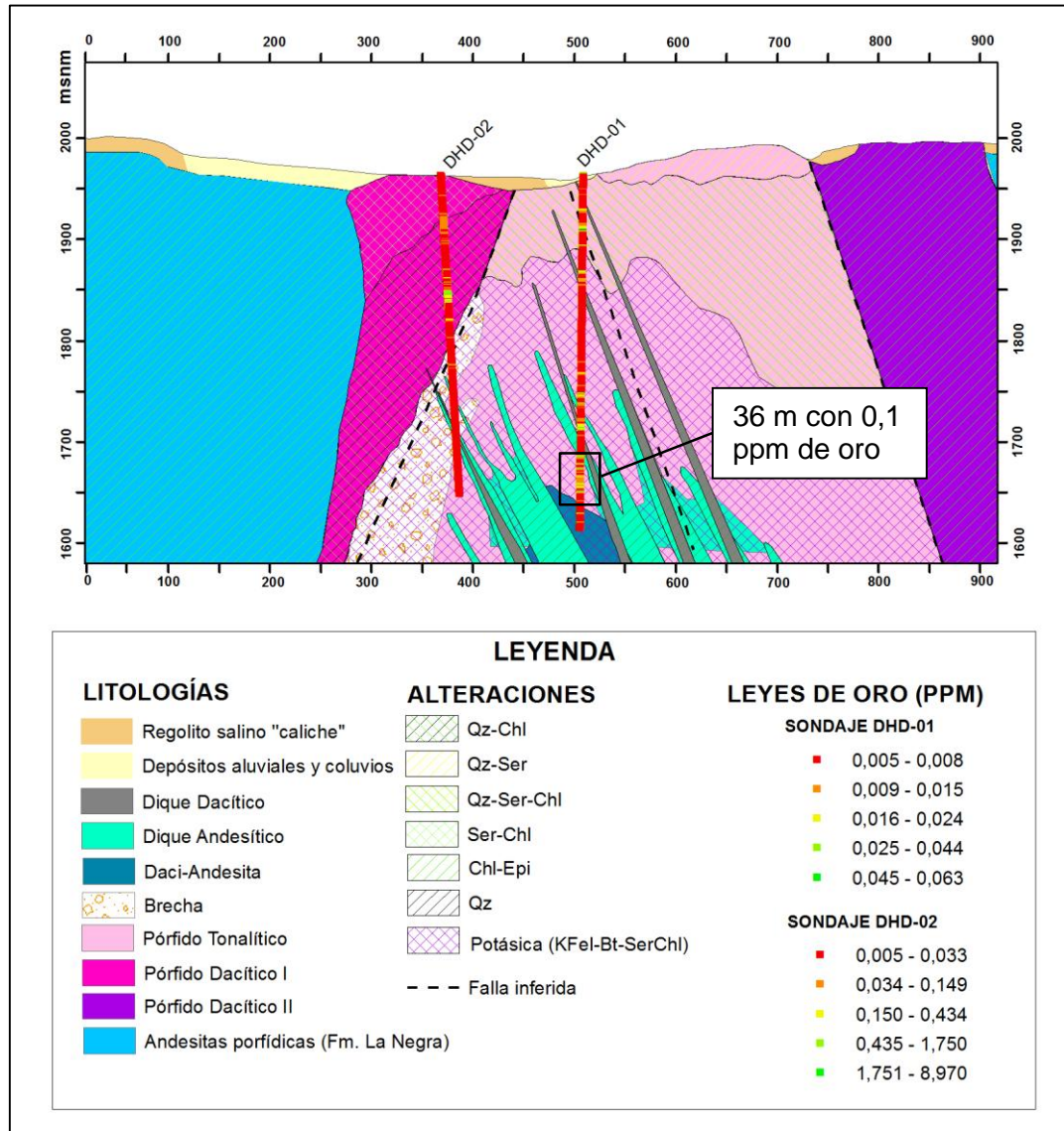


Figura 3.23. Sección geológica de Dania con distribución de leyes de oro.

Molibdeno

El molibdeno, al igual que el oro, es escaso. No se pudo encontrar molibdenita. El valor promedio del total de 606 m es de 18,3 ppm con un máximo de 253 ppm. Si bien las concentraciones son bajas, se puede distinguir tramos enriquecidos en el sondaje DHD-01 (Figura 3.24). El primer tramo más cercano a la superficie, de 54 m de largo, posee una ley promedio de 60 ppm. Este tramo se traslapa con el tramo enriquecido con cobre, aunque no coinciden de manera exacta. El segundo tramo enriquecido, de 42 m, presenta una ley promedio de 30 ppm y coincide con la zona enriquecida con cobre mixto.

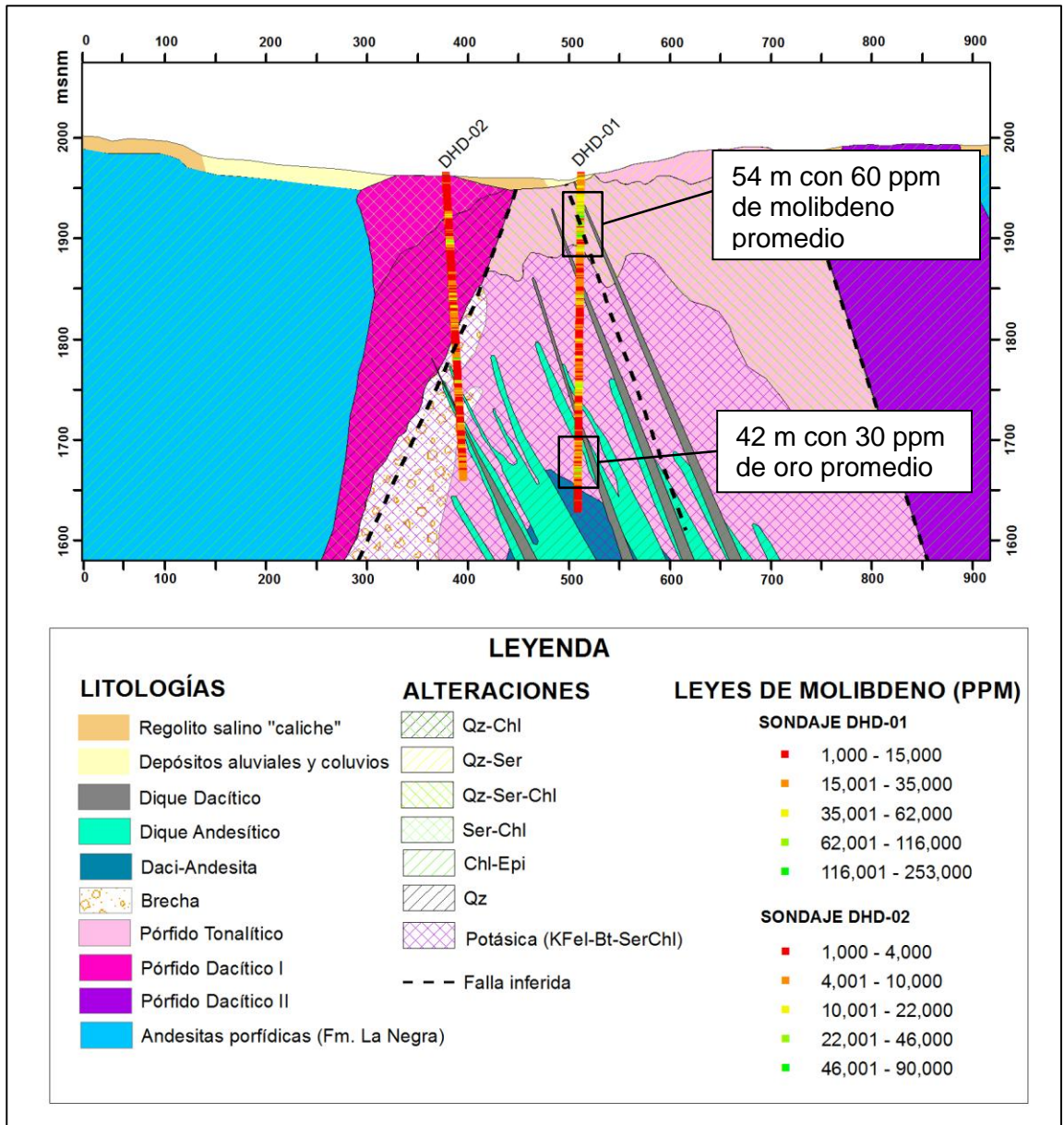


Figura 3.24. Sección geológica de Dania con distribución de leyes de molibdeno en los sondajes.

CAPÍTULO 4 DISCUSIONES

4.1 Modelo Teórico de Dania

El depósito de cobre Dania ocurre en un complejo intrusivo multifase compuesto por pórfidos de composición granítica a tonalítica y diques dacíticos y andesíticos, emplazados en rocas volcánicas de la Formación La Negra. El depósito se encuentra cubierto, en gran parte, por gravas parcialmente cementadas por sales. Los minerales de cobre ocurren, principalmente como relleno de fracturas y, en menor grado, disseminación y en vetillas. El pórfido tonalítico y dacítico son los que contienen la mineralización. Una brecha magmático-hidrotermal escasamente mineralizada se emplaza entre los dos pórfidos mineralizados. Diques dacíticos subverticales, de rumbo NS, y diques andesíticos de rumbo NW, ambos estériles, cortan a los pórfidos y a la brecha magmático-hidrotermal. Las rocas volcánicas de la Formación La Negra, corresponden a andesitas porfídicas y por estar escasamente expuestas en superficie no se pudo observar manteos ni rumbos de las secuencias. El depósito de cobre Dania se encuentra inmediatamente al oeste del lineamiento principal de la Falla Buey Muerto, la cual es un brazo subsidiario de orientación NW del Sistema de Falla de Atacama. En Antucoya, sistemas de fallas análogos controlan el emplazamiento de diques y brechas similares a las encontradas en Dania.

En Dania existen dos pórfidos alterados y mineralizados . La litología dominante es pórfido tonalítico seguido del pórfido dacítico. El pórfido tonalítico está formado por fenocristales de plagioclasa (20 %) de hasta 6 mm de largo, ojos de cuarzo (20 %) de hasta 7 mm y minerales máficos parcial a totalmente cloritizados (10 %) La masa fundamental (50 %) es un agregado microcristalino de cuarzo, plagioclasa y minerales máficos. Este pórfido contiene minerales oxidados de cobre (atacamita y crisocola) relleno de fracturas, sobre los 70 m de

profundidad y minerales de cobre mixtos (sulfuros y oxidados) diseminados por debajo de los 70 m. También contiene escasas vetillas tardías de calcita. El pórfido dacítico está formado por fenocristales de plagioclasa (20 %) de hasta 4 mm de largo. La masa fundamental (80 %) es un agregado microcristalino de cuarzo y plagioclasa y minerales máficos totalmente cloritizados. En este pórfido se encontró algunas vetillas tempranas de cuarzo-magnetita con halo de feldespatos potásico y sulfuros (pirita calcopirita) parcial a totalmente alterados.

Los pórfidos tonalítico y dacítico, luego de la Formación La Negra, son las unidades más antiguas dentro del prospecto y son intruidas por los diques dacíticos y andesíticos, por la brecha y por la daci-andesita. La brecha, de origen magmático-hidrotermal ocurre en el contacto de estos dos pórfidos mineralizados. En Antucoya, una brecha similar aparece en el contacto de dos pórfidos mineralizados, pero también se relaciona con fallas de rumbo NW. En Dania, la brecha polimíctica, matriz soportada se reconoció hasta una profundidad de 220 m (1730 m s.n.m). La porción más cercana a la superficie tiene una matriz de cuarzo (Figura 3.16), mientras que la parte más profunda tiene una masa fundamental ígnea alterada (Figura 3.17). Los fragmentos son angulares a subredondeados y están compuestos por pórfido tonalítico y dacítico alterados y escasamente mineralizados (325 ppm de ley promedio de Cu).

Diques andesíticos y dacíticos cortan todas las unidades presentes en el sector. Los diques dacíticos serían las unidades más jóvenes dentro del área. Éstos tienen potencias de 2 a 5 m, con rumbo NS y manteos subverticales y serían post-mineral. Los minerales máficos se encuentran totalmente cloritizados y a veces asociados con trazas de epidota. Los diques andesíticos tienen potencias de 6 a 15 m, presentan alteración propilítica y también serían post-mineral.

En Dani existen cuatro asociaciones de alteración hidrotermal principales: potásica, clorita-sericita, cuarzo-sericita, sílice y clorita. El Pórfido dacítico presenta alteración sericita-clorita y silíceo (como halo de alteración de la brecha) mientras que en el pórfido tonalítico domina la alteración potásica, seguido de sericita-clorita y cuarzo-sericita. La brecha magmático-hidrotermal es afectada por alteración potásica en los fragmentos y sericita-clorita sobrepuesta en la roca total. Sin embargo, la mayoría de los cuerpos mineralizados son afectados por alteración argílica supérgena y oxidación, cuyo efecto se extiende hasta profundidades reconocidas de 290 m desde la superficie.

Las características de las asociaciones minerales de alteración hidrotermal y el estilo de mineralización diseminada y en vetillas, de baja ley y alto tonelaje, reflejan un evento de alteración hidrotermal característico de un depósito de tipo pórfido de cobre:

- Mineralización diseminada y en vetillas de sulfuros de cobre.
- Alteración potásica en profundidad caracterizada por feldespato potásico y biotita.
- Una zona intermedia de alteración clorita-sericita.
- Una zona superficial con alteración cuarzo-sericita.
- Una zona periférica distal de alteración propilítica caracterizada por clorita.

Esta secuencia concuerda con el modelo descrito por Sillitoe (2010). En la Figura 4.1 se encierra la zona análoga al perfil realizado a partir de los sondajes.

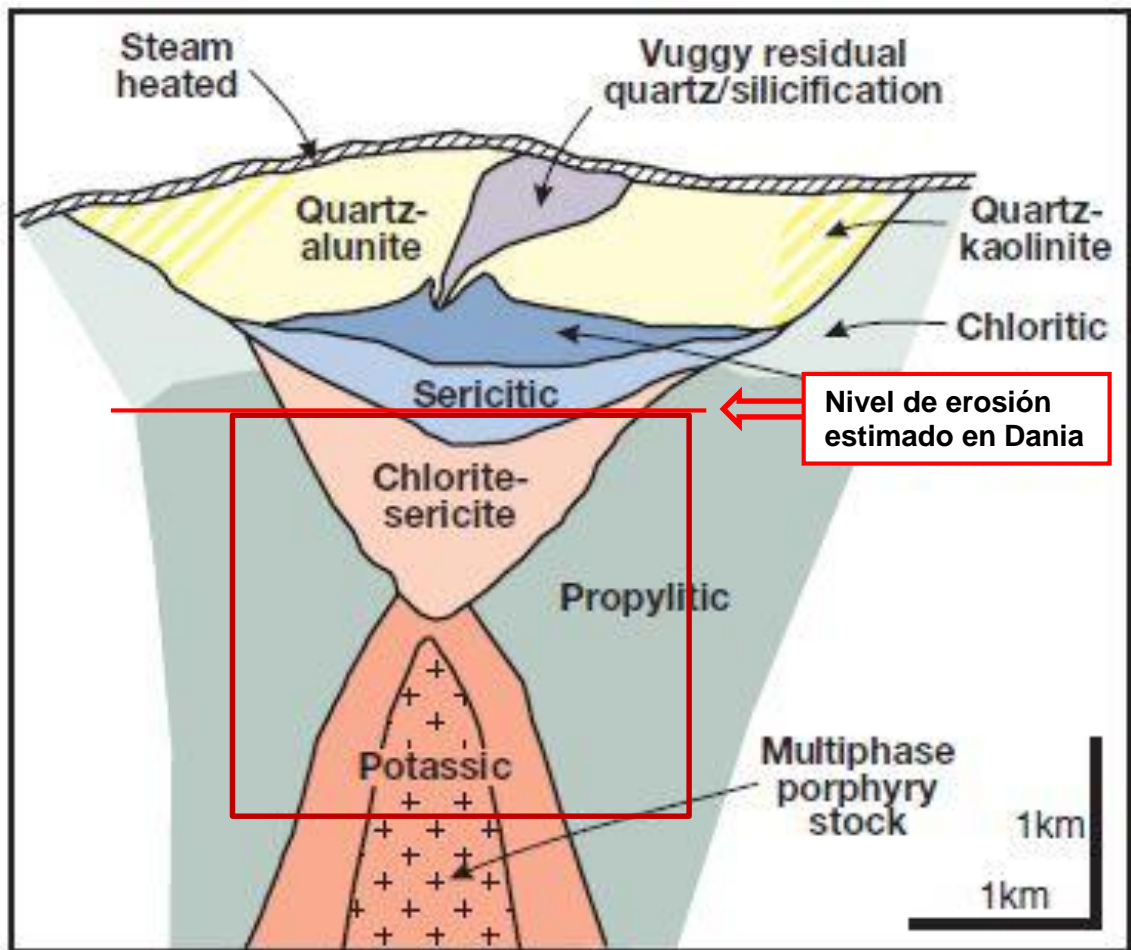


Figura 4.1. Modelo de depósito tipo pórfido de cobre. Muestra alteración potásica en profundidad, seguida de la asociación sericita-clorita, luego alteración sericítica y finalmente, más cercano a la superficie, el "lithocap", el cual se encontraría erosionado en Dania. El cuadrado rojo demarca la zona análoga a lo encontrado en Dania (modificado de Sillitoe, 2010).

4.2 Leyes de cobre

En base a los ensayos geoquímicos se obtuvo las leyes de cobre por cada metro perforado (anexo C). En la Figura 4.2 se observa de manera gráfica, como se distribuye el cobre a través de las unidades geológicas descritas.

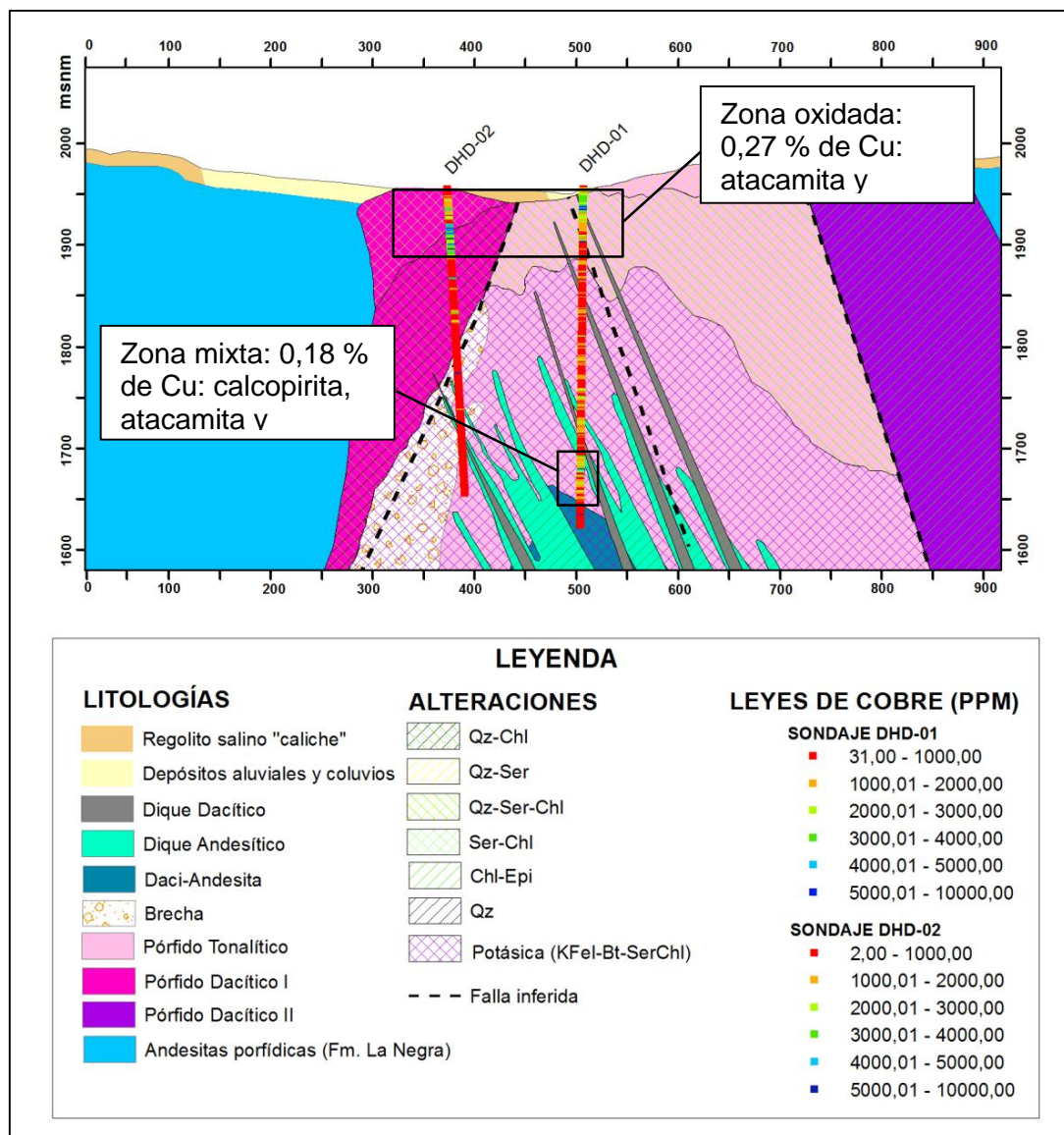


Figura 4.2. Sección geológica de Dania con distribución de leyes de cobre en sondajes.

Se reconocen tres tramos enriquecidos, dos superficiales y uno en profundidad, demarcando una zona de enriquecimiento de oxidados de Cu con atacamita y crisocola como relleno de fracturas principalmente, y una zona mixta de calcopirita y atacamita producto de oxidación *in-situ*.

La observación más evidente es la existencia de una zona con mayor ley de cobre reflejada en los metros más superficiales de ambos sondajes, sobre los 65 m de profundidad. Al ser esta mineralización conformada, netamente, por minerales oxidados de cobre y al estar, principalmente, como relleno de fracturas, se presume algún grado de transporte del cobre por fluidos ácidos, los cuales habrían fluido a través de fracturas. Si bien los minerales oxidados de cobre aparecen por debajo de los 65 m en los sondajes, éstos se encuentran principalmente diseminados y, en menor grado, rellenando fracturas y en vetillas, por lo que las leyes de cobre disminuyen.

En profundidad, se intersectó un tramo de 41 m de largo (desde los 255 hasta los 296 m) con ley promedio de cobre de 0,18% (Figura 4.2). Esta mineralización corresponde a una zona mixta de minerales oxidados de cobre con calcopirita y pirita, la cual se presenta diseminada y escasamente en vetillas de cuarzo-magnetita y calcita. No se observa evidencia de que los minerales oxidados de cobre se hayan depositado producto del transporte de fluidos lixiviantes, sino más bien, por oxidación *in-situ* de sulfuros primarios, por lo que se estima que esa ley corresponde a leyes hipógenas. Las evidencias que sustentan esta afirmación son:

- Las bajas cantidades de pirita disponible para la generación de fluidos ácidos o evidencias de lixiviación de la misma (*boxwork* de limonitas) son argumentos para caracterizar a una fuente en la cual domina la oxidación *in-situ*.
- La presencia de amígdalas de hematita terrosa con bordes de atacamita en algunos sectores indicarían la formación de oxidados de cobre *in-situ*.
- La ocurrencia y relación espacial de la atacamita, hematita y calcopirita.

4.2.1 Control de la mineralización de cobre

Cuando miramos el perfil de distribución de cobre notamos que no existe una correlación evidente entre la ley de cobre y la alteración hidrotermal o la litología.

Al parecer, el único control de la mineralización sería el estructural, ya que las zonas de alta ley cercanas a la superficie coinciden con zonas de fracturamiento intenso asociados a sistemas de fallas, posiblemente subsidiarias de la Falla Buey Muerto que pasa cercana al prospecto.

Dado este control estructural, es posible que los cuerpos mineralizados se extiendan a mayor profundidad en forma de vetas, sin embargo no se interceptó zonas enriquecidas a mayores profundidades

4.3 Evolución del sistema porfídico Dania

Si bien en Dania se presentan las asociaciones de minerales de alteración que calzan con el modelo de pórfido cuprífero, existen características comunes de pórfidos de cobre económicos que no se aprecian en Dania y tienen relación con:

- El desarrollo extensivo de un sistema de vetillas que denotaría distintas etapas, o temporalidad de eventos geológicos, en la formación del sistema porfídico: En Dania las vetillas son escasas, encontrándose solamente vetillas con asociación potásica (cuarzo-magnetita-sulfuros-halo de K-feld) en el Pórfido Dacítico I y escasas vetillas de calcita en el Pórfido Tonalítico. La mayoría de la mineralización (fuera de la zona enriquecida por oxidados de cobre) se encuentra diseminada.
- Desarrollo de stockwork: No se encontró desarrollo de stockwork en Dania
- Niveles de pirita: En Dania los niveles de pirita son bajos, alcanzando valores máximos de 2% en un tramo aislado del sondaje. Normalmente la

pirita se mantenía bajo el 0,5%, tomando en cuenta la presencia de jarosita como subproducto de la descomposición de la pirita.

- Bajos niveles de calcopirita u otros sulfuros de cobre hipógenos: En el sondaje DHD-01 se cortó un tramo de 43 metros con ley promedio de 0,18% de cobre (calcopirita + atacamita). Este tramo representaría la zona de mayor ley hipógena interceptada por los sondajes.
- Desarrollo de brechas mineralizadas: En Dania se interceptó una brecha magmático-hidrotermal con el sondaje DHD-02. Esta brecha sería posterior al evento de mineralización de los pórfidos y se encontraría prácticamente estéril.

La ausencia de estas características en Dania podría sugerir que la conjunción de factores físicos, químicos y termodinámicos necesarios para la formación de un pórfido de cobre económico no se llevó a cabo. Esto indicaría que Dania corresponde a un depósito porfídico de cobre de pobre desarrollo, en el que las alteraciones hidrotermales y mineralización estarían relacionadas con los procesos primarios en la formación de un pórfido de cobre económico.

Otra evidencia que indica el pobre desarrollo del sistema porfídico tiene relación con la brecha magmático-hidrotermal escasamente mineralizada encontrada en Dania. Las brechas magmático-hidrotermales tienen formas de chimeneas a cuerpos irregulares y son generalmente interminerales, como resultado de ser generadas por fases interminerales del pórfido (Sillitoe, 2010). Los clastos de estas brechas pueden estar en una matriz de harina de roca, cemento hidrotermal, material ígneo de grano fino, o una combinación de los tres. Las brechas con material ígneo como masa fundamental tienden a ser más comunes a profundidad cerca de la fuente magmática. Así mismo, en Dania se tiene una brecha con masa fundamental ígnea, pudiendo sugerir una formación profunda cercana a la fuente de calor, indicando a la vez, que la erosión de la

paleosuperficie fue tal, que pudo llegar a tales profundidades, y que el sistema en Dania sería característico de un sistema profundo.

Las brechas magmático hidrotermales son generalmente ciegas y no penetran el ambiente hidrotermal superior, mientras que en profundidad desaparecen gradualmente producto del incremento de la proporción clastos/matriz \pm cemento. En Dania, la brecha magmático-hidrotermal, en la parte superior, presenta una masa fundamental compuesta por cuarzo y material ígneo de grano fino, para pasar gradualmente a un relleno netamente ígneo. Los fragmentos presentan alteración potásica, y una alteración clorita-sericita se superpone a los fragmentos y a la masa fundamental. Se encontró trazas de pirita y de calcopirita diseminada en los fragmentos y en la masa fundamental de la brecha. El relleno ígneo indicaría cercanía a la fuente magmática y la alteración potásica en los clastos indicaría que la brecha es intermineral, posterior al evento de alteración. En la Figura 4.3 se observa una brecha magmático-hidrotermal asociada a una etapa temprana de formación de un pórfido similar a la encontrada en Dania.

El hecho de que la brecha en Dania presente solamente mineralización traza, podría sugerir que los procesos interminerales no fueron capaces de capturar metales en los fluidos hidrotermales y por ende imprimir una mayor ley en las rocas caja.

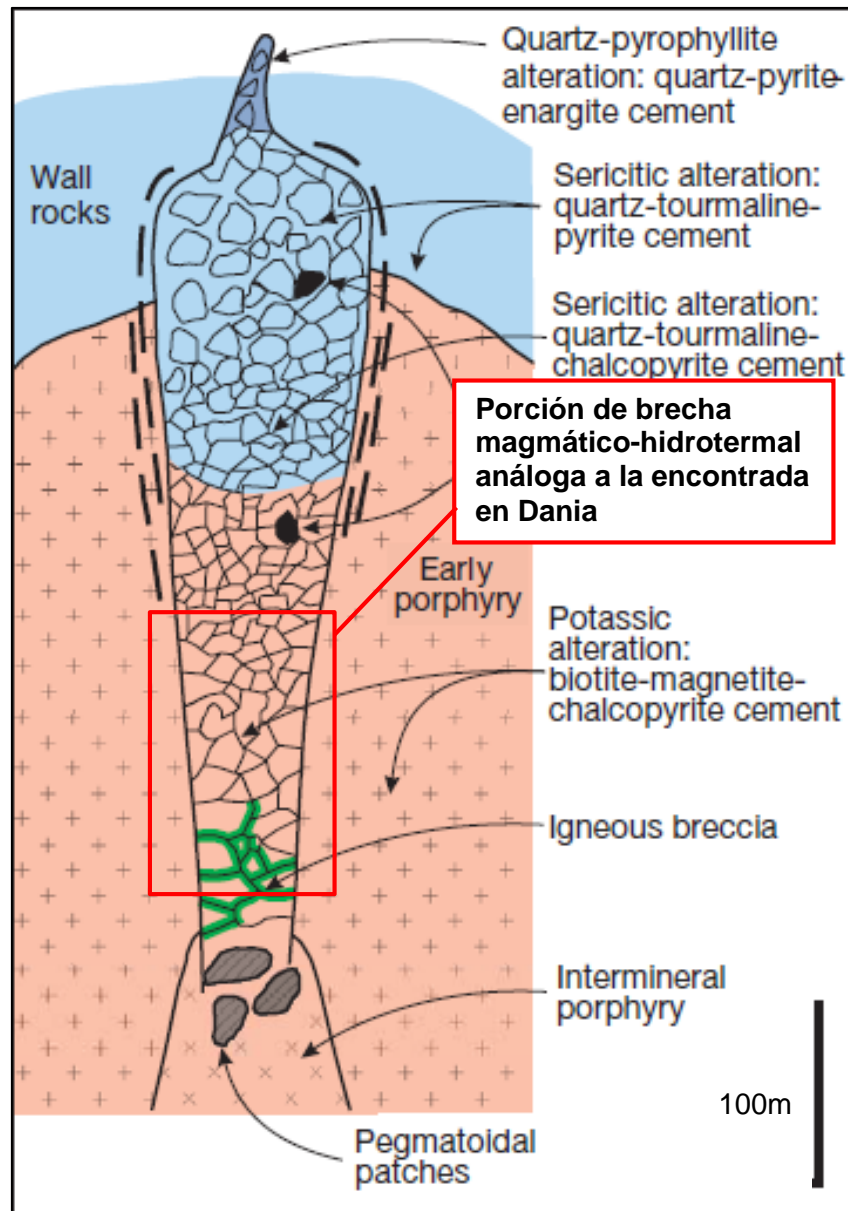


Figura 4.3. Imagen esquemática de una brecha magmático-hidrotermal genéticamente relacionada al ápice de una intrusión porfídica intermineral. La alteración está zonada desde argílica avanzada en superficie siguiendo con sericitita y potásica en profundidad. La inyección de brecha con matriz ígnea de grano fino sugiere una brecha cerca de la base del cuerpo. Toda la brecha sufrió alteración potásica previa a la superposición sericitizada (modificado de Sillitoe, 2010).

4.4 Similitudes con Mina Antucoya

Al comparar las características geológicas entre Dania y Antucoya observamos que la mayoría de los rasgos más importantes se repiten en ambas:

- Dania se encuentra a 15 km de Antucoya.
- Complejo intrusivo compuesto por dos pórfidos: tonalítico y dacítico en Dania, y tonalítico y granodiorítico en Antucoya.
- Pórfido tonalítico mineralizado.
- Diques Dacíticos estériles cortan a los Pórfidos.
- Cuerpos mineralizados de oxidados de cobre.
- Brecha magmático-hidrotermal en zona de contacto de los pórfidos.
- Misma zonación de alteración: potásica, sericita-clorita, cuarzo-sericita, propílica.
- Cuerpos de mena caracterizados por alteración argílica supérgena y oxidación: hematita, limonitas y oxidados de cobre.
- Ambos ubicados al Este de traza principal de la Falla Buey Muerto.

Dadas las características que se repiten en Dania y Antucoya se puede presumir que procesos tectónicos similares fueron los precursores de la mineralización en estos depósitos y por ende estarían genéticamente relacionados. Sin embargo, esto no implica que Dania posea el mismo potencial económico que Antucoya ya que pese a sus similitudes, hay aspectos de Antucoya que no se presentan en Dania. Estos aspectos son incisivos en el potencial económico de Antucoya:

- En Antucoya la mineralización se encuentra en stockwork, diseminada, como relleno de fracturas y como matriz de brechas. En Dania se encuentra principalmente rellenando fracturas y diseminada en el pórfido tonalítico, las brechas no se encuentran mineralizadas y no se encontró desarrollo de stockwork.
- En Dania el desarrollo de vetillas es muy pobre.
- La zona de enriquecimiento por oxidados de cobre reconocida en Dania no supera los 65 m y en Antucoya alcanza hasta 350 m de profundidad.
- Antucoya se encuentra en la zona de intersección de la Falla Buey Muerto con un lineamiento de primer orden de la SFA, áreas favorables para el emplazamiento de pórfidos. Dania cercano, solamente, a la Falla Buey Muerto (Figura 3.3).

Estos factores son claves en aportar potencial de este tipo de yacimientos en que su mayor fortaleza económica se basa en la extracción de minerales oxidados de cobre.

4.5 Potencial económico

Dadas las bajas leyes hipógenas interceptadas por el sondaje DHD-01 (43 m con 0,18 % de cobre promedio, desde los 255 a los 298 m de profundidad) y suponiendo que estas leyes corresponden a las leyes del pórfido Dania, el interés económico de explotación de esta zona no es muy atractiva producto de la baja ley y de la complejidad metalúrgica de explotar una zona mixta (sulfuros y oxidados de cobre). Es por esto que el mayor atractivo económico en Dania se concentraría en la zona más superficial del área, sobre los 65 m, que presenta leyes de 0,28 % de cobre oxidado.

Los tramos enriquecidos por oxidados de cobre corresponden a 50 m con 0,26 % de cobre promedio en el sondaje DHD-01 y a 57 m con 0,28 % de cobre promedio en el sondaje DHD-02. Sin embargo no se conoce la geometría de estos cuerpos mineralizados por lo que una estimación del volumen de roca mineralizada no es posible de realizar en esta etapa.

La siguiente fase exploratoria debería consistir determinar la geometría de estas zonas enriquecidas, y ver si corresponden a cuerpos vetiformes, bolsonadas o bien se parece más a un perfil de enriquecimiento supérgeno típico, con el fin de estimar volúmenes.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES

El prospecto Dania se encuentra en un complejo intrusivo multifase compuesto por pórfidos de composición tonalítica a riolítica y diques dacíticos que intruyen en rocas volcánicas de la Formación La Negra. La mayoría de la superficie Dania se encuentra cubierta por un regolito salino (“caliche”) y la mayoría de los afloramientos corresponde a porciones escarbadas para la construcción de trincheras y plataformas de sondaje.

En superficie, mineralización oxidada de cobre se encuentra rellenando fracturas y diseminada en ciertos lugares del pórfido tonalítico, siendo la atacamita la mena de cobre más abundante y, en menor cantidad la crisocola.

Diques estériles subverticales de 2 a 5 m de espesor con orientación NS y de composición dacítica cortan al pórfido mineralizado, a la secuencia volcánica y a las demás unidades intrusivas.

El Prospecto Dania se emplaza justo al oeste del lineamiento principal de la Falla Buey Muerto de orientación NW-SE que sería un brazo subsidiario del Sistema de Falla Atacama de orientación NS. En el yacimiento Antucoya, estas fallas NW-SE controlarían el emplazamiento de diques y brechas mineralizadas.

La distribución de las distintas asociaciones de minerales de alteración hidrotermal son características un depósito tipo pórfido de cobre. Basado en la información del mapeo de los sondajes DHD se tiene una alteración potásica en profundidad, caracterizada por feldespatos potásicos y biotita. Posteriormente, a menor profundidad pasamos una asociación sericita-clorita para finalmente pasar a una alteración cuarzo-sericita en superficie. Alteración argílica supérgena dada por la argilización intensa de plagioclasas aparece localmente en superficie controlada estructuralmente por zonas de fracturamiento intenso. De forma distal y rodeando a la zona cuarzo-sericítica, hay una amplia zona de

alteración propilítica dada por clorita con menor epidota. Las características de mineralización de cobre de tipo diseminada y de baja ley son también consistente con la mineralización de un depósito tipo pórfido de cobre.

Las leyes hipógenas de cobre del pórfido son bajas, habiendo interceptado con el sondaje DHD-01, un tramo de 43 m de largo con ley promedio 0,18 % de cobre a una profundidad de 255 m. Por lo tanto el potencial económico de Dania estaría relacionado con la posible explotación de mena oxidada de cobre.

Evidencias relacionadas con las alteraciones hidrotermales, el escaso desarrollo de vetillas y las características de la brecha hidrotermal encontrada, sugiere que Dania corresponde a un sistema porfídico de cobre de pobre desarrollo, en que una brecha magmático-hidrotermal inter-mineral no habría depositado altos contenidos de metales en las rocas caja.

Se interceptó, con ambos sondajes, una zona de enriquecimiento de minerales oxidados de cobre los cuales se prolongan desde la superficie hasta los 65 m de profundidad (Figura 3.22). Se desconoce la continuidad lateral y vertical de estos cuerpos mineralizados y si están conectados o corresponden a cuerpos individuales. Estos tramos tienen longitudes de 50 m y leyes promedio de cobre cercanas a 0,27 %. El posible potencial económico de Dania estaría relacionado con estas zonas de enriquecimiento y una posible segunda etapa exploratoria debería enfocarse en determinar la geometría y leyes de estos cuerpos.

BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [s.a.]. Clima y vegetación Región de Antofagasta. [en línea] <<http://siit2.bcn.cl/nuestropais/region2/clima.htm>> [consulta: 22 Agosto 2015].

Boric, R., Diaz, F. y Maksaev, V. (1990). Geología y yacimientos metalíferos de la Región de Antofagasta. Boletín N° 40, Servicio Nacional de Geología y Minería.

Fournier, R.O. (1999). Hydrothermal processes related to movement of fluid from plastic into brittle rock in the magmatic-epithermal environment: *ECONOMIC GEOLOGY*, v. 94, p. 1193–1211.

Frikken, P.H., Cooke, D.R., Walshe, J.L., Archibald, D., Skarmeta, J., Serrano, L., and Vargas, R. (2005). Mineralogical and isotopic zonation in the Sur-Sur tourmaline breccia, Río Blanco-Los Bronces Cu-Mo deposit, Chile: Implications for ore genesis: *ECONOMIC GEOLOGY*, v. 100, p. 935–961.

García, F. (1967). Geología del Norte Grande de Chile. In *Simposium sobre Geosinclinal Andino*, No. 3. Sociedad Geológica de Chile, 138 p

Grocott, J.; Brown, M.; Dallmeyer, G.; Taylor, G.; Treloar, P. (1994). Mechanism of continental growth in extensional arcs: an example from the Andean Plate Boundary Zone. *Geology* 22,391-394.

Gröschke M., Hillebrandt A., Prinz P., Quinzio L.A., Wilke H.G. (1988). Marine Mesozoic paleogeography in northern Chile between 21° - 26°S. In: Bahlburg H., Bretkreutz C. & Giese P. (eds.): *The Southern Central Andes*: 105-117. Springer, Berlín.

Hedenquist, J.W., and Richards, J.P. (1998). The influence of geochemical techniques on the development of genetic models for porphyry copper deposits: *Reviews in Economic Geology*, v. 10, p. 235–256.

Lucassen, F.; Franz, G. (1994). Arc related Jurassic igneous and meta igneous rocks in the Coastal Cordillera of Northern Chile/Region Antofagasta. *Lithos* 32: 273-298.

Maksaev, V. and Zentilli, M. (2002). Chilean strata-bound Cu- (Ag) deposits: An Overview. In - Porter, T.M. (Editor), *Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold & Related Deposits: A Global Perspective*, volume 2; PGC Publishing, Adelaide, Australia, pp. 185-205.

Marinovic, N.; Smoje, I.; Maksaev, V.; Hervé, M.; Mpodozis, C. (1995). Hoja Aguas Blancas, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, No. 70, 150 p., escala 1:250.000. Santiago.

Naranjo, J.; Puig, A. (1984). Hojas Taltal y Chañaral (Regiones Antofagasta y Atacama).- Carta geológica de Chile Escala 1:250.000: Servicio Nacional de Geología y Minería Chile, Atacama, Antofagasta, Taltal, Chañaral Regional estratigrafía, carta, mapa.

Oliveros, V. (2005). Les formations magmatiques jurassiques et mineralisation du nord Chili, origine, mise en place, alteration, metamorphisme: etude geochronologique et geochemie. Ph.D Thesis. Universite de Nice-Sophia Antipolis, France, p 285.

Palacios, C. (1984). Considerations about the plate tectonic models, volcanism, and continental crust in the southern part of the Central Andes. *Tectonophysics* 108:205–214.

Perelló, J., Martini, R., Arcos, R., Muhr, R. (2003). Buey Muerto: porphyry copper mineralization in the early Cretaceous arc of northern Chile. Proc. 10th Congreso Geológico de Chile. Electronic version.

Reutter, K.; Scheuber, E.; Helmcke, D. (1991). Structural evidence of originparallel strike-slip displacements in the North Chilean Precordillera. *Geologische Rundschau* 80: 135-153.

Rogers, G. (1985). A geochemical traverse across the north Chilean Andes. Ph.D. Thesis (Unpublished), *Open University, Department of Earth Sciences*, 333 p.

Scheuber, E.; Andriessen, P.M. (1990). The kinematics and geodynamic significance of the Atacama Fault zone, northern, Chile. *Journal of Structural Geology*, Vol. 21, p. 243-257.

Scheuber, E.; Reutter, K.J. (1992). Magmatic arc tectonics in the Central Andes between 21° and 25°S. *Tectonophysics* 205: 127-140.

Sillitoe, Richard H. (2010). Porphyry Copper Systems. *Economic Geology* v.105: pp.3-41

Vargas, R., Gustafson, L.B., Vukasovic, M., Tidy, E., and Skewes, M.A. (1999). Ore breccias in the Rio Blanco-Los Bronces porphyry copper deposit, Chile: *Society of Economic Geologists Special Publication* 7, p. 281–297.

Vivallo, W & Henríquez, F. (1998). Génesis común de los yacimientos estratoligados y vetiformes de cobre del Jurásico Medio a Superior en la Cordillera de la Costa, Región de Antofagasta, Chile. *Revista geológica de Chile*, 25(2), 199-228.

ANEXOS

Anexo A Resultados ensayo geoquímico

Sondaje DHD-01

SONDAJE	DESDE	HASTA	Cu(ppm)	Mo(ppm)	Au(ppm)
DHD-01	0	1	328	7	0,039
DHD-01	1	2	816	16	0,012
DHD-01	2	3	1260	21	0,007
DHD-01	3	4	1080	17	0,008
DHD-01	4	5	1370	16	<0.005
DHD-01	5	6	2300	42	<0.005
DHD-01	6	7	3290	40	<0.005
DHD-01	7	8	1720	24	<0.005
DHD-01	8	9	2440	21	<0.005
DHD-01	9	10	2670	22	<0.005
DHD-01	10	11	3710	27	0,008
DHD-01	11	12	3400	30	<0.005
DHD-01	12	13	3430	31	<0.005
DHD-01	13	14	3810	44	<0.005
DHD-01	14	15	3290	61	<0.005
DHD-01	15	16	3140	26	0,01
DHD-01	16	17	2570	22	<0.005
DHD-01	17	18	2280	18	<0.005
DHD-01	18	19	3380	33	<0.005
DHD-01	19	20	4130	21	0,007
DHD-01	20	21	5840	28	0,011
DHD-01	21	22	4960	36	0,005
DHD-01	22	23	7640	74	<0.005
DHD-01	23	24	6810	49	<0.005
DHD-01	24	25	2810	61	<0.005
DHD-01	25	26	4000	61	<0.005
DHD-01	26	27	1800	53	<0.005
DHD-01	27	28	1610	58	<0.005
DHD-01	28	29	2580	35	<0.005
DHD-01	29	30	2620	36	<0.005
DHD-01	30	31	2700	56	<0.005
DHD-01	31	32	2180	75	<0.005
DHD-01	32	33	1230	35	0,005
DHD-01	33	34	1090	52	0,019

DHD-01	34	35	2100	80	0,018
DHD-01	35	36	1660	43	0,012
DHD-01	36	37	1660	43	0,011
DHD-01	37	38	1320	93	0,007
DHD-01	38	39	1180	33	0,006
DHD-01	39	40	1750	75	<0.005
DHD-01	40	41	1560	105	0,005
DHD-01	41	42	1040	84	0,006
DHD-01	42	43	1440	253	0,006
DHD-01	43	44	1640	85	<0.005
DHD-01	44	45	551	13	0,006
DHD-01	45	46	487	25	0,007
DHD-01	46	47	824	16	0,015
DHD-01	47	48	2270	66	0,014
DHD-01	48	49	1690	68	0,011
DHD-01	49	50	1410	71	0,019
DHD-01	50	51	3030	90	0,02
DHD-01	51	52	1530	81	0,057
DHD-01	52	53	1180	4	<0.005
DHD-01	53	54	9310	49	0,03
DHD-01	54	55	902	85	0,006
DHD-01	55	56	608	36	0,008
DHD-01	56	57	527	16	<0.005
DHD-01	57	58	490	84	0,007
DHD-01	58	59	464	16	0,005
DHD-01	59	60	580	106	<0.005
DHD-01	60	61	1090	223	0,005
DHD-01	61	62	959	73	0,005
DHD-01	62	63	789	78	0,005
DHD-01	63	64	678	51	<0.005
DHD-01	64	65	483	15	<0.005
DHD-01	65	66	919	30	<0.005
DHD-01	66	67	1450	3	0,022
DHD-01	67	68	872	10	<0.005
DHD-01	68	69	225	10	<0.005
DHD-01	69	70	85	45	<0.005
DHD-01	70	71	182	21	<0.005
DHD-01	71	72	1860	52	<0.005
DHD-01	72	73	2440	116	<0.005

DHD-01	73	74	1850	38	<0.005
DHD-01	74	75	1340	57	<0.005
DHD-01	75	76	303	61	<0.005
DHD-01	76	77	623	26	<0.005
DHD-01	77	78	670	30	<0.005
DHD-01	78	79	387	13	<0.005
DHD-01	79	80	491	27	<0.005
DHD-01	80	81	748	18	<0.005
DHD-01	81	82	2070	29	<0.005
DHD-01	82	83	872	30	<0.005
DHD-01	83	84	867	22	0,005
DHD-01	84	85	949	25	<0.005
DHD-01	85	86	270	24	<0.005
DHD-01	86	87	1060	22	<0.005
DHD-01	87	88	1110	7	0,005
DHD-01	88	89	459	7	0,008
DHD-01	89	90	847	22	0,033
DHD-01	90	91	1170	23	0,022
DHD-01	91	92	973	10	0,011
DHD-01	92	93	534	3	0,008
DHD-01	93	94	410	1	<0.005
DHD-01	94	95	31	1	<0.005
DHD-01	95	96	972	12	0,006
DHD-01	96	97	944	19	0,023
DHD-01	97	98	858	35	<0.005
DHD-01	98	99	494	14	0,018
DHD-01	99	100	605	16	<0.005
DHD-01	100	101	789	13	<0.005
DHD-01	101	102	1070	20	0,012
DHD-01	102	103	745	18	0,01
DHD-01	103	104	558	18	0,007
DHD-01	104	105	792	18	0,005
DHD-01	105	106	1270	27	0,008
DHD-01	106	107	662	16	<0.005
DHD-01	107	108	644	24	0,006
DHD-01	108	109	864	20	0,005
DHD-01	109	110	408	8	<0.005
DHD-01	110	111	563	8	<0.005
DHD-01	111	112	783	8	<0.005

DHD-01	112	113	759	8	0,008
DHD-01	113	114	709	28	<0.005
DHD-01	114	115	585	25	<0.005
DHD-01	115	116	1380	26	<0.005
DHD-01	116	117	937	35	0,006
DHD-01	117	118	1800	37	<0.005
DHD-01	118	119	1110	85	<0.005
DHD-01	119	120	1760	56	<0.005
DHD-01	120	121	1390	13	<0.005
DHD-01	121	122	529	41	<0.005
DHD-01	122	123	487	33	<0.005
DHD-01	123	124	1760	59	<0.005
DHD-01	124	125	755	35	<0.005
DHD-01	125	126	972	55	<0.005
DHD-01	126	127	45	16	<0.005
DHD-01	127	128	632	9	<0.005
DHD-01	128	129	1150	28	<0.005
DHD-01	129	130	342	13	<0.005
DHD-01	130	131	672	10	<0.005
DHD-01	131	132	724	12	<0.005
DHD-01	132	133	846	10	<0.005
DHD-01	133	134	73	<1	<0.005
DHD-01	134	135	985	4	<0.005
DHD-01	135	136	538	7	<0.005
DHD-01	136	137	110	3	<0.005
DHD-01	137	138	866	15	<0.005
DHD-01	138	139	582	26	<0.005
DHD-01	139	140	360	7	<0.005
DHD-01	140	141	251	12	<0.005
DHD-01	141	142	248	3	<0.005
DHD-01	142	143	2050	7	0,005
DHD-01	143	144	127	1	<0.005
DHD-01	144	145	240	7	<0.005
DHD-01	145	146	558	17	<0.005
DHD-01	146	147	741	19	<0.005
DHD-01	147	148	427	12	<0.005
DHD-01	148	149	552	21	0,005
DHD-01	149	150	1100	25	0,007
DHD-01	150	151	1130	12	<0.005

DHD-01	151	152	919	13	<0.005
DHD-01	152	153	764	13	<0.005
DHD-01	153	154	1210	12	<0.005
DHD-01	154	155	102	3	<0.005
DHD-01	155	156	575	7	<0.005
DHD-01	156	157	652	14	<0.005
DHD-01	157	158	977	10	<0.005
DHD-01	158	159	862	16	<0.005
DHD-01	159	160	911	51	<0.005
DHD-01	160	161	1790	49	<0.005
DHD-01	161	162	546	32	<0.005
DHD-01	162	163	1070	19	<0.005
DHD-01	163	164	1540	12	<0.005
DHD-01	164	165	2570	14	<0.005
DHD-01	165	166	1400	4	<0.005
DHD-01	166	167	513	4	<0.005
DHD-01	167	168	1990	26	<0.005
DHD-01	168	169	678	9	<0.005
DHD-01	169	170	1070	20	<0.005
DHD-01	170	171	628	15	<0.005
DHD-01	171	172	905	10	0,011
DHD-01	172	173	478	6	0,008
DHD-01	173	174	352	12	<0.005
DHD-01	174	175	69	27	<0.005
DHD-01	175	176	536	44	0,006
DHD-01	176	177	290	40	<0.005
DHD-01	177	178	407	8	<0.005
DHD-01	178	179	962	13	<0.005
DHD-01	179	180	1250	11	0,005
DHD-01	180	181	1290	20	0,01
DHD-01	181	182	1840	28	0,024
DHD-01	182	183	1110	22	0,009
DHD-01	183	184	351	4	<0.005
DHD-01	184	185	747	17	<0.005
DHD-01	185	186	157	21	<0.005
DHD-01	186	187	695	31	<0.005
DHD-01	187	188	784	10	<0.005
DHD-01	188	189	955	20	<0.005
DHD-01	189	190	564	12	<0.005

DHD-01	190	191	420	5	<0.005
DHD-01	191	192	1420	25	0,008
DHD-01	192	193	2610	19	0,01
DHD-01	193	194	2060	19	0,007
DHD-01	194	195	676	8	<0.005
DHD-01	195	196	1300	28	0,008
DHD-01	196	197	641	5	0,007
DHD-01	197	198	47	4	<0.005
DHD-01	198	199	472	17	0,006
DHD-01	199	200	2380	37	0,029
DHD-01	200	201	2520	83	0,012
DHD-01	201	202	1080	49	0,017
DHD-01	202	203	1330	98	0,026
DHD-01	203	204	943	42	0,013
DHD-01	204	205	1670	84	<0.005
DHD-01	205	206	575	38	<0.005
DHD-01	206	207	1790	52	<0.005
DHD-01	207	208	1120	35	0,005
DHD-01	208	209	2710	38	0,044
DHD-01	209	210	974	26	0,01
DHD-01	210	211	1510	33	0,011
DHD-01	211	212	1200	39	<0.005
DHD-01	212	213	962	21	0,01
DHD-01	213	214	81	<1	<0.005
DHD-01	214	215	76	<1	<0.005
DHD-01	215	216	69	<1	<0.005
DHD-01	216	217	74	1	<0.005
DHD-01	217	218	75	<1	<0.005
DHD-01	218	219	380	1	0,007
DHD-01	219	220	1580	31	<0.005
DHD-01	220	221	1710	25	0,005
DHD-01	221	222	1620	41	0,005
DHD-01	222	223	1910	28	0,009
DHD-01	223	224	2580	31	0,009
DHD-01	224	225	2460	20	0,01
DHD-01	225	226	1110	20	<0.005
DHD-01	226	227	1660	27	0,006
DHD-01	227	228	707	5	0,017
DHD-01	228	229	1170	10	0,021

DHD-01	229	230	1620	12	0,018
DHD-01	230	231	1710	24	0,063
DHD-01	231	232	1250	17	0,02
DHD-01	232	233	2250	20	0,029
DHD-01	233	234	285	2	0,005
DHD-01	234	235	334	3	<0.005
DHD-01	235	236	1605	3	0,006
DHD-01	236	237	763	5	<0.005
DHD-01	237	238	1395	11	0,012
DHD-01	238	239	975	11	<0.005
DHD-01	239	240	381	3	<0.005
DHD-01	240	241	78	<1	<0.005
DHD-01	241	242	78	<1	<0.005
DHD-01	242	243	77	<1	<0.005
DHD-01	243	244	77	<1	<0.005
DHD-01	244	245	375	4	<0.005
DHD-01	245	246	1630	23	0,005
DHD-01	246	247	194	<1	<0.005
DHD-01	247	248	72	<1	<0.005
DHD-01	248	249	96	1	<0.005
DHD-01	249	250	159	2	<0.005
DHD-01	250	251	77	<1	<0.005
DHD-01	251	252	71	<1	<0.005
DHD-01	252	253	72	<1	<0.005
DHD-01	253	254	70	<1	<0.005
DHD-01	254	255	100	1	<0.005
DHD-01	255	256	3280	23	0,027
DHD-01	256	257	2900	45	0,032
DHD-01	257	258	1675	31	0,011
DHD-01	258	259	1815	34	0,009
DHD-01	259	260	1250	57	<0.005
DHD-01	260	261	1780	13	0,007
DHD-01	261	262	2070	21	0,006
DHD-01	262	263	1515	34	0,012
DHD-01	263	264	2420	36	0,017
DHD-01	264	265	1155	12	0,005
DHD-01	265	266	1210	19	<0.005
DHD-01	266	267	3980	45	0,015
DHD-01	267	268	8770	31	0,031

DHD-01	268	269	4220	31	0,013
DHD-01	269	270	2030	46	0,008
DHD-01	270	271	2920	32	0,01
DHD-01	271	272	361	4	<0.005
DHD-01	272	273	975	23	0,005
DHD-01	273	274	2150	62	0,011
DHD-01	274	275	2120	21	0,021
DHD-01	275	276	725	9	0,009
DHD-01	276	277	700	10	0,009
DHD-01	277	278	1370	24	0,015
DHD-01	278	279	1095	18	0,014
DHD-01	279	280	1025	10	0,01
DHD-01	280	281	2970	36	0,035
DHD-01	281	282	2120	29	0,016
DHD-01	282	283	1205	76	0,014
DHD-01	283	284	1260	84	0,017
DHD-01	284	285	1785	83	0,019
DHD-01	285	286	643	24	0,007
DHD-01	286	287	998	21	0,008
DHD-01	287	288	1125	22	0,013
DHD-01	288	289	2620	69	0,027
DHD-01	289	290	1680	37	0,014
DHD-01	290	291	1300	25	0,008
DHD-01	291	292	807	20	<0.005
DHD-01	292	293	810	13	<0.005
DHD-01	293	294	1110	12	0,006
DHD-01	294	295	1220	18	0,005
DHD-01	295	296	1780	21	0,008
DHD-01	296	297	839	20	0,014
DHD-01	297	298	1410	18	<0.005
DHD-01	298	299	497	9	0,005
DHD-01	299	300	180	<1	<0.005
DHD-01	300	301	637	13	<0.005
DHD-01	301	302	269	<1	<0.005
DHD-01	302	303	79	<1	<0.005
DHD-01	303	304	41	<1	<0.005
DHD-01	304	305	33	<1	<0.005
DHD-01	305	306	308	3	<0.005
DHD-01	306	307	334	4	<0.005

DHD-01	307	308	733	9	0,019
DHD-01	308	309	106	4	0,006
DHD-01	309	310	82	1	<0.005
DHD-01	310	311	8400	9	0,007
DHD-01	311	312	241	5	<0.005
DHD-01	312	313	547	20	0,007
DHD-01	313	314	301	6	<0.005
DHD-01	314	315	490	6	0,008
DHD-01	315	316,2	567	8	0,012
DHD-01	316,2	317	835	6	0,006
DHD-01	317	318	825	8	0,007

Sondaje DHD-02

SONDAJE	DESDE	HASTA	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Au (ppm)
DHD-02	0	1	108	2	0,006
DHD-02	1	2	190	5	0,007
DHD-02	2	3	303	3	0,024
DHD-02	3	4	241	3	0,017
DHD-02	4	5	191	2	0,005
DHD-02	5	6	206	3	<0.005
DHD-02	6	7	301	2	0,007
DHD-02	7	8	663	4	0,02
DHD-02	8	9	393	3	0,005
DHD-02	9	10	421	4	0,011
DHD-02	10	11	1020	7	0,006
DHD-02	11	12	928	4	0,013
DHD-02	12	13	1040	2	0,011
DHD-02	13	14	1550	2	0,008
DHD-02	14	15	2020	3	0,016
DHD-02	15	16	1100	2	0,019
DHD-02	16	17	1110	2	0,015
DHD-02	17	18	1430	2	0,019
DHD-02	18	19	1770	3	0,014
DHD-02	19	20	1430	2	0,02
DHD-02	20	21	1660	2	0,033
DHD-02	21	22	3630	2	0,065
DHD-02	22	23	2030	1	0,018
DHD-02	23	24	4230	3	0,023
DHD-02	24	25	1560	2	0,011
DHD-02	25	26	1020	1	0,006
DHD-02	26	27	1050	1	<0.005
DHD-02	27	28	2040	1	0,011
DHD-02	28	29	693	1	<0.005
DHD-02	29	30	2280	1	0,01
DHD-02	30	31	2300	2	0,008
DHD-02	31	32	2800	4	0,015
DHD-02	32	33	1360	4	0,013
DHD-02	33	34	378	2	0,006
DHD-02	34	35	400	2	0,005
DHD-02	35	36	464	1	<0.005

DHD-02	36	37	3630	3	0,022
DHD-02	37	38	4480	7	0,041
DHD-02	38	39	4590	9	0,04
DHD-02	39	40	2570	5	0,027
DHD-02	40	41	5950	12	0,043
DHD-02	41	42	4050	9	0,043
DHD-02	42	43	5690	13	0,054
DHD-02	43	44	4490	6	0,055
DHD-02	44	45	3030	3	0,073
DHD-02	45	46	5380	4	0,049
DHD-02	46	47	4720	2	0,056
DHD-02	47	48	3140	2	0,066
DHD-02	48	49	2440	1	0,039
DHD-02	49	50	3160	3	0,044
DHD-02	50	51	5510	3	0,083
DHD-02	51	52	3310	2	0,053
DHD-02	52	53	2390	1	0,03
DHD-02	53	54	2730	3	0,033
DHD-02	54	55	2320	4	0,061
DHD-02	55	56	6930	7	0,041
DHD-02	56	57	4680	4	0,025
DHD-02	57	58	3330	8	0,018
DHD-02	58	59	1830	3	0,009
DHD-02	59	60	3890	4	0,005
DHD-02	60	61	5880	3	0,066
DHD-02	61	62	2600	16	0,023
DHD-02	62	63	4960	10	0,046
DHD-02	63	64	3360	6	0,025
DHD-02	64	65	3950	16	0,047
DHD-02	65	66	3190	46	0,022
DHD-02	66	67	2480	46	0,007
DHD-02	67	68	1770	22	0,009
DHD-02	68	69	921	11	<0.005
DHD-02	69	70	1170	9	<0.005
DHD-02	70	71	391	5	<0.005
DHD-02	71	72	465	21	<0.005
DHD-02	72	73	891	3	0,018
DHD-02	73	74	818	5	0,02
DHD-02	74	75	270	2	0,007

DHD-02	75	76	208	2	0,005
DHD-02	76	77	336	1	<0.005
DHD-02	77	78	160	1	<0.005
DHD-02	78	79	80	<1	<0.005
DHD-02	79	80	132	<1	<0.005
DHD-02	80	81	387	<1	<0.005
DHD-02	81	82	332	1	0,005
DHD-02	82	83	530	1	0,009
DHD-02	83	84	400	1	0,012
DHD-02	84	85	337	4	0,013
DHD-02	85	86	623	2	0,011
DHD-02	86	87	461	1	0,005
DHD-02	87	88	4520	3	0,077
DHD-02	88	89	3680	<1	0,045
DHD-02	89	90	295	<1	<0.005
DHD-02	90	91	146	<1	<0.005
DHD-02	91	92	321	<1	0,009
DHD-02	92	93	363	<1	0,011
DHD-02	93	94	440	<1	0,005
DHD-02	94	95	324	<1	0,02
DHD-02	95	96	404	5	0,379
DHD-02	96	97	481	7	0,013
DHD-02	97	98	1020	<1	0,006
DHD-02	98	99	1150	2	0,005
DHD-02	99	100	112	1	0,035
DHD-02	100	101	127	<1	0,006
DHD-02	101	102	262	4	0,21
DHD-02	102	103	347	2	0,023
DHD-02	103	104	155	5	0,006
DHD-02	104	105	674	9	0,149
DHD-02	105	106	391	6	0,025
DHD-02	106	107	328	7	0,073
DHD-02	107	108	323	8	0,898
DHD-02	108	109	252	2	0,87
DHD-02	109	110	464	9	1,75
DHD-02	110	111	913	4	8,97
DHD-02	111	112	370	3	0,251
DHD-02	112	113	434	7	0,434
DHD-02	113	114	280	3	0,197

DHD-02	114	115	209	4	0,006
DHD-02	115	116	686	13	0,224
DHD-02	116	117	691	13	1,245
DHD-02	117	118	954	10	0,288
DHD-02	118	119	1040	3	0,009
DHD-02	119	120	1640	8	0,017
DHD-02	120	121	3120	33	0,028
DHD-02	121	122	1360	12	0,012
DHD-02	122	123	194	2	0,006
DHD-02	123	124	545	5	0,006
DHD-02	124	125	521	3	0,006
DHD-02	125	126	295	3	0,007
DHD-02	126	127	187	2	<0.005
DHD-02	127	128	1080	11	0,022
DHD-02	128	129	2350	17	0,009
DHD-02	129	130	1130	8	0,008
DHD-02	130	131	219	4	0,007
DHD-02	131	132	484	3	0,033
DHD-02	132	133	420	8	0,045
DHD-02	133	134	258	11	0,181
DHD-02	134	135	256	9	0,052
DHD-02	135	136	501	5	0,005
DHD-02	136	137	709	7	0,006
DHD-02	137	138	545	5	0,02
DHD-02	138	139	137	8	<0.005
DHD-02	139	140	242	3	0,006
DHD-02	140	141	276	7	0,022
DHD-02	141	142	211	9	<0.005
DHD-02	142	143	449	9	0,008
DHD-02	143	144	232	4	0,017
DHD-02	144	145	297	15	0,005
DHD-02	145	146	245	7	<0.005
DHD-02	146	147	564	8	<0.005
DHD-02	147	148	299	7	<0.005
DHD-02	148	149	568	3	0,007
DHD-02	149	150	358	11	0,105
DHD-02	150	151	40	7	0,005
DHD-02	151	152	122	2	<0.005
DHD-02	152	153	176	2	<0.005


DHD-02	153	154	340	2	<0.005
DHD-02	154	155	368	1	<0.005
DHD-02	155	156	296	2	<0.005
DHD-02	156	157	208	2	<0.005
DHD-02	157	158	245	2	<0.005
DHD-02	158	159	163	1	<0.005
DHD-02	159	160	202	2	<0.005
DHD-02	160	161	279	3	<0.005
DHD-02	161	162	245	2	<0.005
DHD-02	162	163	106	3	<0.005
DHD-02	163	164	142	3	<0.005
DHD-02	164	165	486	7	<0.005
DHD-02	165	166	146	9	<0.005
DHD-02	166	167	68	7	0,009
DHD-02	167	168	177	5	0,005
DHD-02	168	169	117	4	<0.005
DHD-02	169	170	234	6	0,005
DHD-02	170	171	99	4	0,007
DHD-02	171	172	84	7	0,014
DHD-02	172	173	98	6	0,031
DHD-02	173	174	118	6	0,052
DHD-02	174	175	138	6	0,093
DHD-02	175	176	636	6	0,024
DHD-02	176	177	836	7	<0.005
DHD-02	177	178	7420	90	0,034
DHD-02	178	179	958	13	0,009
DHD-02	179	180	465	3	<0.005
DHD-02	180	181	340	3	<0.005
DHD-02	181	182	58	3	0,007
DHD-02	182	183	55	4	<0.005
DHD-02	183	184	234	2	<0.005
DHD-02	184	185	378	3	<0.005
DHD-02	185	186	345	3	<0.005
DHD-02	186	187	334	2	<0.005
DHD-02	187	188	322	2	<0.005
DHD-02	188	189	146	2	0,006
DHD-02	189	190	150	3	<0.005
DHD-02	190	191	112	1	<0.005
DHD-02	191	192	393	2	<0.005

DHD-02	192	193	332	3	<0.005
DHD-02	193	194	231	1	<0.005
DHD-02	194	195	355	2	<0.005
DHD-02	195	196	741	2	<0.005
DHD-02	196	197	456	1	<0.005
DHD-02	197	198	148	<1	<0.005
DHD-02	198	199	289	22	<0.005
DHD-02	199	200	77	27	<0.005
DHD-02	200	201	191	22	<0.005
DHD-02	201	202	103	3	<0.005
DHD-02	202	203	72	<1	<0.005
DHD-02	203	204	69	<1	<0.005
DHD-02	204	205	69	<1	<0.005
DHD-02	205	206	202	8	<0.005
DHD-02	206	207	74	5	<0.005
DHD-02	207	208	60	7	<0.005
DHD-02	208	209	281	17	<0.005
DHD-02	209	210	6	7	<0.005
DHD-02	210	211	326	8	0,006
DHD-02	211	212	1180	12	<0.005
DHD-02	212	213	479	3	<0.005
DHD-02	213	214	276	10	<0.005
DHD-02	214	215	66	4	<0.005
DHD-02	215	216	78	4	<0.005
DHD-02	216	217	44	4	0,005
DHD-02	217	218	122	4	<0.005
DHD-02	218	219	116	4	<0.005
DHD-02	219	220	140	6	<0.005
DHD-02	220	221	124	6	<0.005
DHD-02	221	222	91	12	0,008
DHD-02	222	223	88	7	0,015
DHD-02	223	224	140	3	0,006
DHD-02	224	225	159	2	0,005
DHD-02	225	226	139	3	<0.005
DHD-02	226	227	21	2	<0.005
DHD-02	227	228	49	<1	<0.005
DHD-02	228	229	92	1	<0.005
DHD-02	229	230	72	<1	<0.005
DHD-02	230	231	72	<1	<0.005

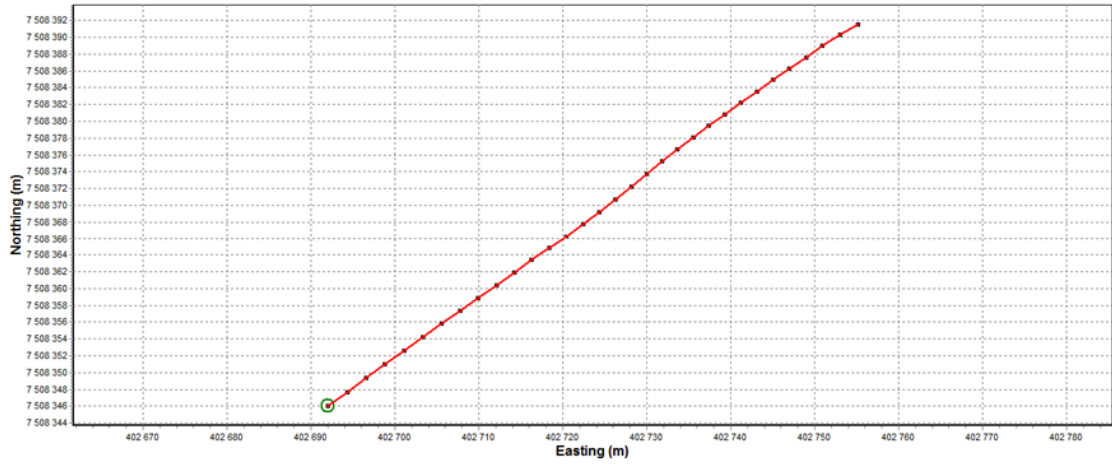
DHD-02	231	232	507	8	0,006
DHD-02	232	233	252	5	<0.005
DHD-02	233	234	267	4	<0.005
DHD-02	234	235	199	3	<0.005
DHD-02	235	236	75	<1	<0.005
DHD-02	236	237	67	<1	<0.005
DHD-02	237	238	76	<1	<0.005
DHD-02	238	239	403	2	<0.005
DHD-02	239	240	942	11	0,01
DHD-02	240	241	100	7	<0.005
DHD-02	241	242	279	10	<0.005
DHD-02	242	243	121	6	<0.005
DHD-02	243	244	235	9	0,005
DHD-02	244	245	91	6	<0.005
DHD-02	245	246	102	7	<0.005
DHD-02	246	247	48	4	0,009
DHD-02	247	248	2	<1	<0.005
DHD-02	248	249	22	<1	<0.005
DHD-02	249	250	92	2	<0.005
DHD-02	250	251	169	3	<0.005
DHD-02	251	252	101	9	<0.005
DHD-02	252	253	256	7	<0.005
DHD-02	253	254	254	7	<0.005
DHD-02	254	255	116	4	<0.005
DHD-02	255	256	274	1	<0.005
DHD-02	256	257	145	3	<0.005
DHD-02	257	258	202	1	<0.005
DHD-02	258	259	155	1	<0.005
DHD-02	259	260	183	8	<0.005
DHD-02	260	261	44	8	<0.005
DHD-02	261	262	68	16	<0.005
DHD-02	262	263	185	6	<0.005
DHD-02	263	264	156	3	<0.005
DHD-02	264	265	232	<1	<0.005
DHD-02	265	266	128	1	<0.005
DHD-02	266	267	150	<1	<0.005
DHD-02	267	268	223	1	<0.005
DHD-02	268	269	112	5	<0.005
DHD-02	269	270	89	8	<0.005

DHD-02	270	271	139	2	<0.005
DHD-02	271	272	148	<1	0,005
DHD-02	272	273	117	13	<0.005
DHD-02	273	274	269	5	0,018
DHD-02	274	275	275	11	<0.005
DHD-02	275	276	126	4	<0.005
DHD-02	276	277	101	2	<0.005
DHD-02	277	278	135	15	<0.005
DHD-02	278	279	127	8	<0.005
DHD-02	279	280	315	10	<0.005
DHD-02	280	281	135	9	0,007
DHD-02	281	282	95	8	<0.005
DHD-02	282	283	226	4	0,005
DHD-02	283	284	123	<1	0,022
DHD-02	284	285	133	5	<0.005
DHD-02	285	286	172	6	<0.005
DHD-02	286	287	99	7	<0.005
DHD-02	287	288	289	9	<0.005

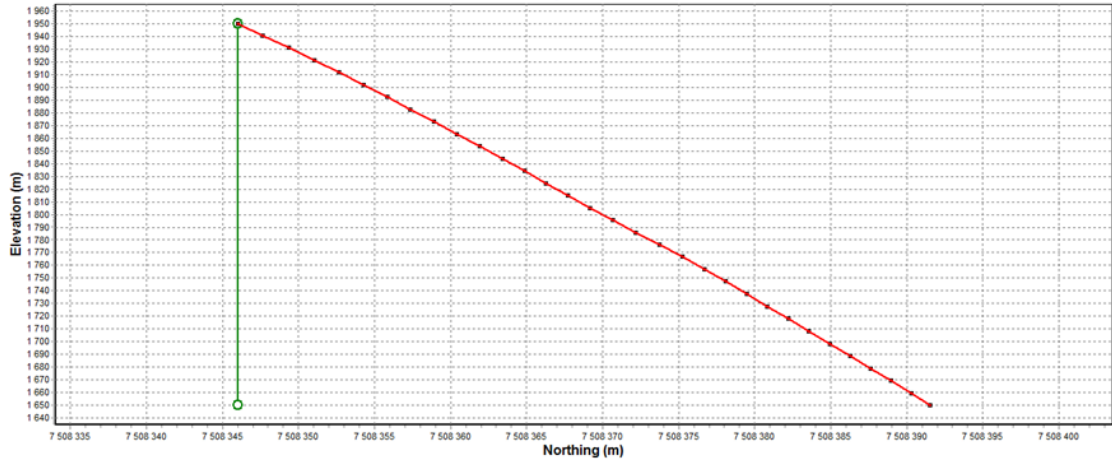
Anexo B Trayectometría de sondajes

 <p>QUALITY SURVEY SERVICES by semm Logging</p>						N° Pozo	DHD-01		
						Proyecto	Dania		
						Ubicación	Maria Elena		
						Pais	Chile		
						Cliente	Estrella Resources		
						Empresa perforación	R.Munoz		
						Mandante	Estrella Resources		
Coordenadas Geograficas	ESTE	402692 m			Fecha	23-02-2014			
	NORTE	7508346 m			Instrumento #	GT1-3402			
	COTA	1950 m			Operador	Guillaume SAVAY-GUERRAZ / Marcel ROSAS			
Decl. Mag.	n/a				Ref. 0	Ground			
Fondo del pozo	313 m				Metros a medir	10 m			
Datos a Interpretar									
Profundidad: que fue Medida									
Inclinación: del pozo vs. "horizontal/ vertical"									
Deriva: "Magnetometrica/ norte geografico" azimuth del pozo									
Altitud									
Direccion del Este: Desplazamiento hacia el Este vs. el punto superior del pozo									
Direccion del Norte: Desplazamiento hacia el Norte vs. el punto superior del pozo									
PROFUNDIDAD (m)	INCLINACION (°)	AZIMUTH (°)	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)				
0,00	-73,33	55,00	402692,00	7508346,00	1950,00				
10,00	-73,49	53,30	402694,31	7508347,67	1940,42				
20,00	-73,66	53,00	402696,58	7508349,37	1930,82				
30,00	-73,84	53,73	402698,82	7508351,04	1921,22				
40,00	-73,94	54,90	402701,08	7508352,66	1911,62				
50,00	-74,09	54,26	402703,32	7508354,25	1902,00				
60,00	-74,29	55,09	402705,55	7508355,83	1892,38				
70,00	-74,50	55,57	402707,76	7508357,36	1882,75				
80,00	-74,63	54,53	402709,94	7508358,89	1873,11				
90,00	-74,81	54,77	402712,09	7508360,41	1863,47				
100,00	-75,03	53,85	402714,21	7508361,93	1853,81				
110,00	-75,33	54,92	402716,29	7508363,42	1844,14				
120,00	-75,53	55,43	402718,36	7508364,86	1834,47				
130,00	-75,65	54,37	402720,39	7508366,29	1824,78				
140,00	-75,74	54,31	402722,40	7508367,73	1815,09				
150,00	-75,80	53,11	402724,39	7508369,19	1805,40				
160,00	-76,10	51,27	402726,31	7508370,68	1795,70				
170,00	-76,28	49,37	402728,15	7508372,21	1785,99				
180,00	-76,24	50,11	402729,96	7508373,74	1776,28				
190,00	-76,26	51,48	402731,81	7508375,25	1766,56				
200,00	-76,42	52,45	402733,67	7508376,71	1756,85				
210,00	-76,66	53,50	402735,53	7508378,11	1747,12				
220,00	-76,63	54,30	402737,40	7508379,47	1737,39				
230,00	-76,42	54,39	402739,29	7508380,83	1727,67				
240,00	-76,46	54,24	402741,20	7508382,20	1717,95				
250,00	-76,40	54,20	402743,11	7508383,57	1708,23				
260,00	-76,35	55,41	402745,03	7508384,93	1698,51				
270,00	-76,30	55,49	402746,98	7508386,27	1688,80				
280,00	-76,13	55,83	402748,95	7508387,62	1679,08				
290,00	-75,83	56,52	402750,96	7508388,97	1669,38				
300,00	-75,77	58,48	402753,03	7508390,28	1659,69				
310,00	-75,41	59,84	402755,17	7508391,56	1650,00				

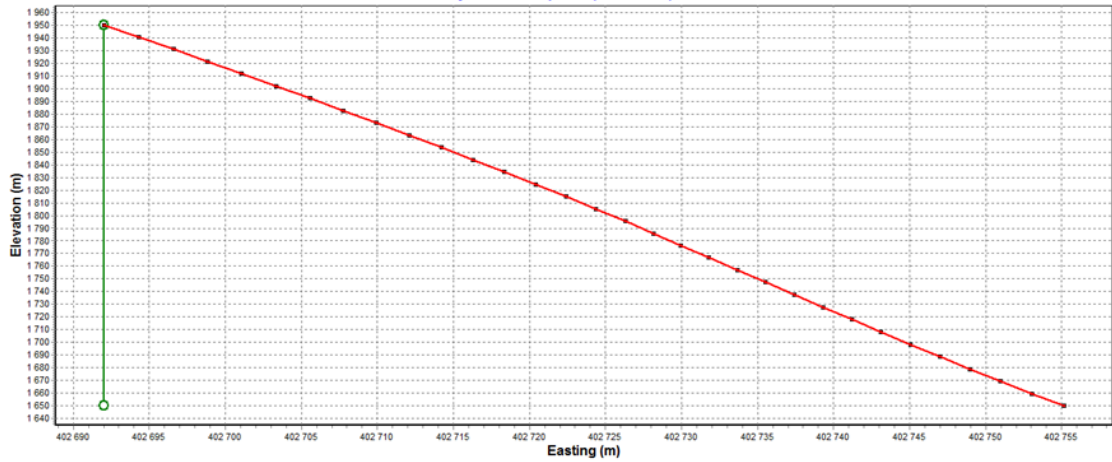
Gyro plan view (DHD-01-D2)




Gyro north-south profile (DHD-01-D2)

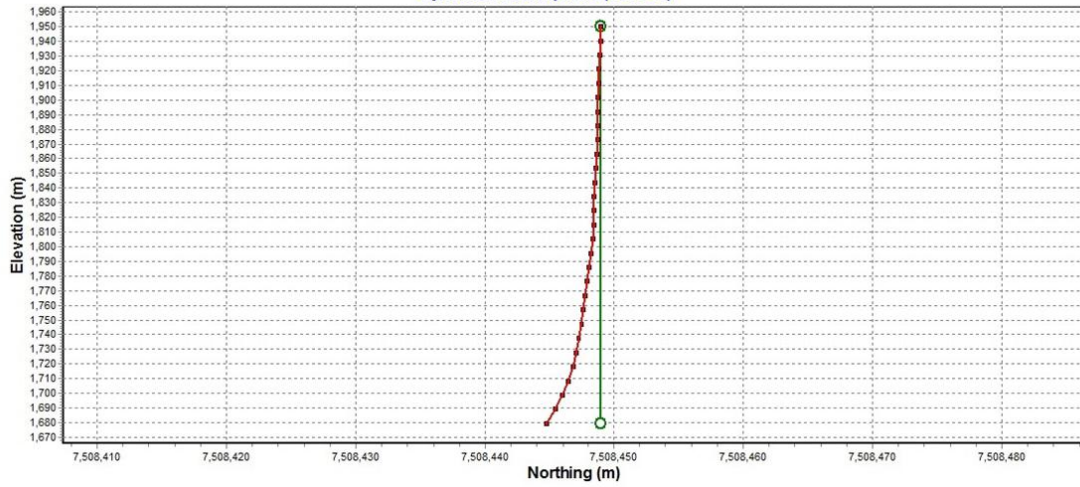


Gyro east-west profile (DHD-01-D2)

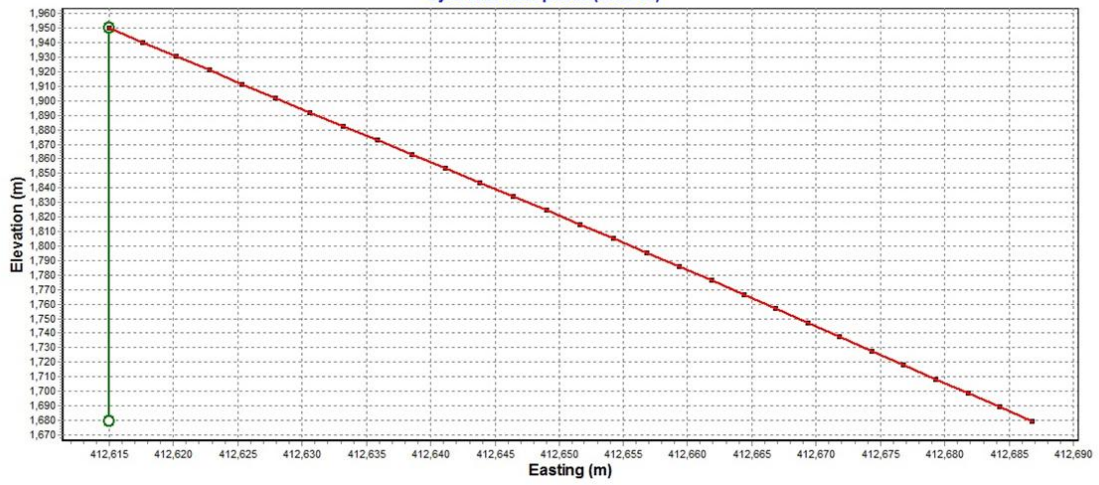


						N° Pozo	DHD-02
						Proyecto	Dania
						Ubicación	Maria Elena
						Pais	Chile
						Ciente	R.Munoz
						Empresa perforación	R.Munoz
						Mandante	Estrella Resources
Coordenadas Geograficas	ESTE	412615m				Fecha	14-03-2014
	NORTE	7508449 m				Instrumento #	GT1-3402
	COTA	1950 m				Operador	Guillaume SAVAY-GUERRAZ / richard RIVERA
Decl. Mag.	n/a					Ref. 0	Ground
Fondo del pozo	288 m					Metros a medir	10 m
Datos a Interpretar							
Profundidad: que fue Medida							
Inclinación: del pozo vs. "horizontal/ vertical"							
Deriva: "Magnetometrica/ norte geografico" azimuth del pozo							
Altitud							
Dirección del Este: Desplazamiento hacia el Este vs. el punto superior del pozo							
Dirección del Norte: Desplazamiento hacia el Norte vs. el punto superior del pozo							
PROFUNDIDAD (m)	INCLINACION (°)	AZIMUTH (°)	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)		
0,00	-74,75	90	412615	7508449	1950		
10,00	-75,1	91,26	412617,6	7508448,97	1940,34		
20,00	-75,06	90,68	412620,18	7508448,93	1930,68		
30,00	-75,07	91,43	412622,75	7508448,88	1921,02		
40,00	-74,93	90,66	412625,34	7508448,83	1911,36		
50,00	-74,95	90,28	412627,94	7508448,81	1901,7		
60,00	-74,81	90,37	412630,55	7508448,8	1892,05		
70,00	-74,62	90,77	412633,19	7508448,77	1882,4		
80,00	-74,6	89,52	412635,84	7508448,77	1872,76		
90,00	-74,72	91,61	412638,49	7508448,74	1863,12		
100,00	-74,77	92,71	412641,12	7508448,64	1853,47		
110,00	-74,58	92,49	412643,76	7508448,52	1843,83		
120,00	-74,81	90,18	412646,4	7508448,46	1834,18		
130,00	-74,84	90	412649,02	7508448,45	1824,53		
140,00	-74,9	90,29	412651,64	7508448,45	1814,88		
150,00	-74,93	92,26	412654,24	7508448,39	1805,23		
160,00	-75,08	93,99	412656,83	7508448,25	1795,57		
170,00	-75,31	92,6	412659,38	7508448,1	1785,9		
180,00	-75,49	93,6	412661,9	7508447,96	1776,23		
190,00	-75,58	92,89	412664,4	7508447,82	1766,54		
200,00	-75,59	94,55	412666,89	7508447,66	1756,86		
210,00	-75,7	94,38	412669,37	7508447,47	1747,17		
220,00	-75,68	94,59	412671,83	7508447,27	1737,48		
230,00	-75,49	95,29	412674,32	7508447,06	1727,8		
240,00	-75,63	96,68	412676,8	7508446,8	1718,12		
250,00	-75,3	99,57	412679,29	7508446,44	1708,44		
260,00	-75,21	101,49	412681,79	7508445,98	1698,77		
270,00	-75,05	103,87	412684,3	7508445,41	1689,1		
280,00	-75,02	106,4	412686,79	7508444,74	1679,44		

Gyro north-south profile (DHD-02)



Gyro east-west profile (DHD-02)



Gyro plan view (DHD-02)

