

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA**



**REDEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL
DE VETA HANSA EN EL NIVEL 1 DE MINA COLOMBIA (PIM
I), ZONA INDUSTRIAL CARATAL, EL CALLAO, ESTADO
BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES ORTEGA A,
JUAN DE LOS SANTOS, Y
PALMA G, RUBÉN G. PARA
OPTAR AL TÍTULO DE
GEÓLOGO.**

CIUDAD BOLÍVAR, ABRIL 2022.

HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado **REDEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE VETA HANSA EN EL NIVEL 1 DE MINA COLOMBIA (PIM I), ZONA INDUSTRIAL CARATAL, EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR.**, presentado por los bachilleres **ORTEGA A, JUAN DE LOS SANTOS, Y PALMA G, RUBÉN G**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesor Edixon Salazar

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Rosario Rivadulla

Jefe del Departamento de Geología

Ciudad Bolívar ____ de _____ 2022.

DEDICATORIA

A mis padres Amarilys Angeli y Roiman Ortega por su apoyo, consejos, y palabras de aliento a lo largo de todo este largo camino.

A mis hermanos Daniel Alejandro y Leli Daniel y Jesús Daniel por su amor, tolerancia, y por siempre estar pendientes de mí, los amo mucho.

A mis abuelas Gloria González y María Martínez, Dios la tenga en su gloria, por inculcarme sus valores, cuidarme, atenderme y motivarme todos los días a ser una mejor persona. Este logro es también de ustedes.

A mi mamá Carolina, por ser mi gran ejemplo a seguir, por sus consejos, sus cuidados, y estar presente a lo largo de mi preparación como profesional y futuros colegas.

A mis amigos de toda la carrera, Gabriel Rosario, Veruska Velázquez, Francisco Alcalá y Rubén Palma por su amistad sincera, por el apoyo mutuo en los momentos buenos y amargos en todos estos años juntos, un placer y un orgullo que sean mi equipo de estudio y mis amigos.

Juan de los Santos Ortega

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, quien permitió que la realización de este trabajo fuera posible, pues sin él, nada pudiéramos hacer.

En segundo lugar, a mis padres, quienes a pesar de tantas circunstancias y adversidades fueron de apoyo y motor a lo largo de toda mi vida y carrera profesional.

A mi Hermana Josmari Palma por qué, al ser la mayor siempre me sirvió de ejemplo y guía para alcanzar cada meta, siempre orgulloso de ella y ella siempre apostando a mí. Sin ti no sé qué hubiese sido de mi vida.

A mi novia, la princesa que Dios puso en mi vida, por tanto amor, tanto apoyo, tanta comprensión y tantas luchas juntos, que hoy nos permiten decir, lo logramos!

¡A mis amigos y hermanos que la Universidad y la Vida me regaló Gabriel Rosario, Francisco Alcalá, Juan Ortega y Veruska Velásquez, por siempre sacar lo mejor de mi e inspirarme a dar más!

Y a todas aquellas personas y familiares que Dios puso en mi camino y siempre me dieron un aliento para seguir adelante y lograr esta meta.

Esto es por Ustedes...!!!

Rubén Palma

AGRADECIMIENTOS

Agradecerle primeramente a Dios por todas las oportunidades que me ha brindado, sin el nada de esto se hubiese materializado. Me motiva cada día a ser mejor persona, mejor amigo, mejor hijo, mejor compañero de trabajo, sin duda alguna, es gracias a Él que estoy donde estoy, y sin el nada de esto tendría sentido.

A la Universidad de Oriente Núcleo Bolívar por ser la institución que me formo como geólogo, estaré siempre orgulloso de pertenecer a la casa más grande de oriente. También a nuestro tutor académico Edixon Salazar, por su asesoría, apoyo y compromiso con nuestro proyecto de grado.

A mis tías y tíos Edelmira González, Rossmary Martínez, María Adazme, Mirla Torres, Yeudis Rivas, Richard González, Ron Ely González, Boris Angeli, Alberto, Abraham González, porque cada uno agrego su granito de arena y me ayudo a lo largo de toda la carrera.

A la empresa MIBITURVEN S, A. Por abrirnos sus puertas y permitirnos realizar nuestro trabajo de grado en sus instalaciones. Al personal de la División de Geología de Mina Colombia, en especial a nuestro tutor industrial Franklin Marcano, Yennyvis Azocar, Ronald Aponte, y a nuestros padres espirituales Laudibel Martínez y Etni Miranda. Gracias por su dedicación en nuestro entrenamiento, por sus palabras de aliento, su apoyo en todo momento, y por hacernos sentir como familia.

Juan de los Santos Ortega

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradezco a Dios, primeramente, por ser el guía de nuestras vidas, ser quien nos cuida, bendice, llena de sabiduría, salud y fuerza para superar cada reto y lograr cada meta, sin el nada somos.

A mis padres María Gómez y Rubén Palma, por ser los motores de mi vida, quienes me inspiran a superarme cada día más, gracias por hacer de mí quien hoy soy, por su apoyo, amor, comprensión, y estar ahí apostando por mí.

A la empresa MIBITURVEN S.A por darnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo de grado en sus instalaciones. En especial al personal del departamento de Geología, por todo su apoyo y colaboración, sobremanera a nuestro tutor industrial, Geo. Franklin Marcano, así como también a los profesionales Yennivis Azocar, Ronal Aponte y Laudibel Martinez, quienes siempre estuvieron pendiente, guiándonos con todo el amor y cariño posible.

A mi tía Expedita Marchan, quien durante la realización de este proyecto me recibió en su hogar de la mejor manera, conjuntamente con la familia Robles Marchan quienes me brindaron apoyo y atención en todo momento con la mejor disposición. Dios los bendiga.

A mi compañero de tesis, amigo y hermano que la vida me regaló, Juan Ortega, por sus enseñanzas, apoyo incondicional y haberme permitido compartir con él esta experiencia en la realización de nuestro proyecto de grado, hecho que siempre recordaremos.

Rubén Palma.

RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicado en la localidad de El Callao al Noreste del estado Bolívar, en las concesiones 6 y 7 de MIBITURVEN S, A., específicamente en el sector Hansa del nivel 1 de Mina Colombia, dentro del Parque Industrial Minero 1. (PIM I). El proyecto a desarrollar consiste en una serie de trabajos de campo que nos permita crear una base de datos con las distintas medidas de rumbo, buzamiento, así como las potencias de la veta a estudiar y diferentes muestreos de canal realizados en ambos hastiales de las cámaras 5 y 6 en Hansa Oeste, los cuales estaban separados cada 3 metros entre sí para tener resultados más precisos. Una vez terminado el trabajo de campo y teniendo suficientes valores estadísticos, pudimos constatar que veta Hansa presenta una dirección de N 240° y un buzamiento que fluctúa entre 30° a 40° SE. Estos datos obtenidos sirvieron de igual manera para la realización del Diagrama de rosas, donde se puede observar de manera gráfica la dirección que presenta Veta Hansa. Posteriormente mucho de estos datos recolectados fueron importados al software minero GEMCOM, cuya herramienta nos permitirá elaborar el modelo geológico, con la ayuda además de la información de Sondeos previamente realizados en la zona de estudio, así como la topografía de la misma y los distintos levantamientos geológicos llevados a cabo en subterráneo. Todo esto con la finalidad de redefinir el modelo geológico de veta Hansa, que además de reciente, fuera más preciso en las áreas que actualmente están siendo objeto de producción dentro de la empresa. Una vez terminado el sólido se realiza una comparación entre el sólido original y el elaborado con levantamientos geológicos, para de esta manera poder ver las diferencias arrojadas y en dado caso hacer correcciones pertinentes, tomando en cuenta que el objetivo de esta redefinición es ser los más cercano a la realidad posible y que sea una herramienta confiable para las labores mineras dentro de la empresa.

CONTENIDO

	Páginas
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiv
LISTA DE APENDICE	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación	5
1.5 Limitaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II	7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica y acceso al área de estudio	7
2.2 Características físico naturales	9
2.2.1 Clima.....	9
2.2.2 Vegetación	9
2.2.3 Topografía.....	10
2.2.4 Drenaje.....	10
2.3 Geología regional	10
2.3.1 Provincia Geológica de Imataca (PI)	14
2.3.3 Provincia Geológica Cuchivero (PC)	16

2.3.4 Provincia Geológica Roraima (PC)	17
2.4 Geología local.....	18
2.5 Geología de la Mina Colombia.....	23
2.5.1 Principales estructuras presentes en la Mina Colombia.....	27
2.5.2 Veta Colombia	28
2.5.3 Veta América-Mocupia.....	29
2.5.4 El Bolsón.....	30
2.5.5 Dique Laguna.....	31
2.5.6 Relación de la pirita con el Oro:	33
2.6 Reseña histórica.....	34
2.7 Filosofía de gestión de MIBITURVEN.....	37
2.7.1 Visión.....	37
2.7.2 Misión	37
2.7.3 Principios y valores.....	37
2.7.4 Objetivos de la empresa.....	38
CAPÍTULO III.....	39
MARCO TEÓRICO	39
3.1 Antecedentes de la investigación.....	39
3.2 Bases teóricas	40
3.2.1 Mina	40
3.2.2 Mina Subterránea.....	40
3.2.3 Exploración Minera	40
3.2.4 Recopilación de información	41
3.2.5 Levantamiento Geológico.....	41
3.2.6 Sondeos Exploratorios	41
3.2.7 Interpretación de resultados	41
3.2.8 Testificación de Sondeos	42
3.2.9 Testigo	42
3.2.10 Logging de Geología	42
3.2.11 Muestreo	44
3.2.12 Muestra	44

3.2.13 Muestra de canal	44
3.2.14 Diagrama de Rosas	44
3.2.15 Análisis de laboratorio	45
3.2.16 Análisis químico cuantitativo	45
3.2.17 Modelo geológico	45
3.2.18 Método de explotación Cámara y pilares	45
3.2.19 Magmas Toleíticos.....	46
3.2.20 Magmas Calcoalcalinos	46
3.2.21 Magmas Alcalinos	46
3.2.22 Arcos Volcánicos.....	47
3.2.23 Pluma Mantelar.....	47
3.2.24 Alteración Hidrotermal	48
3.2.25 Estructuras geológicas	48
3.3 Términos básicos	48
3.3.1 Cuarzo.....	48
3.3.2 Oro	49
3.3.3 Andesita	49
3.3.4 Dique.....	49
3.3.5 Diabasa.....	49
3.3.6 Piritita.....	50
3.3.7 Komatita.....	50
3.3.8 Deformación	50
3.3.9 Cizalla	50
3.3.10 Fallas	51
3.3.11 Zona de Falla	51
3.3.12 Diaclasas	51
3.3.13 Stockwork	51
3.3.14 Brújula Brunton	51
3.3.15 Rumbo.....	52
3.3.16 Buzamiento	53
3.3.17 Acimut	53

3.3.18 AutoCAD	53
3.3.19 Gemcom.....	53
3.3.20 Depósito Hidrotermal	54
3.3.21 Veta.....	54
3.3.22 Potencia de Veta	54
3.3.23 Metamorfismo.....	54
3.3.24 Magmatismo	54
3.3.25 Rocas Volcánicas o efusivas.....	55
3.3.26 Rocas hipabisales	55
3.3.27 Rocas plutónicas	55
3.3.28 Escudos o cratones.....	55
3.3.29 Macizo	56
3.3.30 Cloritización.....	56
3.3.31 Propilitización.....	56
3.3.32 Piritización	56
3.3.33 Silicificación	56
3.3.34 Sericitización	57
3.3.35 Estéril	57
3.3.36 Tenor	57
3.3.37 Rampa	57
3.3.38 Galerías	58
3.3.39 Hastial	58
3.3.40 Niveles	58
CAPÍTULO IV	59
METODOLOGÍA DE TRABAJO	59
4.1 Nivel de investigación	59
4.2 Diseño de la investigación.....	59
4.3 Población y muestra	60
4.4 Flujograma de la metodología empleada.....	61
4.4.1 Fase I. Revisión Bibliográfica y cartográfica	62
4.4.2 Fase II. Trabajo de campo.....	62

4.4.3 Fase III. Creación de base de datos y procesamiento de la información	63
4.4.4 Fase IV. Análisis de los Resultados.....	67
CAPÍTULO V.....	68
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	68
5.1 Análisis Químico.....	68
5.2 Análisis Petrográfico.....	69
5.3 Diagrama de Rosas.....	72
5.4 Descripción Geológica de Sondeos.....	73
5.5 Análisis de las Secciones Verticales empleadas para la realización del Solido.....	77
5.6 Modelo Geológico-Estructural.....	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
Conclusiones.....	82
Recomendaciones.....	83
REFERENCIAS.....	84
APENDICES.....	88

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 2.1 Ubicación y vías de acceso de la población del Callao y de la Mina Colombia (C.V.G. MINERVEN 2012).....	7
Figura 2.2 Ubicación de Mina Colombia. (C.V.G. MINERVEN 2012).....	8
Figura 2.3 Provincias Geológicas del Escudo de Guayana. (Mendoza V., 2005)	14
Figura 2.4 Cinturones de rocas verdes de la región de Guasipati -El Callao (Menéndez, A. 1968 en Mendoza, V. 2012).....	18
Figura 2.5 Propuesta de unidades litodémicas en el CRV Guasipati-El Callao (Mendoza, V., 2012)	21
Figura 2.6 Geología de la región de El Callao. (C.V.G. MINERVEN 2012).....	23
Figura 2.7 Principales estructuras de Mina Colombia. (C.V.G. MINERVEN2012)..	28
Figura 2.8 Bolsón. (C.V.G. MINERVEN 2012).....	30
Figura 2.9 Dique Laguna. (C.V.G. MINERVEN 2012).	32
Figura 2.10 Izquierda. Cristal de pirita con oro como inclusión / Derecha. Oro contenido en las fracturas entre pirita. (Velásquez, G. 2010).	34
Figura 3.1 Esquema de rocas Toleíticas y Calco-alcaldas.	47
Figura 3.2 Partes de la brújula Brunton. Fuente: (Griem, W. 2015).....	52
Figura 4.1 Flujograma de la metodología.	61
Figura 4.2 Ejemplo de Diagrama de Rosas. Tomado de www.Geovirtual2.cl	64
Figura 4.3 Modelo geológico Original. Vista 3D. Software Gemcom.	65
Figura 4.4 Modelo geológico Original. Vista 2D. Software Gemcom.	66
Figura 5.1 Muestras pulverizadas para realizar análisis químico.	69

Figura 5.2 Muestra N°3 Veta Hansa nivel 1.Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).	70
Figura 5.3 Muestra N°3 Veta Hansa nivel 1 observada por el Microscopio. Minerales Carbonato (Ca), Cuarzo (Qz), clorita (Cl) y opacos (Op). Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).	71
Figura 5.4 Muestra N°4 Hansa nivel 2. Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).....	71
Figura 5.5 Muestra N°4 Hansa nivel 2 observada por el microscopio. Minerales: Cuarzo (Qz), carbonato (Ca) y clorita (Cl). Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).	72
Figura 5.6 Diagrama de Rosas de los rumbos tomados en Veta Hansa.....	73
Figura 5.7 Vista 2D. Imagen comparativa entre el Solido Original y el Solido generado por levantamientos.	80
Figura 5.8 Sección Vertical. Vista 2D. Comparación de Solidos.	80
Figura 5.9 Vista General en 3D. Comparación de Solidos.	81

LISTA DE TABLAS

	Páginas
Tabla 2.1 Condiciones climáticas del Área de Estudio. (C.V.G Minerven 2012).	9
Tabla 2.2 Mineralogía de las Vetas y Vetillas de cuarzo. (Guilloux, L., 1997).....	25
Tabla 2.3 Composición mineralógica de las rocas. (C.V.G. MINERVEN 2012).....	25
Tabla 2.4 Petrología de las rocas en la Mina Colombia (C.V.G. MINERVEN 2012).	26
Tabla 3.1 Formato de descripción geológica de núcleos (C.V.G Minerven C.A., 2012)	43
Tabla 5.1 Resultados de análisis de Densidad y pH.....	68

LISTA DE APENDICE

	Páginas
A. BASE DE DATOS. SONDEOS HANSA. TABLAS HEADER, LITOLOGIA Y SURVEY PARA IMPORTAR A SOFTWARE MINERO GEMCOM.	89
A.1 Base de datos. Tabla Header. Sondeos Hansa.....	90
A.2 Base de datos. Tabla Litología. Sondeos Hansa.....	90
A.2 Base de datos. Continuación Tabla Litología. Sondeos Hansa.	91
A.2 Base de datos. Continuación Tabla Litología. Sondeos Hansa.	92
A.3. Base de datos. Tabla Survey. Sondeos Hansa.	93
B. BASE DE DATOS. LEVANTAMIENTOS GEOLOGICOS. EN LOS HASTIALES TH5-1 Y TH6-1 DE HANSA.....	94
B.1 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial derecho de la THW 5-1.	95
B.2 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial izquierdo de la THW 5-1.....	96
B.3 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial derecho, lado derecho de la THW 6-1.	97
B.4 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial izquierdo, lado derecho de la THW 6-1.	98
B.5 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial derecho, lado izquierdo de la THW 6-1.	98
B.6 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial izquierdo, lado izquierdo de la THW 6-1.	99
B.7 Base de datos. Medidas realizadas en el Striping de la THW 6-1.....	99
C. SECCIONES VERTICALES. SOBRE LOS HASTIALES TH5-1 Y TH6-1 DE HANSA. VISTA 2D. SOFTWARE MINERO GEMCOM.....	101

C.1 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 5-1 HD.....	102
C.2 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 5-1 HI	102
C.3 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HD-LD	103
C.4 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HI-LD.....	103
C.5 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HD-LI.....	104
C.6 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HI-LI.	104
C.7 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 STRIPING.....	105
C.8 Vista 2D. Sondeos y levantamientos empleados para la elaboración del Modelo geológico-estructural.....	105
D. ANALISIS PETROGRAFICOS.	106
D.1 Soporte de análisis petrográficos muestra N°3. Barrios, D. Salas, E. (2011)....	107
D.2 Soporte de análisis petrográficos muestra N°4. Barrios, D. Salas, E. (2011)....	108

INTRODUCCIÓN

La empresa MIBITURVEN S, A es actualmente la principal empresa en lo que a explotación y producción de oro se refiere. Se encuentra ubicada en la región de El Callao, al noreste del Estado Bolívar. Dicha empresa tiene como objetivo darle una vida útil y prolongada a las distintas minas que forman parte de sus 12 concesiones, aprovechando al máximo de sus recursos, y realizando proyectos de investigación para expandir sus reservas. Por tal razón, este trabajo de grado busca reinterpretar el modelo geológico-estructural de Veta Hansa para determinar si en dicho yacimiento es factible continuar con labores de exploración y posterior explotación, esto a partir de la información obtenida de los levantamientos geológicos y muestreos de canal realizados en las cámaras THW 5-1 y THW 6-1 al norte del dique Laguna, aunada a la información suministrada por los sondeos en superficie que se usaron para el modelo geológico original. Para llevar a cabo el estudio propuesto, se planteó como objetivo general la redefinición del modelo geológico-estructural de Veta Hansa en el Nivel 1 de Mina Colombia, siendo necesarios los sondeos del primer modelo para poder realizar las correlaciones pertinentes. A su vez, se establecieron como objetivos específicos validar los datos de los sondeos 00118W, 00120W, 00170W, 00615W, 00616W, 00617W y 00631W; Realizar levantamientos geológicos para determinar características estructurales presentes en la zona de estudio; Identificar propiedades químicas (pH, densidad, examen multi-elemental) de las rocas en la zona de interés través de análisis de laboratorio; Determinar la dirección de las estructuras mediante un diagrama de rosa y por último, gracias a la información recabada mediante el trabajo de campo, y el anterior trabajo de oficina, se generó una base de datos con la cual se creó el sólido geológico a través del Software Gemcom, permitiendo realizar una comparación entre el sólido original (solo con sondeos) y el nuevo modelo geológico-estructural (con sondeos y levantamientos).

El presente trabajo de grado se encuentra estructurado de la siguiente manera: Capítulo I, el cual se centra en la situación a investigar, incluyendo los objetivos generales y específicos, justificación, alcance y limitaciones de la investigación; Capítulo II, correspondiente a las generalidades, en donde se indica la ubicación geográfica del área de estudio, características tanto físicas como naturales, geología regional y local; Capítulo III, comprende el marco teórico, encontrando los antecedentes de la investigación, bases teóricas y definición de términos básicos; Capítulo IV, referido a la metodología empleada durante la investigación, específicamente el nivel de investigación, diseño de investigación, población, muestra y flujograma de las actividades realizadas para la investigación, y por último, el Capítulo V, enfocado en exponer los análisis y la interpretación de los resultados, finalizando con las conclusiones, recomendaciones, apéndices y anexos

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

A lo largo y ancho del territorio venezolano se pueden encontrar una gran variedad de recursos minerales tanto metálicos como no metálicos. Dentro de los recursos metálicos más explotados se encuentra el mineral aurífero, localizados al sur del país, más específicamente en el estado Bolívar, dentro del llamado escudo de Guayana. Dicho escudo cuenta con las condiciones propicias para la formación de vetas a partir de fluidos hidrotermales, generando numerosas alteraciones a la roca caja, donde la más importante para el alojamiento del oro es la propilitización. Cabe destacar que el escudo de Guayana se divide en 4 Provincias geológicas, siendo la de principal importancia para la extracción del oro, la provincia de Pastora.

En la provincia de Pastora afloran cuatro cinturones de rocas verdes (CRV), el más relevante para este estudio es el de Guasipati-El Callao, con una orientación primaria general Norte-Sur a Nor-Oeste.

El Distrito Aurífero de El Callao, se localiza en el CRV anteriormente mencionado, el cual está compuesto de depósitos litológicos mayormente volcánicos ultramáficos a félsicos y del tipo volcano-sedimentario subordinados con intrusiones máficas de diferentes edades. Las rocas del CRV (Super grupo Pastora) han sido comprimidas, replegadas, localmente volcadas, intrusionadas, migmatizadas y metamorfizadas. El metamorfismo regional afecto el conjunto de las rocas del CRV al nivel de las facies de los esquistos verdes incluido entre la epizona media hasta el inicio de la mesozona. Y localmente se presenta el metamorfismo de la facies de las anfibolitas.

La principal empresa en lo que a explotación y producción de oro se refiere en la región de El Callao es CVG Minerven C.A, la cual tiene como objetivo darle una vida útil prolongada a las distintas minas que forman parte de sus 12 concesiones, aprovechando al máximo de sus recursos, y realizando proyectos de investigación para expandir sus reservas.

La empresa MIBITURVEN S, A. es la que actualmente lleva el control de lo que era antes MINERVEN C.A, esta nace a través de la alianza entre la República Bolivariana de Venezuela y la República de Turquía, el 31 de agosto de 2018, adscrita al con el objeto social de desarrollar las actividades primarias de exploración, extracción y explotación del mineral aurífero.

Siguiendo con los objetivos planteados por la empresa, se determinó la redefinición del modelo geológico-estructural de Veta Hansa al norte del Dique Laguna, con la intención de hacer un modelo geológico más reciente y confiable de la zona estudiada, buscando continuar con la vida útil de la mina hacia el oeste.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Redefinir el Modelo Geológico-Estructural de Veta Hansa en el Nivel 1 de Mina Colombia (PIM I), Zona Industrial Caratal, El Callao, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Validar los datos de los sondeos 00118W, 00120W, 00170W, 00615W, 00616W, 00617W y 00631W, obtenidos en perforaciones previas llevadas a cabo en Veta Hansa, nivel 1 de Mina Colombia.

2. Realizar levantamientos geológicos para determinar características estructurales presentes en la zona de estudio.
3. Identificar propiedades químicas (pH, densidad, examen multi-elemental) de las rocas en la zona de interés través de análisis de laboratorio.
4. Determinar la dirección de las estructuras mediante un diagrama de rosa.
5. Redefinir el modelo geológico a través del Software minero Gemcom.

1.3 Justificación de la investigación

La redefinición del modelo geológico-estructural de Veta Hansa busca, de forma metodológica, aportar nuevos datos y características al modelo geológico anterior, con la finalidad de hacer un modelo más preciso, detallado y seguro de la zona de interés.

1.4 Alcance de la investigación

Este estudio nos permitirá determinar las características generales de Veta Hansa desde un punto de vista tanto estructural como mineralógico-petrográfico, con la finalidad de aportar nuevos datos y conocimientos al modelo geológico-estructural previamente realizado en la zona de estudio. Los resultados de esta investigación, podrán servir de ayuda para futuros proyectos en Mina Colombia, más específicamente, para proyectos de extensión de la mina hacia el Oeste, al norte del Dique Laguna. Y también servirá como una base teórica para próximas investigación o estudios.

1.5 Limitaciones de la investigación

- Limitada información bibliográfica referente al área de estudio (Hansa).
- Dificultad para llevar a cabo el logueo de los sondeos necesarios debido al deterioro de los testigos.
- Debido a la reconstrucción del castillete, se veía limitado el descenso a la mina de manera constante.
- Constante trabajo en la zona de estudio, lo cual en muchas ocasiones imposibilitaba la realización de actividades en el área.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica y acceso al área de estudio

El área en observación, MIBITURVEN S, A., se localiza a unos 3 Km al SE de la población El Callao, entre las poblaciones de Guasipati y Tumeremo, en el Municipio Autónomo El Callao, Distrito Caratal, Estado Bolívar de la República Bolivariana de Venezuela, a 240 km al sur de Ciudad Bolívar. Con coordenadas $7^{\circ}21'$ de latitud Norte y $61^{\circ}49'$ de longitud Oeste.

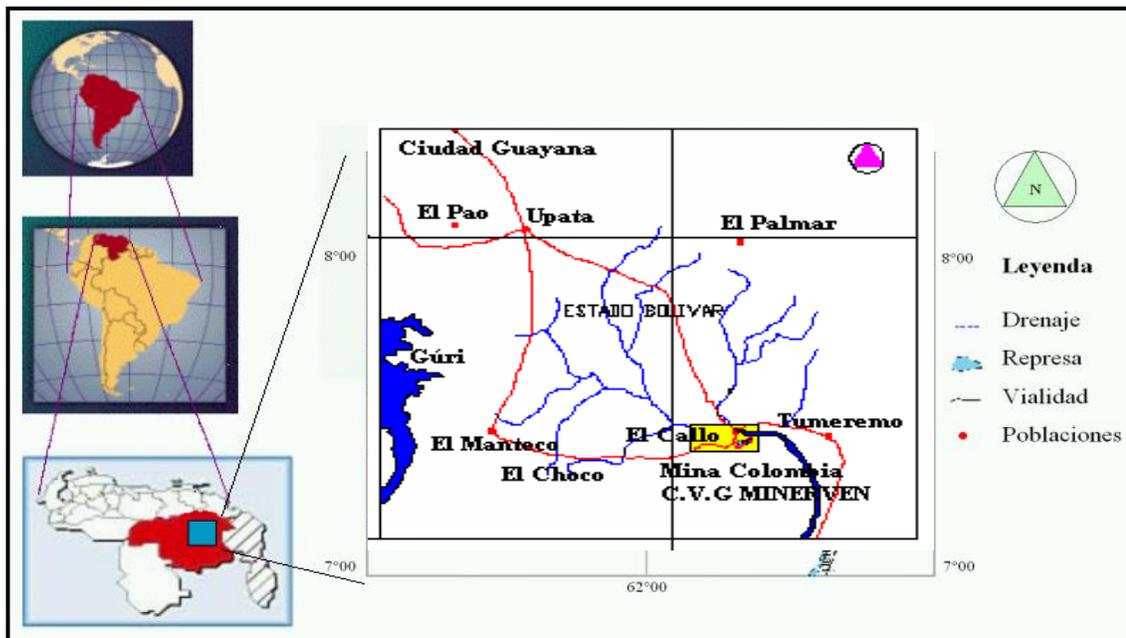


Figura 2.1 Ubicación y vías de acceso de la población del Callao y de la Mina Colombia (C.V.G. MINERVEN 2012).

La mina Colombia, y en particular el pozo Colombia se encuentran ubicados en la concesión 7 de CVG Mineren otorgadas por el ministerio de Minas e Hidrocarburos (hoy Ministerio del Poder Popular para Desarrollo Minero Ecológico y Ministerio del Poder Popular de Petróleo, respectivamente), el 9 de Enero de 1973 junto a otras 10 concesiones de 500 hectáreas cada una por un plazo de 25 años.

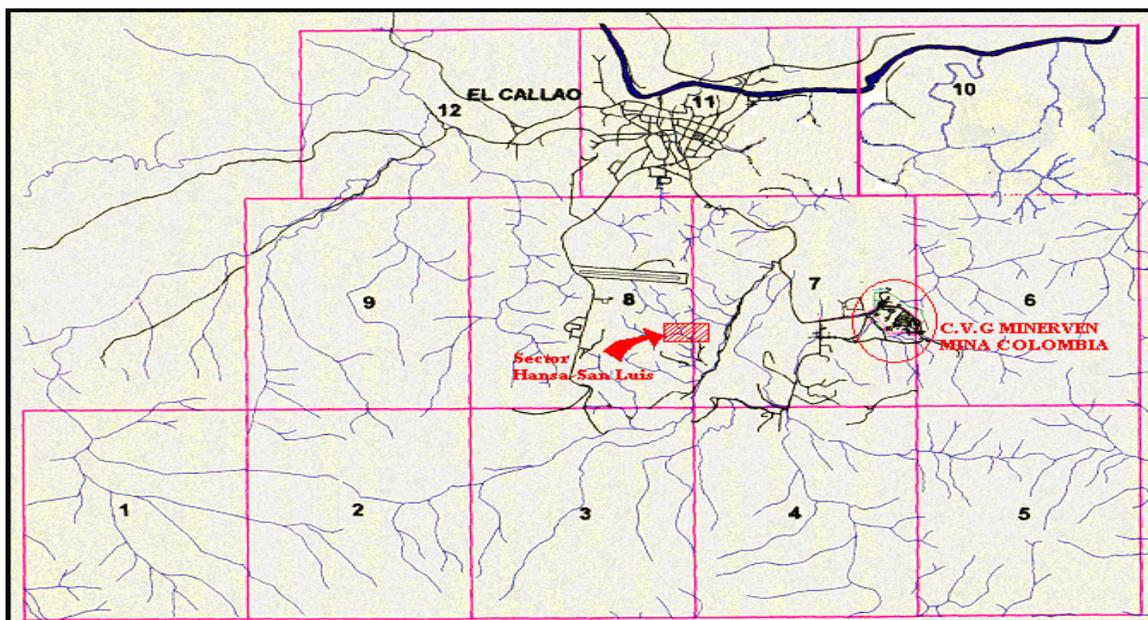


Figura 2.2 Ubicación de Mina Colombia. (C.V.G. MINERVEN 2012).

El acceso al área de estudio se logra por medio de dos vías asfaltadas:

- Desde la población de El Callao por una carretera asfaltada vía hacia mina Colombia, entrando por un camino de tierra que lleva dirección Noreste, a la altura de la quebrada Mocupia.
- Desde el caserío El Perú vía asfaltada hacia la urbanización San Luís, se ubican varias entradas por caminos de tierra.

2.2 Características físico naturales

2.2.1 Clima

A partir de los estudios realizados por C.V.G TECMIN (1.994) en el Proyecto de Inventario de la Región Guayana, utilizando los datos suministrados por la estación meteorológica Puente Blanco perteneciente al Ministerio del Ambiente, ubicado según siguientes coordenadas geográficas: Latitud Norte 7°22'07'' y longitud Oeste 61°49'41'', con una altitud de 180 m.s.n.m entre los años 1971-1990, se obtuvo que las condiciones climáticas promedio anual del área en estudio son las siguientes:

Tabla 2.1 Condiciones climáticas del Área de Estudio. (C.V.G Minerven 2012).

CONDICIONES CLIMATICAS	
Precipitación total media anual	1050 mm
Evaporación total media anual	1743 mm
Temperatura media anual	31.4 °C
Temperatura máxima media anual	35.7 °C
Radiación solar directa y difusa media anual	435 cal/cm. Por día
Temperatura mínima media anual	21.5 °C
Humedad relativa anual	78,5%

La región presenta un clima tropical de sabana (Clasificación de Koeppen), y el período de precipitación en la zona va de Abril a Octubre.

2.2.2 Vegetación

La vegetación de la zona es de tipo bosque seco tropical. Con excepción de aquellas áreas donde se ha desarrollado la actividad minera. (Guilloux, L. 1998).

2.2.3 Topografía

La alineación regional de montañas es predominante Este-Oeste y Norte-Sur, con un relieve promedio de 250 a 300 m.s.n.m. En las cercanías inmediatas se alcanzan alturas de 565 m.s.n.m. (Cerro el Brujo), y cercanos a la mina están los llamados; Cerro El Salto y Cerro El Tigre. Los valles intermontañas alcanzan los 150-175 m.s.n.m. (Guilloux, L. 1998).

2.2.4 Drenaje

Están totalmente controlados por zonas falladas. El río principal es el Yuruari, donde drenan todos los riachuelos y quebradas de la región (Mocupia y La iguana). Este río corre de oeste a este y en las cercanías de El Callao se dirige hacia el sur para drenar en el río Cuyuni. (Guilloux, L. 1998)

2.3 Geología regional

El Escudo de Guayana (EG) se localiza al Sur del Río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela. En el EG afloran rocas tan antiguas como de 3.41 Ga (granulitas y charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como de 0.711 Ga. (kimberlitas eclogíticas de Guaniamo) y diabasas aún Mesozoicas, que registran en buena parte una evolución geotectónica similar a la de otros escudos precámbricos en el mundo, con al menos, ruptura de supercontinentes en 2.4-2.3 Ga (Guayanensis), 1.6-1.5 Ga (Atlántica-Caura/Columbia), 0.8-07 Ga (Rodinia), 0.6-0.5 (Pannotia-Gondwana) y 0.2 Ga (Pangea). (Mendoza, V. 2012).

Durante el Meso y Neoarqueozoico (Orogénesis Guriense 3.70 - 3.41 Ga y Aroensis, o Kenoriana o pre-Transamazónica, 2.78-2.60 Ga), se originaron, bajo un

régimen de muy alto gradiente geotérmico, con zonas de subducción menos pendientes que las actuales, sin eclogitas ni esquistos azules, primitivos Cinturones de Rocas Verdes (CRV) que culminaron con formaciones bandeadas de hierro (BIF), tipo Dos Carajás (Cerro Bolívar y relacionados) y tipo Algoma (El Pao y similares). Esos CRV fueron intrusionados por rocas gabroidesdioríticas a tonalíticas, trondjemíticas y granodioríticas (asociación TTG) que formaron expandidos domos contra apretados sinformes de CRV, que sufrieron politectonometamorfismo (granulitas félsicas y máficas de dos piroxenos con altas temperaturas, del orden 750°C - 850°C y moderadas presiones <8 Kbs). (Mendoza, V. 2012).

Estos terrenos de CRV-TTG primitivos formaban islas y microcontinentes dentro de esos gigantes océanos; pero por deriva y choque se suturaron unos sobre otros, alcanzando altos grados metamórficos, con grandes fallamientos y, en particular, corrimientos, formando fajas tectónicas con litologías, metamorfismos y edades diferentes (La Encrucijada, La Naranjita, Santa Rosa, Ciudad Bolívar, Laja Negra, Cerro Bolívar, etc.) y se adicionaron unas a otras, hasta constituir el espeso cratón Imataca-Kanukú, hacia 2.7-2.5 Ga. (Mendoza, V. 2012).

En el Paleoproterozoico (Orogénesis Transamazónica, 2.3-1.8 Ga) el cratón Imataca-Kanukú se fracturó y separó, formándose entre los bloques en deriva el océano Pastora-Barama-Mazzaruni, donde se produjeron, bajo un régimen de tectónica de placas similar al actual, más evolucionados CRV formados en arcos de islas y cuencas detrás del arco, con rocas predominantes basáltico- komatíticas hacia la base (Formaciones Cicapra y equivalentes) seguidas por rocas transicionales entre komatíticas y toleíticas (Formación Florinda), basandesitas toleíticas y sedimentos pelíticos profundos (Formaciones El Callao, La Cuaima, El Torno, Rio Claro) y rocas volcánicas y volcanoclásticas félsicas hacia el tope (Formación Yuruari, 2.130 M.a) que fueron plegometamorfizadas (Facies Epidoto-Anfibolita y Facies Esquistos Verdes) con y por domos tonalíticos, trondjemíticos, granodioríticos (TTG) y

migmatitas (Complejo de Supamo) e intrusiones sinformes y postectónicas dioríticas y gabroides. (Mendoza, V. 2005).

Hidrotermalismo y politectonismos de edad post-Supamo (2.15 Ga, 2.06 Ga, 1.25 Ga, 0.95 Ga) originaron vetas de cuarzo aurífero hipo y mesotermales en zonas de cizallamiento tipo Motherlode (de tendencias NE, como El Callao, Chile, Chocó; NS, tales como Coacia, Day; NW, como Camorra, San Rafael). (Mendoza, V. 2005).

Las rocas de la Formación Caballape se desarrollaron en una zona de arco de islas que colidieron contra las rocas del anterior arco de islas de Pastora ya incorporado por choque a Imataca. Entre ambas colisiones y el final del cierre oceánico, posiblemente hacia 2.2 Ga, se formó una nueva zona de subducción con un borde continental activo, de un continente relativamente delgado, en el que se originó un efímero arco magmático con intrusiones alcalinas dioríticas a cuarzo-monzoníticas con rocas volcánicas y piroclásticas equivalentes, intermedias andesíticas y areniscas inmaduras arcóicas que rellenaron surcos al momento de la retirada de los mares. (Mendoza, V. 2005).

La zona de contacto o sutura de Imataca+Pastora con Cuhivero se localiza hacia el actual Río Caura y marca una gran discordancia en tiempo (3.41 Ga y 2.2 Ga de Imataca y Pastora versus 1.80 Ga de Cuhivero), en composición y metamorfismo (granulitas, anfibolitas y esquistos verdes de Imataca y Pastora versus rocas sin metamorfismo o con muy bajo grado metamórfico de la Asociación Cuhivero) y tendencias estructurales (tendencias NE de Imataca, NW de Pastora y NE de Botanamo versus NW de Cuhivero) que se denomina Frente Tectónico o Sutura Caura. Esta sutura formó parte del “collage” que dio origen al Supercontinente Atlántica-Caura, al final de la Orogénesis Transamazónica particularizada al Evento Uatumá, hacia 1.78-1.80 Ga. (Mendoza, V. 2005).

Al final del Nickerian (1.2-1.0 Ga), orogénesis equivalente a la de Grenville de Norteamérica, el bloque Imataca+Pastora+Cuchivero+Parguaza y Roraima colidió con el bloque Garzón-Jari Falsino de Colombia y Brasil, produciéndose la sutura Río Negro-Atabapo- Orinoco, formando parte del supercontinente Rodinia, con reactivación de antiguas fallas (Parguaza, Suapure, Cabruta, Caura, Caroní), desarrollo de metamorfismo de bajo grado, retrógrado, con formación de pseudotaquilitas en la Falla de Guri. (Mendoza, V. 2005).

Hacia los 540 Ma se fueron aglutinando los fragmentos de Rodinia, formando un nuevo supercontinente denominado Gondwana, el cual colidió con otro supercontinente, al norte, conocido como Laurentia hacia 275 Ma cerrándose el Océano Iapetus y dando paso a la formación del supercontinente Pangea. Hacia unos 200 M.a. se inició el fracturamiento de la Pangea, la separación de África de Sur América, dando origen al Atlántico, con la última reactivación de la Falla de Guri, actuando como falla transcurrente en zona continental y como falla de transformación en áreas oceánicas. A través de la Falla de Guri y de las fallas paralelas y subparalelas a ella (Fallas Guasipati, Laguna, etc.) en el Escudo de Guayana se emplazaron rocas toleíticas máficas y ultramáficas. (Mendoza, V. 2005).

El Escudo de Guayana permaneció estable desde entonces con levantamientos isostáticos, dejando algunos grabens con depósitos de sedimentos de arenas con gas, de edad Terciario, como los de Guyana. (Mendoza, V. 2005).

El EG se compone de las provincias geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima que forman parte del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sur América, el cual se extiende por el Norte de Brasil, las Guayanas, remanentes precámbricos de Colombia y de Bolivia, y estaba unido a Laurentia-Báltica hasta hace 750 Ma y a África Occidental hasta la ruptura de la Pangea, hace unos 200 Ma. (Mendoza, V. 2012).

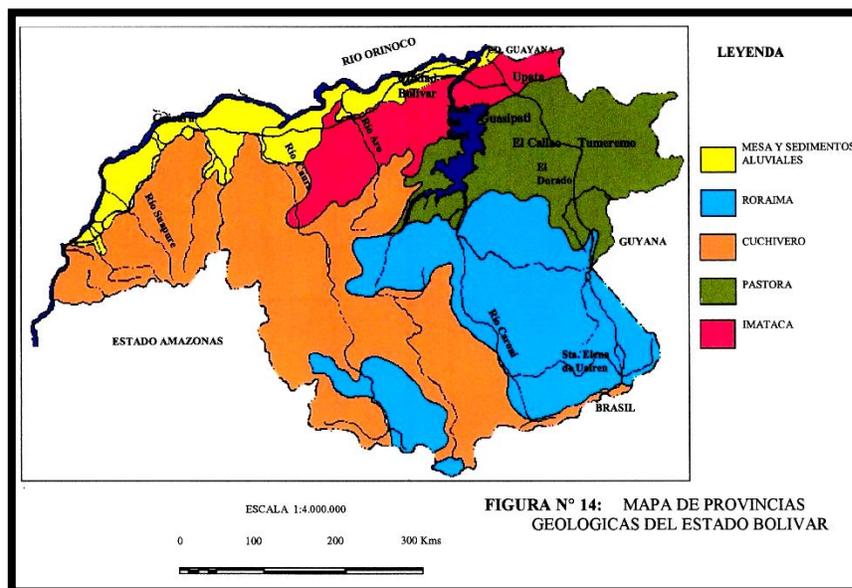


Figura 2.3 Provincias Geológicas del Escudo de Guayana. (Mendoza V., 2005)

2.3.1 Provincia Geológica de Imataca (PI)

La PI se extiende en dirección SW–NE desde las proximidades del río Caura hasta el delta del Orinoco y en dirección NW-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Guri por unos 550 Kms y 80 Kms, respectivamente. No hay razones para que Imataca no se extienda al norte del Orinoco, ni al oeste del río Caura, y por supuesto en tiempos pre-disrupción de la Pangea a Africa occidental. Algunas compañías petroleras que perforaron la faja del Orinoco al comienzo de los años 1980 encontraron rocas de alto grado metamórfico al norte del río Orinoco. Sin embargo, rocas similares a la del complejo de Imataca no han sido observadas al oeste del río Caura y esto se interpreta como que tal río marca el límite de borde continental próximo a una zona de subducción; o representa una corteza siálica parcialmente asimilada y parcialmente cubierta por las intrusiones del grupo Cuchivero y del granito Rapakivi de el Parguaza. (Mendoza, V. 2012).

Litológicamente la PI está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%), y cantidades menores complementarios de formaciones bandeadas de hierro (BIF), dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales de menos metamorfizados y más jóvenes CRV-TTG gnéisicos. (Mendoza, V. 2012).

2.3.2 Provincia Geológica Pastora (PP)

La provincia de Pastora se extiende desde la falla de Guri al Norte hasta las proximidades del parque nacional Canaima al sur (Km 95 carretera el Dorado-Santa Elena), por el este hasta los límites con la Zona en Reclamación del Esequibo y al Oeste hasta el río Caura. Los mismos comentarios sobre su posible extensión al Oeste del Caura que se hicieron sobre la PI son válidos para la PP. (Mendoza, V. 2012).

La PP o provincia del oro, está formada por CRV, delgados, más antiguos, tectonizados, tipo Carichapo y CRV, más anchos jóvenes y menos tectonizados y menos metamorfizados, tipo Botanamo y complejos graníticos sódicos, como el complejo de Supamo, siendo toda la secuencia intrusionada por granitos potásicos o “sensu estricto”, dioritas y rocas gabroides con escasos y no bien definidos complejos máficos – ultramáficos, ofiolíticos o no, tipo Yuruan-Uroy, Nuria e intrusiones de diques y sills de diabasas y rocas asociadas norítico-gabroides con algo de cuarzo. Los CRV más antiguos muestran tendencias estructurales próximas a NS (N10°E a N20°W), mientras que los CRV más jóvenes casi siempre muestran tendencias estructurales en ángulo recto con las anteriores, próximas a E-W (N70°-80°E). El choque de estas dos tendencias y de ambos tipos de CRV puede observarse claramente en imágenes de radar que cubren la zona del río Marwani, quedando más

detallado en los estudios de CVG Tecmin CA-USGS (Salazar y otros, 1989 en Mendoza, V. 2012).

2.3.3 Provincia Geológica Cuchivero (PC)

La Provincia Cuchivero parece extenderse hacia el Sur-Sureste en el lado Este del Estado Amazonas, formando gran parte de las rocas del no diferenciado Proterozoico, según Sidder y Mendoza (1995) y continuar en Brasil como la Provincia Ventuari-Parima-Tapajós.

Las provincias Imataca y Pastora, aflorantes al Este del Río Caura, están en contacto discordante y de falla, denominado Frente Tectónico Caura, con la provincia Cuchivero, aflorante, mayormente, al Oeste del Río Caura, que es la zona de encuentro o choque de tres provincias geológicas, con rocas, metamorfismos, tendencias estructurales, recursos minerales y edades completamente diferentes, y de ambientes geotectónicos contrastantes. (Mendoza, V. 2012).

Durante el paleoproterozoico tardío a mesoproterozoico rocas intrusivas a volcánicas félsicas calcoalcalinas y rocas sedimentarias intrusionaron y se depositaron, respectivamente, sobre un basamento de CRV- granitos sódicos asociados, en las partes sur, centro y occidente; y probablemente del complejo de Imataca, en la parte norte-noreste del escudo de Guayana en Venezuela, después de la orogénesis transamazónica. Esta provincia Cuchivero incluye rocas volcánicas riolíticas y asociadas, comagmáticas con granitos calcoalcalinos del grupo Cuchivero; areniscas, conglomerados, limolitas, tobas y lutitas del grupo Roraima; sills, diques, apófisis, stocks de rocas diabásicas-gabronoríticas cuarcíferas de la asociación Avanavero y el granito Rapakivi de el Parguaza y rocas y complejos alcalinos como el de la Churuata asociados, así como intrusiones de carbonatita de cerro Impacto, lámprofiros y kimberlitas eclogíticas de Guaniamo. La provincia Cuchivero parece

extenderse hacia el sur-sureste en el Estado Amazonas, formando gran parte de las rocas del no diferenciado proterozoico según Sidder y Mendoza (1995).

Mendoza en el área del río Suapure definió la sección más completa de la provincia de Cuchivero con el nombre de supergrupo Cedeño (SC) formado por el grupo Cuchivero (formación Caicara, granito de Santa Rosalía, granito de San Pedro y granito de Guaniamito), metabasitas y el grupo Suapure (granito de Pijiguo y granito Rapakivi de el Parguaza). Discordantemente sobre el supergrupo Cedeño yacen rocas sedimentarias del grupo Roraima. (Mendoza, V. 2012).

2.3.4 Provincia Geológica Roraima (PC)

Se extiende desde los límites del parque nacional Canaima hacia el Km 95 cerca de la Piedra de la Virgen, hasta Santa Elena de Uairén en dirección norte sur y desde el río Venamo hasta las proximidades del río Paragua. Está compuesta por rocas del Grupo Roraima, con diabasas y rocas gabronoríticas cuarcíferas a dioríticas cuarcíferas de la Asociación Avanavero. Las rocas de esta provincia no presentan marcado tectonismo (sinclinales suaves muy abiertos y de muy bajo buzamiento), con algún fallamiento, incluso fallas de arrastre como en el Tepuy de Parú, frente a kakurí, alto Ventuari en el estado Amazonas, relacionados a la orogenia Nickeriana y de levantamientos epirogénicos (Mendoza, V.2012).

Las rocas de Roraima no muestran metamorfismo regional. Solo se registra metamorfismo de contacto (andalucita) de rocas de Roraima con granitos intrusivos, post- 1450 Ma, y de rocas máficas de la asociación Avanavero; aunque Urbani (1975) postuló un metamorfismo de carga (pirofilita) en algunas localidades de alto Caura posiblemente donde el grupo Roraima alcanzó otros 3000 m adicionales de sedimentos actualmente erosionados. (Mendoza, V.2012).

2.4 Geología local

El Distrito Aurífero de El Callao, está ubicado en el importante Cinturón de Rocas Verdes de Guasipati, perteneciente al Proterozoico Inferior. Este cinturón tiene una orientación Norte – Sur sobre 180 km de longitud con un ancho de 30 a 40 km, y está en contacto al norte con la Provincia de Imataca a través de la Falla de Guri, y al Sur, por la zonas de Fallas de Chinacán con el Complejo Supamo; y más al Sur desaparece bajo las formaciones del Grupo Roraima (Guilloux, L. 1998).

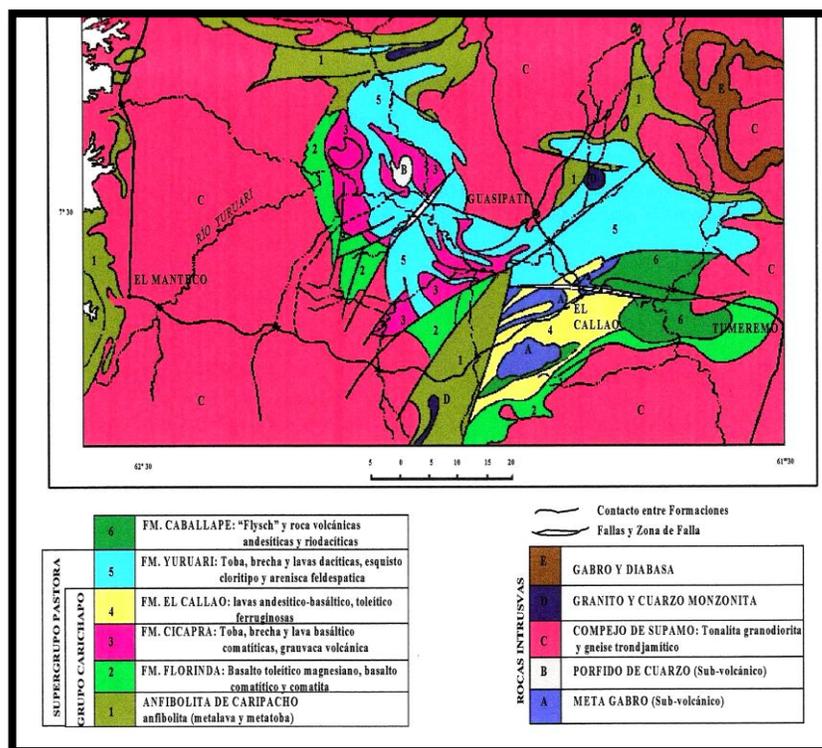


Figura 2.4 Cinturones de rocas verdes de la región de Guasipati -El Callao (Menéndez, A. 1968 en Mendoza, V. 2012)

Los depósitos litológicos mayores son volcánicos ultramáficos a félsicos y del tipo volcano-sedimentario subordinados con intrusiones máficas a félsicas de

diferentes edades, formando así una unidad litoestructural llamada Supergrupo de Pastora, el cual en su parte basal es el Grupo Carichapo, la Formación Yuruari, y en la parte superior, la Formación Caballape del Grupo Botanamo. (Korol B, 1965) (Menéndez A., 1968-1972)

Según Menéndez (1992), el Grupo Carichapo está constituido de base a tope, por la Anfibolita de Carichapo, y en orden sucesivo ascendente por las formaciones Florinda, Cicapra y El Callao.

La Formación El Callao tiene más de 3.000 m de espesor y está litológicamente formada por casi exclusivamente lavas basálticas, bajas en potasio y altas en hierro, a flujos de lavas andesíticas con un predominio transicional entre ambas, basandesitas, con estructuras almohadilladas altamente espilitizadas, con cantidades menores de brechas de flujo al tope, levemente metamorfizadas, BIF o cuarcitas y cherts ferruginosos y manganesíferos; y esquistos talcosos o basaltos komatíticos-toleíticos aparecen en pequeños volúmenes en algunas localidades. Cerca del contacto de las rocas de El Callao con las rocas graníticas del Complejo de Supamo, presentan hornblenda color azul-verdosa y plagioclasa andesina de facies Anfibolita y a medida que nos alejamos del contacto observamos esquistos de color verde más claro, con clorita y albita, de la Facies Esquistos Verdes. (Mendoza, V. 2005)

Cabe resaltar que para Mendoza, V. (2012) Estas supuestas unidades “litoestratigráficas de los CRV” presentan contactos tectónicos, son alóctonas, han sufrido traslados y colisiones tectónicas, presentan metamorfismo de Facies de los Esquistos Verdes y Facie Anfibolítica parte inferior, y por lo tanto, hasta donde no se identifique el carácter bien definido estratigráfico de sus unidades, se prefiere y recomienda utilizar unidades litodémicas y terrenos para ellas. Se usan unidades litoestratigráficas siempre que sus características estratigráficas primarias sean preservadas o reconocidas. El autor propone eliminar la nomenclatura estratigráfica

de Supergrupo, Grupo, Formación para las rocas ígneas y metamórficas de los CRV y sustituirla por las unidades equivalentes litodémicas,

CRV de Guasipati-El Callao (Paleoproterozoico): Una discusión.

Asociación Carichapo (en lugar de Grupo Carichapo) compuesta de:

- Metalava basáltica-tholeiítica de El Callao y
- Metalava basáltica-comatiítica de Florinda (en lugar de “Formación El Callao” y Formación Florinda”, respectivamente) por ser ambos conjuntos litológicos comagmáticos y poseer contactos no estratigráficos sino tectónicos.

Cuando estos dos litodemos no se pueden identificar en campo y sólo se reconocen meta-lavas anfibolitizadas, se debe utilizar el litodemo Metalava anfibolitizada de Carichapo.

- Terreno Cicapra: formado de metalavas basáltico-comatiíticas y meta-lavas basálticas con meta-sedimentos (en lugar de “Formación Cicapra”) por no ser partes co-magmáticas, y estar adicionadas o yuxtapuestas unas unidades a otras.
- Esquistos y metatobas de Yuruari o Terreno Yuruari, en lugar de “Formación Yuruari”, por presentar contactos tectónicos.

Hasta que una nueva edición del Léxico Estratigráfico de Venezuela revise y convalide los CRV de Guayana y sus unidades constituyentes, cada autor puede y debe utilizar las unidades que considere más apropiadas a cada caso, es decir, mantener las “clásicas unidades litoestratigráficas” para rocas volcano-metamórficas

de los CRV de Guayana, o utilizar unidades litológicas o litodémicas, si los contactos y posiciones relativas son alóctonas, complejas o falladas. (Mendoza, V.2012)

Es importante mencionar que en la inmediaciones de El Callao no se conoce la presencia de algún pluton de dimensiones regionales, sin embargo se han identificado diques de felsita y pórfidos de feldespato cortando a las rocas de la Formación El Callao; ello hace suponer la existencia de una fuente de calor a poca profundidad, posible generadora de la energía necesaria para originar la actividad hidrotermal. (GEOCONSULTA C.A.1987)

<u>CRV GUASIPATI-EL CALLAO (¿Paleoproterozoico ?)</u>		
Dique Laguna	→	Dique de diabasa y norita Laguna: 8.2
Formación Caballape	→	Formación Caballape: 2.5
Formación Yuruari	→	Esquistos y metatobas de Yuruari o Terreno Yuruari: 2.4
Formación El Callao	→	Metalavas basáltico tholeiíticas El Callao: 2.3.3
Formación Florinda	→	Metalavas basáltico-comatiíticas Florinda: 2.3.2
Formación Cicapra	→	Terreno Cicapra o Complejo meta-volcanosedimentario Cicapra: 2.3.1
Supergrupo Pastora	→	se sugiere no usar este término ni su equivalente Superasociación Pastora
Grupo Carichapo	→	se recomienda Asociación Carichapo, sin Cicapra: 2.3
Basamento: Complejo de Supamo	→	Complejo granítico TTG Supamo: 2.2

Figura 2.5 Propuesta de unidades litodémicas en el CRV Guasipati-El Callao. (Mendoza, V., 2012)

En un estudio inicial realizado por el Profesor Germán Velásquez (2010), las rocas volcánicas de la Formación El Callao han sido caracterizadas como basaltos toleíticos ricos en hierro, los cuales muestran patrones planos en cuanto a elementos de tierras raras y elementos de alto campo de esfuerzo (HFSE), se refiere. A partir de los datos geoquímicos obtenidos, incluyendo especialmente el comportamiento químico del Nb y los valores positivos calculados para el Ndi (entre +0,67 y +2,7), se ha podido determinar que los basaltos de la Formación El Callao fueron formados en un ambiente tectónico de plateau oceánico. Adicionalmente, se estableció que el

magma a partir del cual fueron generados los basaltos proviene de una fuente del manto correspondiente a una pluma mantelar, específicamente de la periferia de la cabeza de la pluma y fueron emplazados sin algún tipo de contaminación cortical. (Velásquez, G. 2010)

En dicho estudio, se puso en evidencia la presencia de basaltos toleíticos ricos en hierro. Dichas rocas representan el primer ejemplo, para todo el Escudo de Guayana (Parte norte del Cratón amazónico de Suramérica), de basaltos generados a partir de una fuente mantelar primitiva en un ambiente tectónico de plateau oceánico. (Velásquez, G. 2010)

Los basaltos originados en un ambiente tectónico de plateau oceánico, a partir de pluma mantelar, representan la clave para explicar la formación de yacimientos auríferos orogénicos considerados como gigantes, ya que: 1) las plumas mantelares son originadas en el límite manto-núcleo y, por lo tanto, pueden transportar magmas enriquecidos en oro hacia la corteza superior y 2) durante la acreción de los plateau oceánicos contra las masas continentales, material más caliente del manto es puesto en contacto con material cortical, causando la pérdida de volátiles por parte de la corteza y fusión de la misma, procesos que son considerados como el inicio de la formación de depósitos orogénicos gigantes. (Bierlein y Pisarevsky. 2008 en Velásquez, G. 2010)

Es importante tener en cuenta que muchos de los yacimientos auríferos, a nivel mundial, clasificados como gigantes han sido formados esencialmente durante periodos, en la historia de la Tierra, donde la actividad volcánica originada a partir de plumas mantelares han producido episodios de gran crecimiento listosférico en márgenes continentales activos (GROVES ET AL., 2005).

Gracias a los trabajos del Profesor Velásquez se demostró que los basaltos de la Formación El Callao fueron originados a partir de los eventos anteriormente mencionados, lo cual implica, a partir de la discusión antes expuesta, que dichas rocas son potencialmente fértiles en relación a las concentraciones de oro, lo cual es consistente, y explica, la presencia de yacimientos auríferos gigantes en el Distrito Aurífero de EL Callao. Las características determinadas para la roca caja (basaltos de la Formación El Callao), hace mucho más interesante y ayudara a la formulación de modelos de exploración para otros prospectos en todo el CRV de Guasipati-El Callao. (Velásquez, G. 2010)

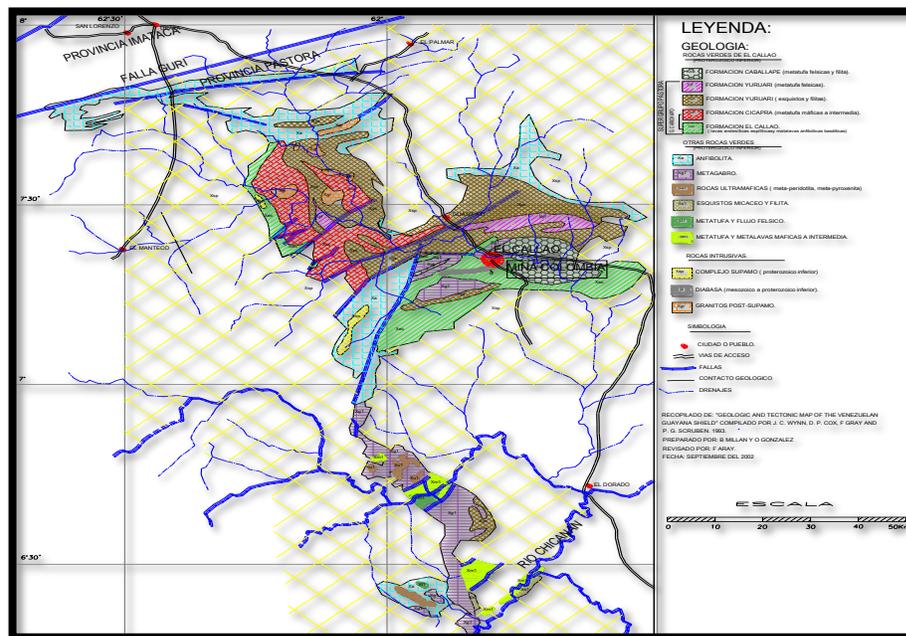


Figura 2.6 Geología de la región de El Callao. (C.V.G. MINERVEN 2012).

2.5 Geología de la Mina Colombia

Mina Colombia, al igual que los principales depósitos de oro del Distrito aurífero de El Callao corresponde, al tipo quartz-carbonate vein deposits (Depósitos

de vetas cuarzo carbonaticos), según la clasificación de los yacimientos auríferos asociados a los CRV de edad proterozoica (Robert, F y Howard Poulsen, K. 1994).

Las vetas de cuarzo aurífero orogénico intrusivos en los CRV son de bajo contenido en sulfuros, aunque, en general, el tenor se asocia con la abundancia y tipo de pirita presente, además de algunos minerales de alteración (ankerita y sericita, principalmente). Son muchísimos los ejemplos de estos tipos, entre los que se destacan las vetas de cuarzo aurífero de la Mina Colombia. (Mendoza, V.2012)

La mayor ganga se compone de cuarzo, adicionalmente con Albita, Ankerita y Turmalina. El yacimiento aurífero está compuesto principalmente de pirita, con solamente cantidades menores de otros sulfuros (Calcopirita, Pirrotita y Arsenopirita). (Franfurt y M, 2002).

Las estructuras macroscópicas observadas en el yacimiento indican que son poliascendente, y de acuerdo al origen de todas estas vetas que contiene, podemos clasificarlas como yacimiento epigenético, del tipo hidrotermal del alcance mesotermal a epitermal, en el cual las soluciones liquido-gaseosas mineralizaron a presión media a temperaturas que variaron de 300°C a 50°C; estas soluciones hidrotermales rellenaron las fisuras preexistentes; de ello se deduce que la forma típica de estos yacimientos es filoneana, de rumbo, buzamiento y potencia ampliamente variable. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

Tabla 2.2 Mineralogía de las Vetas y Vetillas de cuarzo. (Guilloux, L., 1997)

Mineralogía de las Vetas y Vetillas de Cuarzo Aurífero		
Minerales	Aspecto	Textura
Cuarzo	Color blanco, lechoso, gris azulado, masivo, brechado y triturado.	Enjambre de vetas formadas por diferentes inyecciones de cuarzo blanco, gris y azul.
Carbonatos (calcita y dolomita)	Grano fino a medio, disseminado.	Presencia de vetillas de carbonatos de cuarzo, albita, sericita y pirita.
Plagioclasa	Grano medio disseminado.	Disseminado en la veta.
Sericita	Grano medio.	Disseminado o al contacto con las rocas caja.
Pirita	Grano fino. Grano grueso, bien cristalizada.	Localmente la pirita aparece en forma intersticial.

La composición general aproximada de las vetas es de: cuarzo 2% - 50% carbonatos 1%-60%, plagioclasas 1% - 8%, comúnmente la albita, Oro 12gr/t aproximadamente; con tamaño de partículas fluctuando de 0,001mm a 0,05mm. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011)

Tabla 2.3 Composición mineralógica de las rocas. (C.V.G. MINERVEN 2012).

Tabla 2. 4 Composición mineralógica de las rocas	
Cuarzo	2 – 50 %
Carbonato	Hasta 60 %
Plagioclasa	Hasta 8 %
Sericita	Aproximadamente 12 %
Pirita	Variable de unos 0,2mm de tamaño
Oro	Varía considerablemente en tamaño desde 0,001mm a 0,05mm, frecuentemente asociado con la pirita.

De acuerdo con los estudios realizados en Minerven, se llegó la conclusión de que la roca caja sufrió alteraciones hidrotermales, mostrando intensa propilitización con desarrollo de cloritas, calcita epidota; se observan también la silicificación, sericitización y cloritización; forman las aureolas de contactos y mineralización diseminada, que disminuye poco a poco en su periferia (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

Tabla 2.4 Petrología de las rocas en la Mina Colombia (C.V.G. MINERVEN 2012).

Feldespato	20 – 45 %
Cuarzo	2 – 15 %
Clorita	10 – 45 %
Carbonato	1 – 40 %
Epidoto	Hasta 30 %

La mina Colombia es un yacimiento de oro primario. Como mineral principal se tiene el oro que se encuentra en forma nativa, y en solución sólida asociada a la pirita, calcopirita, bornita y esfalerita; se le encuentra también en zonas silicificadas y de carbonatos. La presencia de oro se puede asociar a tres tipos morfológicos, según Acuña, (1991) en Ferrer, Y. (2011):

1. Veta masiva de cuarzo aurífero, en la que se encuentra el oro libre diseminado en el mineral de ganga en partículas de 2 milimicras aproximadamente.
2. Vetas de cuarzo con pirita aurífera, en las que el oro se encuentra en las grietas y alrededor de las piritas.

3. Oro en pirita asociado a metalavas en zonas de cizallamiento.

La ocurrencia del oro en las vetas Colombia y América se halla de dos maneras: en forma libre y oro asociado a la pirita; sin embargo, el mayor porcentaje está en la pirita fina o masiva. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

La alteración hidrotermal de la roca caja, hizo que se desarrollara la clorita y la calcita; la presencia de carbonatos indican la acción de fluidos hidrotermales ricos en CO₂ como principal agente mineralizador. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

2.5.1 Principales estructuras presentes en la Mina Colombia

El complejo sistema de fallas que se presenta en la mina Colombia está compuesto por: Falla Gloria, Falla Isbelia, Falla Maria y Falla Sur.

- ✓ Falla Gloria: es definida como una falla inversa siniestral de ángulo bajo, ubicada al Este de la mina, de tal forma que afecta el comportamiento de la veta América y veta Colombia, presenta buzamiento 45° NE, con azimut N150°.
- ✓ Falla Isbelia: es una falla inversa ubicada a 270m al Este de la falla Gloria con un rumbo aproximado de N10°W, de buzamiento aproximado de 40° hacia el Este. Está constituida de cuarzo, clorita, sericita, etc.
- ✓ Falla Santa María: se presenta al Oeste de la mina como una falla inversa dextral, desplazando a las vetas Colombia y América hacia el Norte. Tiene dirección azimutal desde el nivel 1 hasta el nivel 4 de N175°-180° con

buzamiento de 45° - 50° NE, a partir del nivel 5 es donde existe un cambio en su dirección a consecuencia de la rotación sufrida por la falla, su dirección cambia a N 150 - 160 con un buzamiento aproximado de 50° - 75° NE.

- ✓ Falla Sur: es la que marca el límite Oeste de la mina Colombia, presenta una dirección N 140° - 160° .

Estas fallas se encuentran localmente brechadas y rellenas con vetas de cuarzo que empobrecen en potencia y riqueza hacia el sur de la falla. Entre algunas de estas vetas se encuentran:

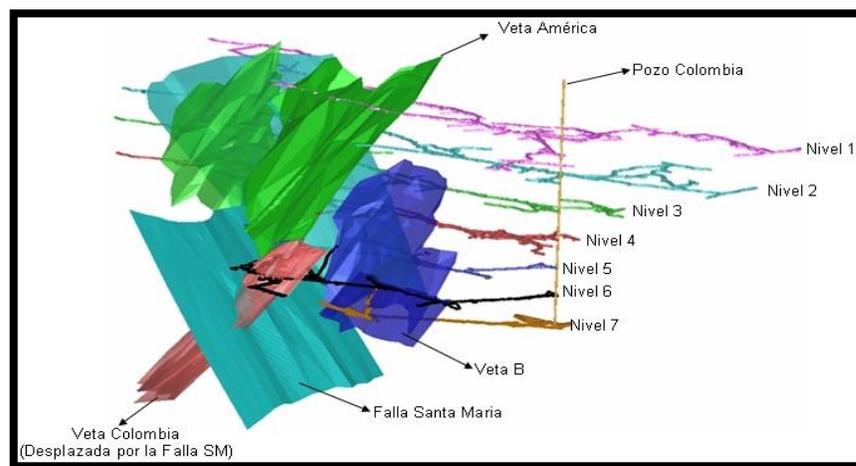


Figura 2.7 Principales estructuras de Mina Colombia. (C.V.G. MINERVEN 2012).

2.5.2 Veta Colombia

Es considerada como la estructura principal; los desarrollos de las galerías se realizaron sobre esta, especialmente al Oeste, esta veta está constituida de cuarzo lechoso, carbonatos y clorita en pocas proporciones con potencias que varían de 1 a 8m. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011). Corresponde a un enjambre continuo y muy complejo de vetas y vetillas de cuarzo, carbonatos y sulfuros que tienen una dirección general de N50°-70° con Buzamiento Sur de 35°-50°. Este sistema se única dentro de una zona de cizallamiento N 50°-70° con buzamineto Sur de 75°, el cual corta y es paralela al Sistema America-Mocupia precedente. (Guilloux, L. 1998)

Las andesitas encajantes son foliadas sobre 1.0 a 2.0 m., y muestran una alteración hidrotermal con neoformacion de carbonatos, de epidoto, de clorita, y espacialmente de sulfuros; piritita de grano grueso y piritita fina diseminada, en masa compactada, o en niveles y lentejones centimétricos paralelos a la foliación inicial. (Guilloux, L. 1998)

2.5.3 Veta América-Mocupia

El alineamiento de las Vetas América-Mocupia se presenta como la misma estructura mineralizada, la más antigua la cual ha sido cortada posteriormente por la Veta Colombia. Esta estructura tiene una dirección media de N40° a N60°, con buzamiento variable de 35° a 50° al sur. Está emplazado dentro del accidente mayor de tipo “shear zone” el cual presenta una foliación discordante de dirección N60° a N70° con buzamiento de 70° a 80° S, que se ha desarrollado dentro de una zona de 30 a 40 m. de espesor. (Guilloux, L. 1998)

La veta América y la veta Mocupia tienen un espesor de 1.0 a 5.0., y están compuestas por un enjambre complejo de vetas, vetillas y lentejones de cuarzo,

carbonatos y sulfuros de dirección paralela u oblicua a la dirección general de la estructura. (Guilloux, L. 1998)

Localmente se observan algunos bloques y lentejones de lava andesíticas que presentan fenómenos de alteración hidrotermal y asimilación parcial. La veta presenta un aspecto bandeado sobre todo su espesor, está constituida por alternancia de niveles centimétricos de argilitas con clorita negra a verde oscuro, niveles de cuarzo fino, niveles de chert (10-40 cm. De espesor). (Guilloux, L. 1998).

2.5.4 El Bolsón

Es un cuerpo de mineralización masiva, que pudo ocurrir por una mayor cantidad de fluidos mineralizantes en vías de cristalización; por la actividad tectónica de la zona, se crearon condiciones favorables de porosidad y permeabilidad secundaria, para su deposición. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

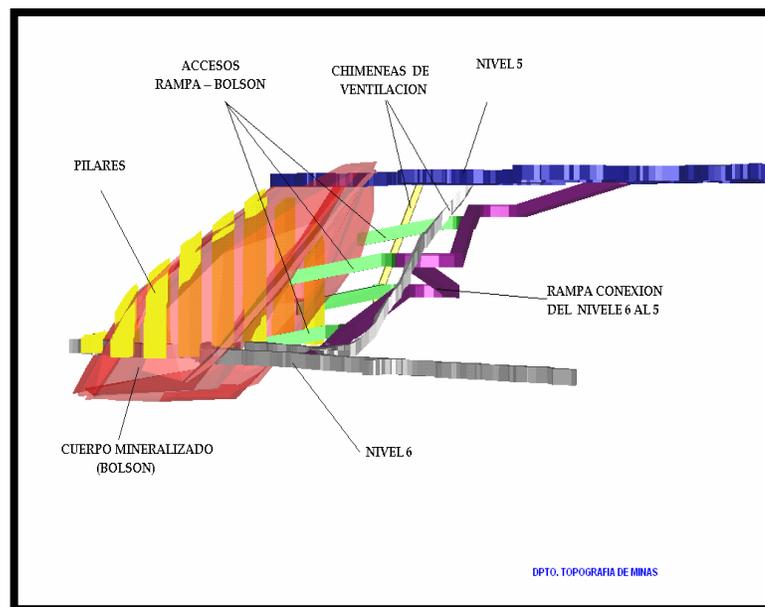


Figura 2.8 Bolsón. (C.V.G. MINERVEN 2012).

Estratégicamente a este cuerpo se le ha denominado Bolsón y se localiza a partir del nivel 5 de la mina Colombia, dentro de él se encuentra un cruce de vetillas o enjambre de vetillas que forman el llamado Stockwork, debido al intenso y complejo fracturamiento, El Bolsón es una amplia zona de alta dilatación o zona de cizalla, estas estructuras (vetillas) se originaron gracias al producto de las soluciones hidrotermales que se emplazaron por los planos de debilidad (fallas, diaclasas, fracturas) como canales de alta permeabilidad, que permitieron la circulación a través de un sustrato químicamente reactivo que favoreció a la precipitación de esta mineralización, mediante una serie de reacciones metasomáticas que originaron las diferentes mineralizaciones. Todas las vetillas presentan una tendencia o sistema principal próximo a los N30°-45°E, y una inclinación hacia el 30°-60° NW y espesores de hasta 10cm. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

En el bolsón no solo se presenta vetillas de cuarzo o enjambres de vetillas, también existen precipitaciones de sulfuros (pirita, calcopirita), estas son zonas altamente mineralizadas de color gris claro en algunos sectores y gris oscuro en otros. La pirita se observa en gran proporción, es de color amarillo latón entre un 30 a 35% y en pequeñas secciones casi masiva, se observa también el cuarzo masiva de color blanco lechoso en un 10 a 15%. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

Las características macroscópicas que se observan en la roca que contienen la mineralización como el color gris oscuro y su textura, indican un aumento en los minerales ferromagnesianos, por lo que se deduce un cambio en la roca caja, de una roca basandesita a una roca basáltica-andesítica-toleítica. (Minerven 2012 en Ferrer, Y. 2011).

2.5.5 Dique Laguna

Más joven que las vetas y fallas, es de composición Diabásica y corta algunas estructuras mineralizadas, debido a su formación post-mineral. El Dique Laguna no aflora muy bien, se puede observar solamente alineamientos en bloques erráticos, principalmente al Este cerca de la empresa CVG Minerven, pero en la mina Colombia se encuentra en diferentes galerías de explotación que lo cortan varias veces. Su espesor es muy regular, de 60 a 80m. Y muestra un rumbo $N85^{\circ}$ con buzamiento vertical a 85° S. su mineralogía es constante, la cual está compuesta de: plagioclasas, calcita, hipersteno, clinopiroxeno, anfíbol verde, magnetita y pirita. (Guilloux, L. 1998)

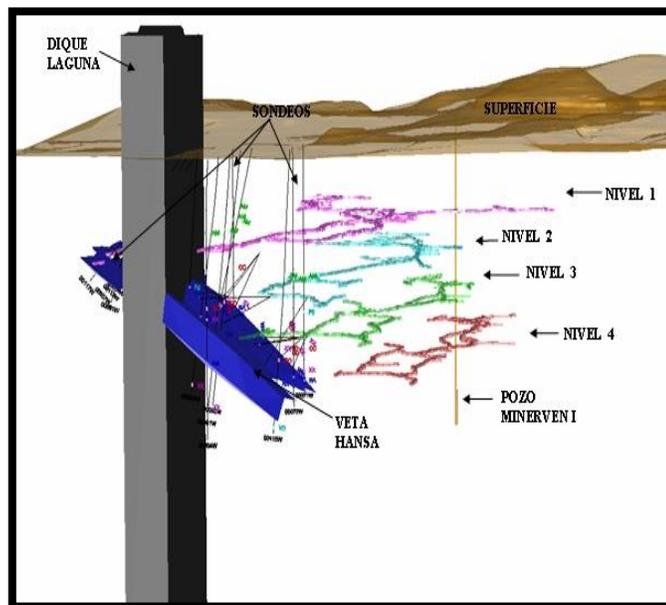


Figura 2.9 Dique Laguna. (C.V.G. MINERVEN 2012).

Localmente, en el cruce de las estructuras mineralizadas, se observa una removilización con zonas de brecha, diaclasas, lentejones y una disseminación de cuarzo con carbonatos y pirita. El Dique Laguna, de edad posiblemente Ordovícico (Hagraves, 1968), posterior a los últimos eventos mineralizantes, sigue el corredor de cizallamiento principal del Lineamiento Norte. Su buzamiento es vertical, muy

diferente a las estructuras mineralizadas, las cuales presentan un buzamiento hacia el Sur. (Guilloux, L. 1998)

2.5.6 Relación de la pirita con el Oro:

Dentro del yacimiento, el oro se encuentra asociado generalmente a la pirita. El oro ha sido observado de dos maneras: como inclusión, dentro de los cristales de pirita y rellenando las fracturas entre los cristales de pirita (ver fig. 13), producto de los distintos eventos de deformación. (Velásquez, G. 2010).

Existen tres procesos principales que pueden afectar el tamaño de grano en depósitos de sulfuros deformados y/o metamorfizados (tomado de Barrie et al. 2010 en Velásquez, G. 2010):

1. Tamaño de grano inicial, desarrollado durante el proceso de cristalización.
2. Incremento en el tamaño del grano del cristal durante el metamorfismo progresivo.
3. Reducción del tamaño de grano, como resultado del comportamiento frágil de los granos de pirita y el metamorfismo cataclástico que pueden sufrir dichos cristales.

Se ha podido establecer que en cada uno de los eventos de cristalización de pirita, ha estado asociado un evento de mineralización aurífera, el cual pudo haber ocurrido antes o al mismo tiempo que la formación de la pirita, dado que los granos de oro se encuentran como inclusiones. Mediante la utilización de los elementos trazas, se han determinado tres generaciones de pirita, una primera generación pobre en As, una segunda generación rica en As y una tercera generación pobre en As. (Velásquez, G. 2010).



Figura 2.10 Izquierda. Cristal de pirita con oro como inclusión / Derecha. Oro contenido en las fracturas entre pirita. (Velásquez, G. 2010).

2.6 Reseña histórica

MINERVEN es una empresa aurífera constituida el 4 de Febrero de 1970 mediante capital mixto (privado, extranjero y estado), para 1973 mediante títulos mineros otorgados por LA CORPORACION VENEZOLANA DE FOMENTO obtiene 12 concesiones auríferas denominadas MINERVEN-1 hasta MINERVEN-12 de 500 hectáreas cada una, todas ubicadas en el Municipio El Callao del Estado Bolívar. En 1974 la Corporación Venezolana de Fomento adquiere la totalidad de las acciones de MINERVEN quedando la compañía en poder del Estado Venezolano.

Entre 1973 y 1980 se realizaron los trabajos de profundización del pozo “Colombia”, el cual cuenta actualmente con una profundidad de 479 metros y consta de siete (7) niveles. Igualmente se construyó la planta de tratamiento “Caratal”, la cual tiene una capacidad instalada de 700 t. /día y procesa mena con un tenor promedio de 11 gr/t. El período de 1980–1984 se caracterizó por el inicio de los

trabajos de exploración y explotación, alcanzando la planta una producción del 29% de su capacidad nominal, resultado de problemas de diseño y operativos. Para este periodo se produjeron 2.045,8 Kg.

A finales de 1984 y durante 1985 se intensificaron las labores de geología y perforación de la mina, llevándose a cabo ajustes en la planta de procesamiento para incrementar el tonelaje tratado y el porcentaje de recuperación del oro, adquiriendo nuevos equipos de acarreo, partes y repuestos que garantizaron una operación continua. Asimismo se destinaron recursos técnicos y financieros a la actividad exploratoria, lo cual permitió que las reservas probadas en la Mina Colombia pasaran de 172.000 toneladas al cierre de 1984 a 2.228.373 al finalizar el año 1995 con un tenor promedio ponderado de 12,7 gramos por tonelada. De igual forma las reservas totales pasaron de 1.548.200 a 6.229.843 toneladas con un tenor de 11,9 gramos por tonelada. En 1988 se acordó mediante asamblea de accionistas la denominación de la empresa bajo el nombre de CVG Compañía General de Minería de Venezuela, CVG MINERVEN C.A.

En 1990 con un crecimiento sostenido de sus ganancias se decide a reinvertir mediante proyectos propios en 11 concesiones conocidas como La Increíble, Choco y Gloria, ubicadas en los municipios Roscio y El Callao. Para 1994 CVG VENORCA se fusiona completamente con CVG MINERVEN, para dar paso a lo que se conoció como Planta El Perú. En el año 2005 CVG MINERVEN fue adscrita al Ministerio de Industrias Básicas y Minería como estrategia para democratizar el sector minero y profundizar los cambios en el modelo económico de la nación. Para el 2008 ocurre la nacionalización de la Planta Revemim II pasando a formar parte de CVG MINERVEN. Lo mismo ocurre para 2009 con Jinyan de Venezuela C.A. pasando a manos de CVG MINERVEN.

El 16 de Septiembre de 2011 entra en vigor el decreto Presidencial N° 8.413 con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica, según Gaceta Oficial N° 39.759, donde se Reserva al Estado Venezolano las actividades de Exploración y Explotación del Oro, así como las conexas y auxiliares a estas. Estableciéndose así CVG MINERVEN C.A. como empresa principal y como operadoras anexas a ella las pertenecientes al grupo AGAPOV (VENRUS, PMG, BLOQUE B, HECLA), Mina Isidora, Choco4/10, Mina Simón Bolívar y Planta La Camorra, entre otras.

En Enero de 2013 fue creada la Corporación Venezolana de Minería (CVM), adscrita a PDVSA INDUSTRIAL, para la asignación de áreas y reservas de oro del país. El 13 de Febrero 2013 CVG MINERVEN pasa a formar parte de PDVSA según lo establecido en el decreto N° 9.368 de la Gaceta Oficial N° 40.109 de ese mismo año, donde se transfieren a PDVSA las actividades previstas en el artículo 1° del Decreto N° 8.413. Para ese mismo año en Diciembre fue creada la Empresa Nacional Aurífera, S.A., con 60 % de acciones pertenecientes a PDVSA y 40 % al BCV.

Para el 30 de Marzo 2015 según el decreto presidencial N° 1.683, Gaceta Oficial N° 40.631 se establece que el 100% de las acciones de la Compañía General de Minería C.A. (MINERVEN) pasen de la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) a la Empresa Nacional Aurífera, S.A. (ENA), perteneciente a la Corporación Venezolana de Minería (CVM), adscrita a PDVSA INDUSTRIAL.

Actualmente la empresa está pasando por una serie de cambios institucionales. El principal inversionista, La Empresa Mixta Sociedad Anónima Minería Turquía Venezuela (MIBITURVEN), está controlando y manejando los intereses de la empresa. MIBITURVEN nace a través de la alianza entre la República Bolivariana de Venezuela y la República de Turquía, representadas por la Compañía General de Minería de Venezuela C.A. (MINERVEN) y la Empresa Marilyns Dis Ticaret Ve Madencilik, A.S., bajo el decreto N° 3.598 de la Gaceta Oficial de la República

Bolivariana de Venezuela N° 41.472, del 31 de agosto de 2018, adscrita al Ministerio del Poder Popular de Industrias y Producción Nacional. Con el objeto social de desarrollar las actividades primarias de exploración, extracción y explotación del mineral aurífero.

2.7 Filosofía de gestión de MIBITURVEN

2.7.1 Visión

Ser la industria líder en producción de Oro, utilizando nuevas tecnologías, que permitan minimizar el impacto ambiental, con un talento humano comprometido con el progreso económico y social de la nación.

2.7.2 Misión

Explorar, extraer y procesar mineral aurífero, utilizando tecnologías de alto nivel para el aprovechamiento racional de los yacimientos, con un talento humano competente.

2.7.3 Principios y valores

- Cabal cumplimiento de las normativas ambientales.
- Educación ambiental.
- Sostenibilidad de los proyectos.

- Mejora continua de la gestión ambiental.

- Respeto al medio ambiente.

- Calidad del producto.

- Compromiso con los trabajadores y la comunidad.

- Contribución al desarrollo económico y social del país.

2.7.4 Objetivos de la empresa

- 1) Elaborar un plan de negocio que establezca los lineamientos para impulsar y garantizar la sustentabilidad de las operaciones.

- 2) Evaluar los recursos para determinar la vida útil del yacimiento, certificar las reservas auríferas y generar los planes de producción.

- 3) Promover el desarrollo y ejecución de proyectos, con nuevas tecnologías mineras para incrementar la producción de Oro, la eficiencia operativa y disminuir los impactos ambientales.

- 4) Desarrollar un plan ambiental y de seguridad industrial, conforme a los estándares de las leyes nacionales e internacionales vigentes.

- 5) Promover políticas para el desarrollo integral de los trabajadores y de las comunidades aledañas a las operaciones de la empresa.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Barrios, D y Salas, E. (2011). Realizaron un trabajo de grado titulado **“REDEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL EN LAS VETAS AMÉRICA, BARTOLO, CALVARIO Y HANSA, EN LOS NIVELES 1 Y 2 DE MINA COLOMBIA, ÁREA PERTENECIENTE A LAS CONCESIONES 6 Y 7 DE C.V.G. MINERVEN C.A., UBICADA EN EL MUNICIPIO EL CALLAO – ESTADO BOLÍVAR.”** Este estudio tuvo como finalidad definir el modelo geológico-estructural de las vetas mencionadas mediante la elaboración de un sólido donde se observen las dimensiones y el comportamiento de las estructuras de interés a lo largo de las galerías, para ello fue necesario realizar mediciones y tomar muestras en el interior de la mina, seguido de su respectiva interpretación, correlación y modelamiento geológico.

Ferrer, Y. y Páez, R. (2012). Realizaron un trabajo de grado titulado **“REDEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO ESTRUCTURAL DE LAS VETAS “D”, “B” Y “AMÉRICA” EN LOS NIVELES 5, 6 Y 7 DE LA MINA COLOMBIA EN LAS CONSECIONES 6 Y 7 DE LA EMPRESA C.V.G MINERVEN, MUNICIPIO EL CALLAO – ESTADO BOLÍVAR.”** El trabajo consistió en realizar la redefinición del modelo geológico estructural de las vetas D, B y AMÉRICA en los niveles 5, 6 y 7 de la Mina Colombia, llevándolo a cabo por medio de métodos técnicos, como Diagrama de rosas y el software minero GEMCOM, para definir las tendencias estructurales y para el máximo aprovechamiento del mineral aurífero. Fue necesaria la realización de múltiples levantamientos geológicos, así como planos y perfiles que ayudaron a completar el

modelo geológico actualizado, concluyendo que hubo variación únicamente en los espesores con respecto al modelo geológico anterior

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Mina

Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea. (Minenergia. 2003)

3.2.2 Mina Subterránea

Es el conjunto de labores de extracción que se realizan por debajo de la superficie del terreno con la finalidad de producir material aurífero económicamente rentable y que para su extracción y debido a diversos factores entre ellos la geología estructural del yacimiento, requiere del uso de equipos especiales y condiciones favorables para su desarrollo (Puccini, E. 2009)

3.2.3 Exploración Minera

Es la etapa en la que se buscan minerales aprovechables en una zona determinada. Las técnicas que se usan son las basadas en estudios geológicos, o bien mediante técnicas basadas en geofísica, geoquímica, etc. En esta fase se determinan anomalías del terreno que justifiquen estudios posteriores de mayor precisión. (Castilla G. Herrera J. 2012).

3.2.4 Recopilación de información

El primer paso para comenzar el proceso de exploración será el de obtener toda la información previa, existente tanto de las características geológicas de la zona objetivo, así como información de prospecciones realizadas en la zona con anterioridad. En este aspecto también es de elevada importancia toda la información relativa a explotaciones mineras en dicha zona. (Castilla G. Herrera J. 2012)

3.2.5 Levantamiento Geológico.

Proceso metódico y exacto de estudio y trazado de las características físicas o químicas de la superficie, el subsuelo o la constitución interna de la superficie terrestre mediante mediciones geológicas, geofísicas o geoquímicas. (Minenergía 2003)

3.2.6 Sondeos Exploratorios

La perforación de sondeos es una de las más importantes y quizá una de las más caras técnicas de exploración. En casi todos los casos, los sondeos de perforación son los que localizan y definen el valor económico de una mineralización, y la perforación proporciona los test esenciales para la verificación de todas las ideas, teorías y predicciones que han sido generadas en prospecciones precedentes y en las demás fases del proceso de exploración. (Castilla G. Herrera J. 2012)

3.2.7 Interpretación de resultados

La última fase del proceso de exploración será la recopilación de todos los datos adquiridos. Con estos datos será necesario el estudio de todos ellos para lograr una interpretación lo más cercana a la realidad posible, realizando un modelo geológico tridimensional que recoja los valores de concentración mineral y su distribución en el macizo rocoso. (Castilla G. Herrera J. 2012).

3.2.8 Testificación de Sondeos

Los testigos obtenidos mediante perforación proporcionan información muy valiosa para una identificación geológica posterior. Pero el manejo de los testigos se debe realizar de manera sistemática y muy cuidadosa, para no proporcionar información confusa o errónea. Además, la cantidad de metros de testigo obtenido es tal que se necesitan una infraestructura que permita su almacenamiento para poder localizar fácilmente cada sondeo realizado. (Castilla G. Herrera J. 2012)

3.2.9 Testigo

Los testigos son las muestras del macizo rocoso que nos van a permitir un análisis directo de los diferentes materiales que atraviesa, así como la presencia de mineralizaciones, para estudiar su potencial explotación. (Castilla G. Herrera J. 2012)

3.2.10 Logging de Geología

Durante este proceso se observan las características reseñables que pueden registrarse durante las labores de perforación de sondeos dentro de estas se encuentran; Datos sobre el nivel de presencia de agua, columna litológica obtenida, tipo de roca, litología, composición, tamaño de grano, textura, color, meteorización y

3.2.11 Muestreo

Es un proceso selectivo de separación, realizado sobre una porción dada de material (yacimiento, lote original o muestra previa) con el objeto de reducir su volumen, pero mantener sus características globales, físicas, químicas o mineralógicas con el fin de determinar las propiedades o composición del material original. (Minenergía. 2003)

3.2.12 Muestra

Porción de material tomado de una gran cantidad, con el propósito de estimar sus propiedades o su composición mediante análisis de laboratorio. (Minenergía. 2003)

3.2.13 Muestra de canal

Muestra obtenida mediante un corte uniforme y continuo, perpendicular a la estratificación, se toma generalmente en la fase de exploración de un proyecto minero. (Minenergía. 2003)

3.2.14 Diagrama de Rosas

Una roseta de diaclasas es un diagrama sencillo para visualizar las direcciones de los rumbos generales de estructuras tabulares (diques, vetas) y de planos tectónicos (diaclasas, fallas). En este tipo de diagrama no hay información sobre el manto o la

dirección de inclinación. En conclusión se puede describir este diagrama como un histograma de forma redonda. (Hobbs B. Et al. 1981).

3.2.15 Análisis de laboratorio

Es el diagnóstico realizado por especialistas, con técnicas, instrumental y equipo de laboratorio, que se practica a muestras de un producto determinado (rocas, minerales y otros), para establecer su composición y propiedades. (Minenergia. 2003).

3.2.16 Análisis químico cuantitativo

En mineralogía, análisis químico que sirve para determinar el contenido exacto de cada elemento o entidad. (Minenergia. 2003).

3.2.17 Modelo geológico

Es una representación gráfica en 2D o 3D, que permite observar la localización y distribución de las estructuras geológicas en el subsuelo. Dicho modelo se construye a través de sondeos que permiten correlacionar los techos y pisos de las estructuras para obtener como objetivo final un bloque o modelo geológico. (Gavidia, K. Rangel, E. 2010).

3.2.18 Método de explotación Cámara y pilares

Con este método el trabajo en labores de desarrollo se reduce al mínimo, ya que una vez iniciada la explotación en los tajos iniciales, el propio avance va preparando los sucesivos tajos y las vías de comunicación se establecen dentro y

aprovechando al máximo las posibilidades que ofrecen las propias cámaras abiertas. (Castilla G., Herrera J., Muñoz L. 2018)

3.2.19 Magmas Toleíticos

Representan principalmente lavas basálticas en centros de expansión oceánica o dorsal o en arcos insulares jóvenes. En estos ambientes ocurre fraccionamiento entre basaltos, andesitas-basálticas y en menor proporción riolitas. Estos magmas son generalmente bajos en K, con un contenido promedio del orden de 53%. (Apaza, M. 2016)

3.2.20 Magmas Calcoalcalinos

Ocurren en zonas de subducción, en arcos insulares maduros y en los márgenes continentales, con rocas de composición desde gabro a granito (basalto a riolita). En el caso de arcos insulares dominan las rocas volcánicas, principalmente de composición andesítica. Estos magmas son derivados de la fusión parcial de la cuña del manto y en menor medida corteza oceánica, con poca interacción ascendente. En el caso de arcos continentales las rocas tienden a una composición más silícea, andesitas, dacitas y riolitas y sus equivalentes intrusivos. (Apaza, M. 2016)

3.2.21 Magmas Alcalinos

Se dan en zonas de rifting intracontinental, en las zonas de fallas transformacionales y en los tras arcos magmáticos de los márgenes continentales. Se fraccionan en shoshonitas (zonas orogénicas) y sienitas (zonas cratónicas). (Apaza, M. 2016)

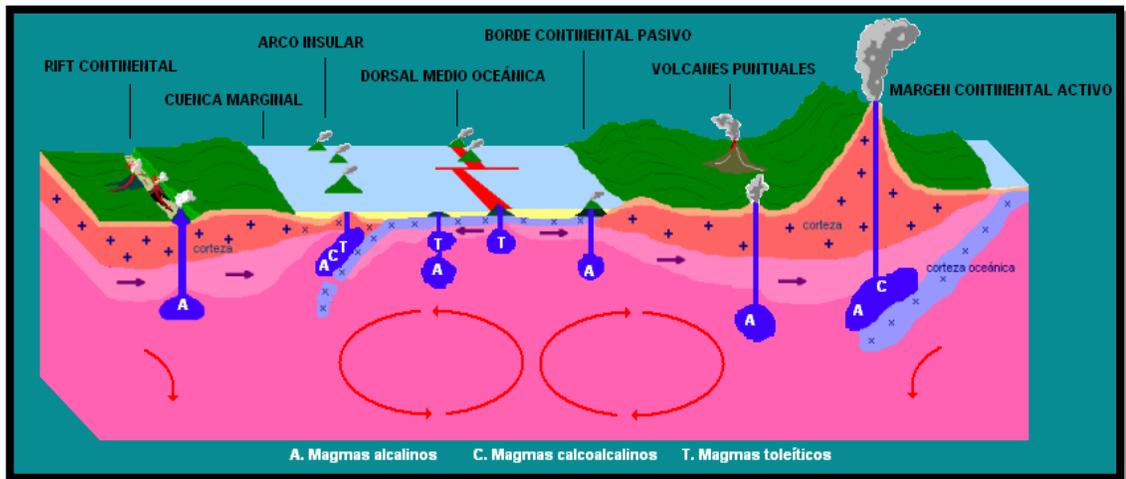


Figura 3.1 Esquema de rocas Toleíticas y Calco-alcalinas.

3.2.22 Arcos Volcánicos

Quizá la estructura más evidente generada por subducción son los arcos volcánicos, que se forman sobre la placa suprayacente. Donde convergen dos placas oceánicas, una subduce debajo de la otra y se inicia la fusión parcial de la cuña del manto situada encima de la placa que subduce. Eso acaba conduciendo al crecimiento de un arco de islas volcánicas, o simplemente arco isla, sobre el fondo oceánico. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.2.23 Pluma Mantelar

Estructuras cuasi-cilíndricas de material caliente y flotante que se eleva desde la base del manto hasta la base de la litósfera. Representa una anomalía termal asociada a nucleación de rocas calientes en el límite núcleo-manto que se eleva a través del

manto de la Tierra y que eventualmente se transforma en una diapiro al tocar la corteza. (Padrino, E. Et. al. 2015).

3.2.24 Alteración Hidrotermal

El nombre más específico para procesos metasomáticos causados por soluciones de agua caliente de cualquier origen y que incluye transportación química y produce cambios mineralógicos químicos o texturales en una roca preexistente. (Apaza, M. 2016)

3.2.25 Estructuras geológicas

Están relacionadas con todos los accidentes tectónicos de la masa rocosa, estas son formadas por movimientos epigénicos y movimientos orogénicos. Es la forma en la que han sido depositadas las rocas, es decir, como están colocadas. (Oyarzun, J, 2009).

3.3 Términos básicos

3.3.1 Cuarzo

Oxido de silicio (SiO_2). Se presenta en cristales prismáticos tabulares del sistema hexagonal, a veces amorfo. Presenta fractura concoidal, brillo vítreo, incoloro, dureza 7 en la escala de Mohs, es uno de los minerales más comunes en la corteza terrestre. Cristaliza directamente del magma. (Burga, J. 2011)

3.3.2 Oro

Es un elemento químico perteneciente al grupo de los metales, que se puede encontrar en la naturaleza en estado nativo (pepitas y vetillas), disuelto en agua de mar o como inclusión en pirita y otros sulfuros, silvanita (Au,Ag) Te_4 , amalgama con mercurio, calaverita $AuTe_2$. Popular por su belleza que no se ve afectada por agentes oxidantes. (Spikermann, J. 2010).

3.3.3 Andesita

La andesita es una roca de color gris medio, de grano fino y de origen volcánico. Su nombre procede de los Andes de América del Sur, donde numerosos volcanes están formados por este tipo de roca. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.4 Dique

Son cuerpos tabulares discordantes producidos cuando el magma se inyecta en fracturas. La fuerza ejercida durante la inyección del magma puede ser lo bastante grande como para separar aún más las paredes de la fractura. Una vez cristalizadas, estas estructuras laminares tienen grosores que oscilan desde menos de un centímetro hasta más de un kilómetro. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.5 Diabasa

Roca volcánica básica de colores oscuros o verdes, compuesta esencialmente de plagioclasas (labradorita) y piroxenos (augita). Se distingue de los basaltos y

microbasaltos por su textura ofítica. Las diabasas y doleritas ocurren mayormente en filones, diques y masas intrusivas. (Burga, J. 2011)

3.3.6 Pirita

Sulfuro de Hierro (FeS_2), cristaliza en el sistema cúbico, a veces se presenta maclada en la forma de la cruz de hierro, de color amarilla limón, dura, pesada y muy frágil, opaca con brillo metálico, al golpearse produce chispa. Asociada a la calcopirita, en filones de cuarzo asociada al oro. (Burga, J. 2011)

3.3.7 Komatita

Rocas volcánicas ultramáficas con altos contenidos de magnesio, formadas a partir de lavas con temperaturas mayores a $1.600\text{ }^\circ\text{C}$. (Burga, J. 2011)

3.3.8 Deformación

Es un término general que se refiere a todos los cambios de tamaño, forma, orientación o posición de una masa rocosa. La mayor parte de la deformación de la corteza tiene lugar a lo largo de los márgenes de las placas. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.9 Cizalla

El esfuerzo de cizalla provoca desplazamientos a lo largo de las zonas de falla o por el flujo dúctil. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.10 Fallas

Son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.11 Zona de Falla

Consisten en muchas superficies falladas interconectadas. Estas zonas de falla pueden tener una anchura de varios kilómetros y a menudo son más fáciles de identificar a partir de fotografías aéreas que a nivel del suelo. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.12 Diaclasas

Es una estructura resultante del comportamiento frágil de una roca, con consecuente pérdida de cohesión. No hay rechazo entre los bloques generados, solo hay desplazamiento perpendicular al plano de diaclasa. (Spikermann, J. 2010).

3.3.13 Stockwork

Cuerpo de roca encajante intensamente fracturado y relleno de vetas mineralizadas que se entrecruzan y que puede tratarse de un yacimiento mineral de rendimiento económico. (Burga, J. 2011).

3.3.14 Brújula Brunton

La brújula "Brunton" se usa generalmente para mediciones del rumbo y manto. Es decir mediciones del tipo "medio círculo" y del " tipo americano". También mediciones del concepto "círculo completo" son posible. La brújula "Brunton" existe en la versión azimutal (de 0 hasta 360°) y en la versión de cuadrantes (cada cuadrante tiene un rango entre 0-90°) el "rumbero". La brújula Brunton tiene un clinómetro, un botón para fijar/liberar la aguja. La escala es azimutal / contrarreloj. Adentro de la escala un poco escondida se nota la escala del clinómetro y los niveles. (Griem, W. 2015).

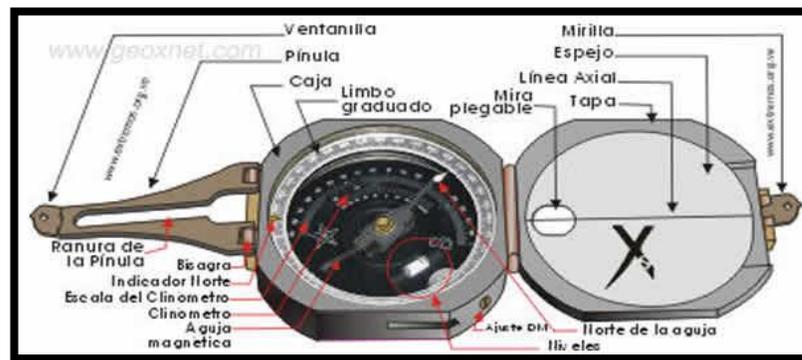


Figura 3.2 Partes de la brújula Brunton. Fuente: (Griem, W. 2015).

3.3.15 Rumbo

Es el ángulo entre el norte magnético y una línea obtenida mediante la intersección de un estrato inclinado, o falla, con un plano horizontal. La dirección o rumbo, se suele expresar como el valor de un ángulo en relación con el norte. Por ejemplo, (N 10° E) significa que la línea de dirección se dirige 10° al este desde el norte. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.16 Buzamiento

Es el ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal. El buzamiento incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada. (Tarbuck, E. Lutgens, F. Y Tasa D. 2005).

3.3.17 Acimut

Es el ángulo horizontal formado entre el norte magnético y la línea de rumbo medido en sentido de las agujas del reloj o dextrógiro (puede variar entre 0° y 360°). (Griem, W 2015).

3.3.18 AutoCAD

Es un software para diseño asistido por computadora y dibujo técnico que soporta tanto 2D como 3D. Es ampliamente utilizado en la industria minera. (Goslinga, J. 2014).

3.3.19 Gemcom

Gemcom o GEMS (como ahora se le llama) es un software minero creado para facilitar los trabajos relacionados a la explotación de yacimientos minerales como son: prospección, exploración, diseño de minas, interpretación geológica, cálculo de reservas, planeamiento de minado, etc. (Slide Player. 2020)

3.3.20 Depósito Hidrotermal

Yacimiento formado a partir de fluidos calientes relacionados a cámaras magmáticas. (Vassallo, L. 2008).

3.3.21 Veta

Zonas de mineralización de gran longitud, generalmente tubular que puede ser angosta o de poca potencia (menor a 3m) o ancha o alta potencia (mayor a 3m). (Vassallo, L. 2008).

3.3.22 Potencia de Veta

Es el espesor o ancho de la veta medido en la línea perpendicular a las cajas que limitan la estructura. (Linares, M. 2017)

3.3.23 Metamorfismo

Produce modificaciones físico químicas (texturales y/o mineralógicas) en grandes masas de rocas sin que estas lleguen a fundirse. Tanto el magmatismo como el metamorfismo están íntimamente asociados con la orogenia y con todos los procesos deformadores de la corteza terrestre. (Spikermann, J. 2010)

3.3.24 Magmatismo

Produce movimientos del material rocoso fundido hacia o sobre la superficie terrestre. Involucra los conceptos vulcanismo y plutonismo. (Spikermann, J. 2010).

3.3.25 Rocas Volcánicas o efusivas

Generadas a partir de un magma originado en profundidad y terminadas de solidificarse en superficie bajo presión atmosférica por lo cual se desgasifican y enfrían en corto tiempo. (Spikermann, J. 2010).

3.3.26 Rocas hipabisales

Estás poseen características intermedias entre las rocas volcánicas y plutónicas dado que su formación ocurre a escasa profundidad o sea cristalizan a profundidades intermedias con una presión que permite el escape de los fluidos. Generalmente son rocas filonianas tales como diques y también apófisis y lacolitos. (Spikermann, J. 2010).

3.3.27 Rocas plutónicas

Roca ígnea, estas cristalizan totalmente en profundidad en forma lenta, bajo una presión que normalmente no permite el escape de los fluidos magmáticos. (Spikermann, J. 2010).

3.3.28 Escudos o cratones

Son masas rocosas estables más antiguas que 600 Ma, en general intensamente plegadas, metamorfozadas y granitizadas que constituyen los núcleos de los continentes. (Spikermann, J. 2010).

3.3.29 Macizo

Termino descriptivo usado en geotécnica, orogenia, para referirse a las áreas montañosas cuyo núcleo está constituido de roca ígnea plutónica masiva o metamórficas, parcialmente erosionada. (Burga, J. 2011)

3.3.30 Cloritización

Tipo de alteración hidrotermal que consiste en el remplazamiento de minerales ferromagnesianos por clorita. (Minenergia. 2003)

3.3.31 Propilitización

La alteración hidrotermal de andesitas y rocas relacionadas a rocas verdes compuesta esencialmente por clorita, sericita, epidota, carbonatos y cuarzo con pirita diseminada. (Minenergia. 2003)

3.3.32 Piritización

Tipo de alteración hidrotermal que consiste en el reemplazamiento total o parcial de minerales ferromagnesianos por pirita, o por la persistente impregnación de pirita en las rocas encajantes. (Minenergia. 2003)

3.3.33 Silicificación

Introducción de sílice o remplazamiento de componentes por sílice. La sílice formada o introducida es generalmente cuarzo de grano fino, calcedonia u ópalo, y

puede rellenar poros o remplazar minerales existentes. El término es aplicable a procesos magmáticos, hidrotermales o diagenéticos. (Minenergia. 2003).

3.3.34 Sericitización

Introducción o reemplazamiento de un mineral por sericita (se denomina sericita a la variedad de grano fino de mica, usualmente moscovita, sin embargo, también puede tratarse de paragonita o micas hidratadas). (Minenergia. 2003)

3.3.35 Estéril

Se dice de la roca o del material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil. (Minenergia. 2003)

3.3.36 Tenor

Porcentaje neto de mineral económicamente recuperable de una mena. (Minenergia. 2003)

3.3.37 Rampa

Las rampas son planos inclinados ascendentes o descendentes, de comunicación entre 2 niveles o también hacia la superficie y esta permite el movimiento de la maquinaria autopropulsada: Las destinadas a la excavación o perforación, así como

las destinadas a las cargas e incluso el transporte del material y del personal con la ventaja de una gran movilidad. (Castilla G., Herrera J., Muñoz L. 2018)

3.3.38 Galerías

Túneles horizontales al interior de una mina subterránea. (Minenergia. 2003)

3.3.39 Hastial

Cada una de las superficies o planos rocosos que limitan un filón con el borde de las rocas encajantes. (Minenergia. 2003)

3.3.40 Niveles

A menudo suelen excavarse primero como galerías de exploración y posteriormente se convierten en galerías principales de carga y transporte. (Castilla G., Herrera J., Muñoz L. 2018).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de investigación

La investigación a realizar para cumplir con los objetivos planteados para este proyecto es de tipo descriptiva, ya que se desea delimitar y definir las características geológicas y comportamiento de la estructura de interés, con la ayuda del análisis de núcleos extraídos de los sondeos, levantamientos geológicos y toma de muestras de canal a lo largo del área de estudio. Arias (2006), afirma que la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.”

4.2 Diseño de la investigación

Tomando en cuenta los métodos que fueron implementados para la obtención de información, consideramos que el diseño de la investigación se divide en dos tipos, documental y de campo. Investigación documental ya que se utilizaron diferentes fuentes bibliográficas y base de datos de sondeos para ampliar y profundizar el contenido y la naturaleza de los aspectos a estudiar. Sabino, C. (1992) considera que “La Investigación documental se basa en el análisis de datos obtenidos de distintas partes de información las cuales pueden ser libros, revistas, internet y otros”.

El diseño de la investigación es de campo, ya que para cumplir con el objetivo se requieren de datos que sean tomados directamente del área de interés, realizando un estudio a detalle de la geología subterránea. Como lo es en este caso mediante los levantamientos geológicos y la toma de muestras de canal en los hastiales de las distintas cámaras a estudiar. Para Arias (2006), la investigación de campo, “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna.”

4.3 Población y muestra

De acuerdo a Arias (2006) “La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

Para este trabajo de grado, la población queda definida por los sondeos 00117W, 00120W, 00170W, 00615W, 00616W, 00617W Y 00631W de Veta Hansa realizados en Mina Colombia (PIM I), ubicada en el municipio el Callao, Estado Bolívar.

Según Arias (2006) “la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”.

La población para esta investigación está representada por los mismos siete sondeos de la población, ya que, para efecto de trabajos de grado de la Universidad de Oriente, cuando la población es muy pequeña, se puede equivaler dicha población con la muestra.

4.4 Flujoograma de la metodología empleada

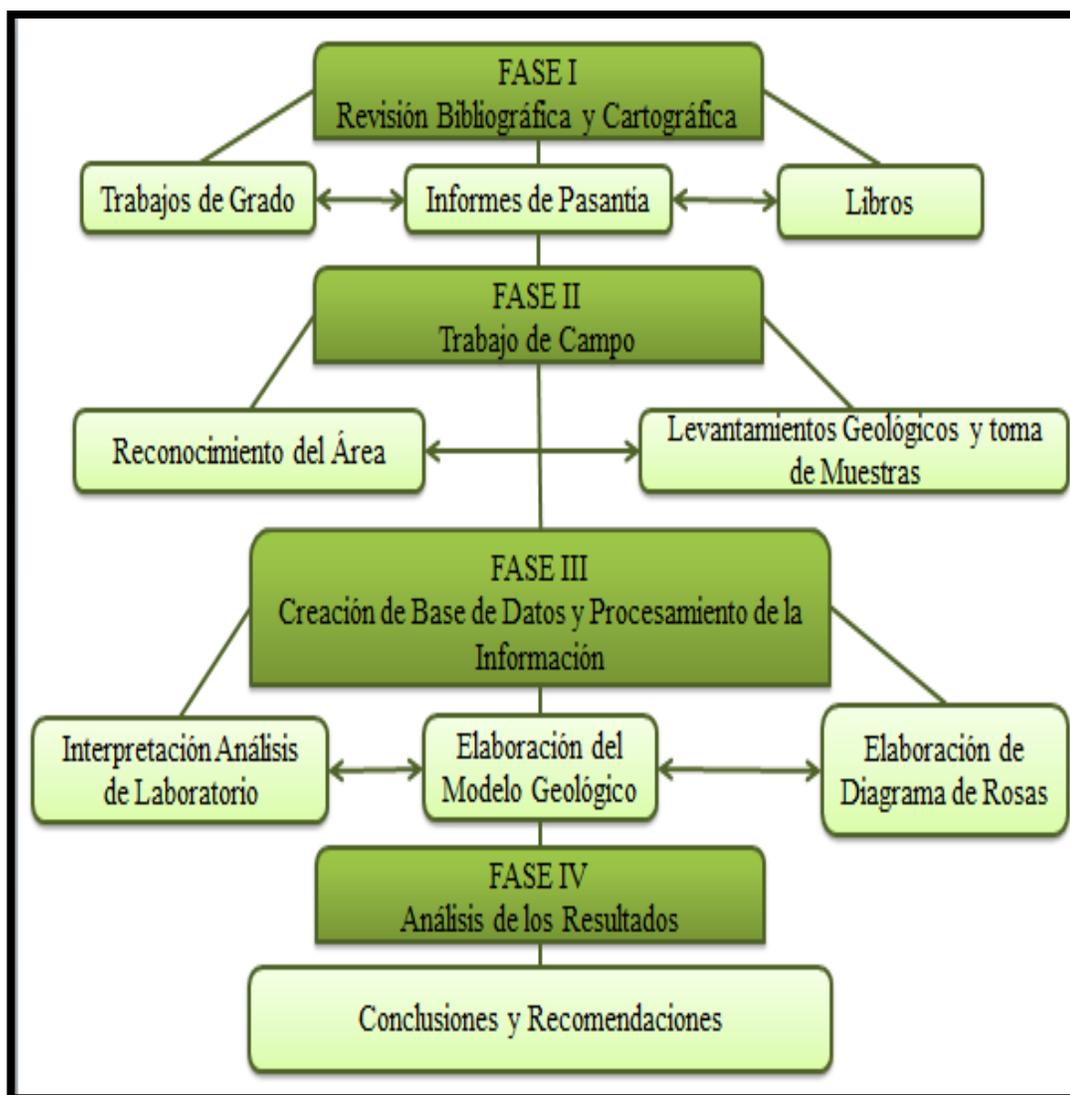


Figura 4.1 Flujoograma de la metodología.

4.4.1 Fase I. Revisión Bibliográfica y cartográfica

La Primera fase de la investigación consistió en una recopilación generalizada de distintas bibliografías como lo fueron trabajos de grado, informes de pasantías, diversas publicaciones científicas, bases de datos en gemcom, libros, entre otras fuentes de información. Esto con la finalidad de documentarnos acerca de las características geológicas y labores mineras presentes en la zona de estudio, y de esta manera realizar una planificación optima de las actividades de trabajo de campo y así cumplir eficientemente con los objetivos planteados en la investigación.

4.4.2 Fase II. Trabajo de campo

4.4.2.1 Reconocimiento del área

Una vez recopilada suficiente información, se procede a ir a una primera incursión de reconocimiento al área de estudio con la finalidad de familiarizarse con la ruta de acceso, y posteriormente, visualizar y detallar las distintas estructuras geológicas (siendo la principal Veta Hansa), alteraciones de la roca caja, condición actual de las labores mineras, y de esta forma, ser conscientes de las limitaciones que plantea tanto la topografía como la geología local.

4.4.2.2 Levantamiento geológico y Recolección de muestras

Para llevar a cabo una redefinición más precisa que el modelo geológico anterior, se procedió a realizar levantamientos geológicos y muestreos de canal separados cada 3 metros de distancia en los hastiales de las cámaras 5-1 W y 6-1 W de Hansa. Para realizar los levantamientos fue necesario el uso de materiales como:

brújula Brunton, cinta métrica, spray, mandarina, cincel, bolsas para muestras y tickeras.

En cada canal fueron realizadas distintas mediciones, entre estas, la potencia de la estructura, así como también, tres mediciones tanto de rumbo como de buzamiento, lo que permitía contar con suficientes valores a la hora de promediar dichas mediciones. Al momento del muestreo, se intentó abarcar toda la potencia de la Veta, pero es necesario tener en cuenta que existían sectores en donde esto no fue posible debido a la altura de la estructura o áreas de acceso ubicadas en los hastiales.

4.4.3 Fase III. Creación de base de datos y procesamiento de la información

4.4.3.1 Interpretación de los análisis de laboratorio

Análisis Químico

Los estudios químicos nos permiten obtener determinada información de las muestras que fueron llevadas al laboratorio industrial, más allá de sus tenores. Se le realizaron exámenes de pH, densidad y multi-elemento por lixiviación a tres muestras tomadas de la zona de estudio, representadas por la zona de veta, zona de alteración y roca caja respectivamente.

Análisis petrográfico

Este tipo de estudios se realizan con la finalidad de describir y clasificar las rocas mediante la observación microscópica de secciones delgadas, empleando un microscopio petrográfico. Para efecto de nuestra investigación, fueron utilizados los estudios petrográficos que realizaron para su tesis Daniela Barrios y Eliana Salas. Esto con el objetivo de contar con una base sólida y confiable que nos permita

conceptualizar Veta Hansa, así como de conocer a profundidad la composición mineralógica tanto de la zona de alteración como de la propia estructura.

Elaboración del Diagrama de rosas

Este diagrama se realiza con el objetivo de poder visualizar las direcciones de los rumbos generales de estructuras tabulares (diques, vetas) y de planos tectónicos (diaclasas, fallas). En esta investigación, se utilizó el software Stereonet, el cual es un software especializado en la creación de Diagramas de rosas. Solo es necesario crear una base de datos con los rumbos azimutales y posteriormente vaciarla en el software, esto nos proporcionará la tendencia estructural y los máximos esfuerzos que han afectado a la Veta Hansa.

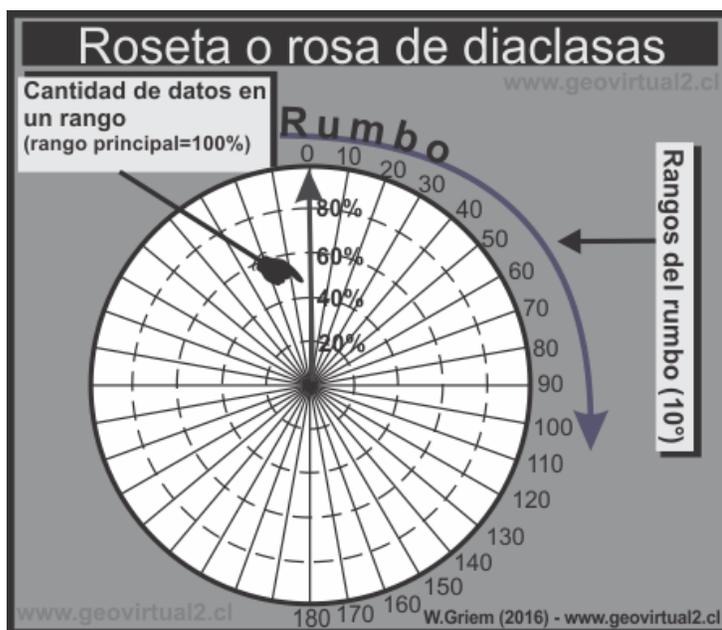


Figura 4.2 Ejemplo de Diagrama de Rosas. Tomado de www.Geovirtual 2.cl.

Elaboración del modelo geológico

El modelo geológico se realiza con la finalidad de tener una apreciación bidimensional o tridimensional de la morfología de un depósito, procurando que dicho modelo sea lo más cercano a la realidad posible y que nos permita medir el volumen de roca contenida, esta característica permite que esta herramienta sea la ideal a la hora de la estimación de recurso de un depósito mineral.

Para la creación del modelo geológico se implementó el software minero GEMCOM, donde primeramente es importante contar con una base de datos elaborada con las mediciones obtenidas en campo, así como información proveniente de Sondeos pertenecientes a la zona, y contar con la topografía del área de estudio, para que de esta manera sea posible ubicar los puntos en los cuales fueron realizados los levantamientos geológicos.

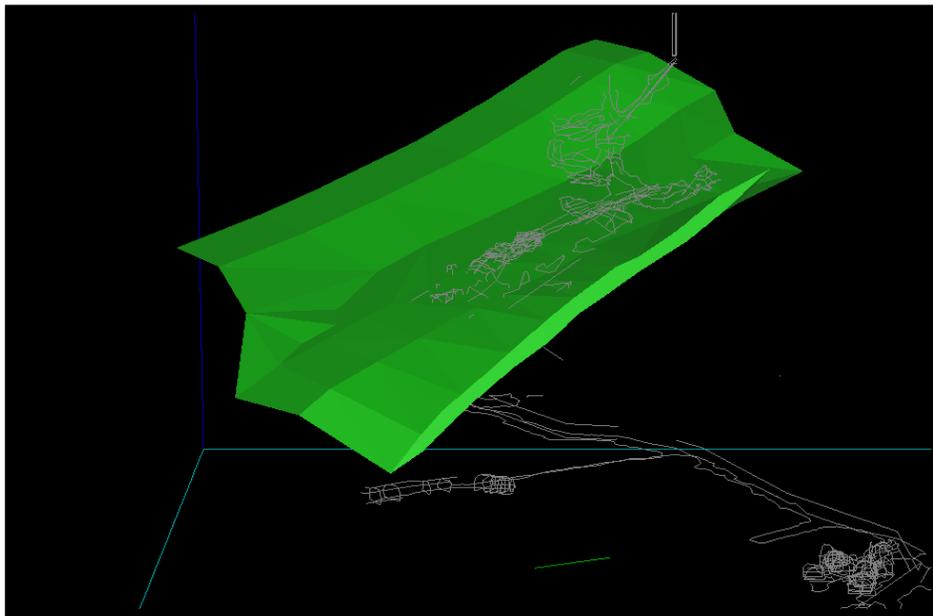


Figura 4.3 Modelo geológico Original. Vista 3D. Software Gemcom.

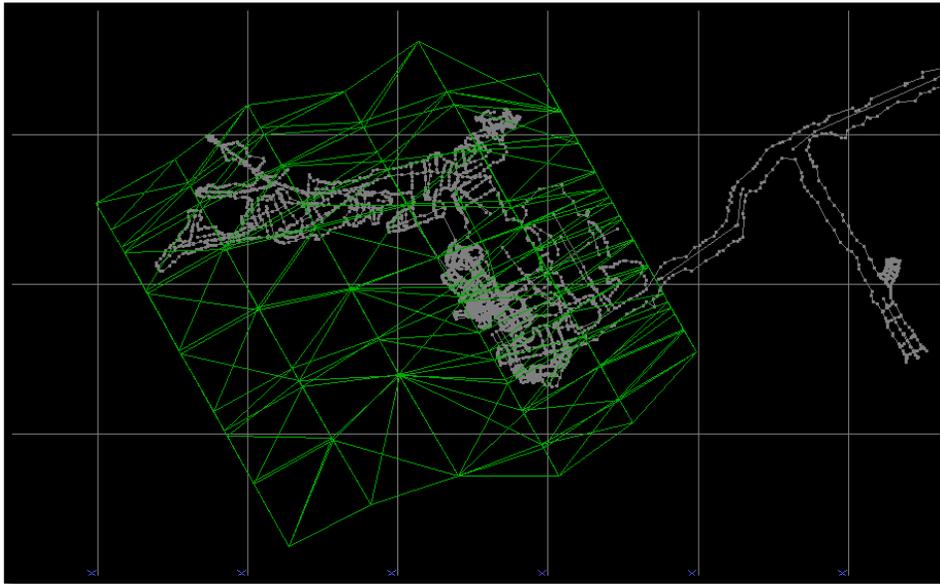


Figura 4.4 Modelo geológico Original. Vista 2D. Software Gemcom.

Una vez que contamos con toda la base de datos cargada en el software, iniciamos el proceso para crear el sólido, donde para esto es necesario trazar secciones verticales a través de los hastiales de las cámaras donde se realizaron los canales hechos en campo, para esto se emplea el comando “View”, seleccionamos “Vertical Section” y por último “From Endpoints”. Una vez realizada la sección vertical podemos ver la potencia de la estructura preferiblemente en 2D y con ayuda del comando Polyline – Create – Contour Line y seleccionando la opción 3D Ring podremos elaborar los polígonos en cada sección vertical creada, ayudándonos de los Sondeos de la zona y correlacionándolos con los demás espesores de la veta medidos in situ.

Ya creados los polígonos, tendremos un conjunto de estos a lo largo de toda la zona de estudio, cada uno de ellos se unen a través del comando “Tie Lines” y de esta manera, finalmente proceder a la creación del sólido, para esto se selecciona la pestaña “Solid”, seguido de “Create” y finalmente “Create Solid From Tied

Polyline”, luego de esto automáticamente nuestro solido se formará y estará terminado.

4.4.4 Fase IV. Análisis de los Resultados

En esta fase se plasman los resultados que fueron obtenidos durante la investigación, una vez hecho sus adecuados análisis e interpretaciones. Dichos resultados son los frutos tanto del trabajo realizado en campo, como del trabajo de oficina. Después de esta fase, se pueden realizar las conclusiones y recomendaciones pertinentes del presente trabajo de grado.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis Químico

Para una mayor diversidad de información concerniente a la litología de Veta Hansa, se enviaron tres muestras de la zona de estudio al laboratorio industrial de Planta Caratal, y se les realizaron análisis de Densidad, pH y de concentraciones multi-elementales. Dichas muestras fueron enviadas con los códigos 2165, 2166 y 2167 en la orden de Canal C-003. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 5.1 Resultados de análisis de Densidad y pH.

MUESTRA	DENSIDAD REAL (g/ml)	pH DE MINERAL
2165	2,95	8,5
2166	3,12	7,7
2167	3,04	7,7

La muestra 2165 es de roca caja, la 2166 de zona de alteración y la 2167 de estructura (Veta). Gracias a los resultados obtenidos de los análisis químicos se puede apreciar que las muestras 2166 y 2167 poseen una densidad más elevada, siendo esto debido a que ambas muestras presentan un mayor porcentaje de contenido metálico que la muestra 2165. Siendo esto consecuencia de la presencia de pirita en la zona de alteración cercana a la veta. A su vez, la muestra de roca caja tuvo un grado de acidez mayor al de las otras dos muestras.



Figura 5.1 Muestras pulverizadas para realizar análisis químico.

5.2 Análisis Petrográfico

Barrios, D y Salas, E, en su trabajo de grado titulado: “Redefinición del modelo geológico-estructural en las vetas América, Bartolo, Calvario y Hansa, en los niveles 1 y 2 de Mina Colombia, área perteneciente a las concesiones 6 y 7 de C.V.G. Minerven c.a., ubicada en el municipio El Callao – Estado Bolívar.” Enviaron 2 muestras de Hansa del Nivel 1 y 2 al Instituto Nacional de Geología y Minas de Venezuela (INGEOMIN) para que se les realizaran análisis petrográficos. Dichos análisis arrojaron los siguientes resultados:

La muestra N° 3, tomada en el nivel 1, en zona de alteración, microscópicamente es una roca holocristalina, masiva, con minerales en orden de

abundancia decreciente como son: carbonato en forma muy abundante >65% de tamaño medio a fino, cuarzo (Qz) y clorita (Cl) en menor proporción de 20% siendo el cuarzo de grano medio a fino y la clorita de tamaño muy fino a fino el cuarzo y clorita, forman finos paquetes ligeramente anastomosadas, con escasa plagioclasas y opacos (Op) de un 15% ambos de tamaño fino a medio, clasificándola como un cuarzo lechoso con una matriz de carbonato presentando impurezas.



Figura 5.2 Muestra N°3 Veta Hansa nivel 1. Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).

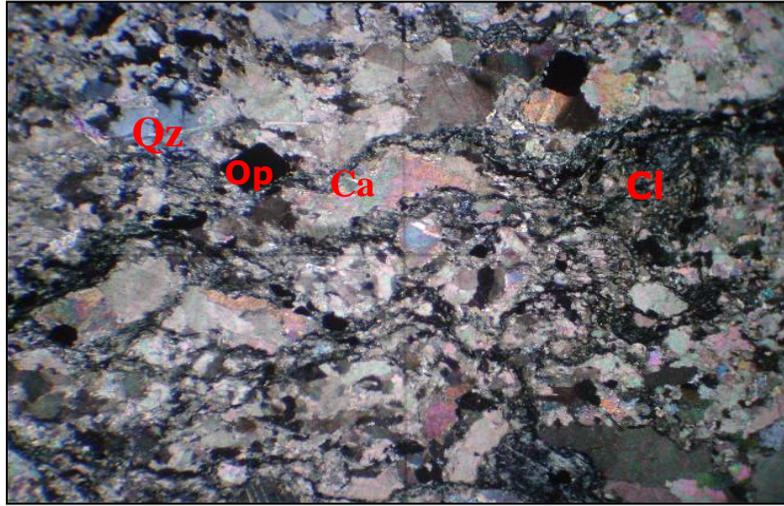


Figura 5.3 Muestra N°3 Veta Hansa nivel 1 observada por el Microscopio. Minerales: Carbonato (Ca), Cuarzo (Qz), clorita (Cl) y opacos (Op). Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).

Y la muestra N° 4, tomada en el nivel 2, en zona de veta, microscópicamente es una roca holocristalina masiva con minerales en orden de abundancia decreciente como son: cuarzo (Qz) en forma muy abundante >50% de grano grueso a medio y otros de tamaño fino, carbonato (Ca) en menor proporción 35% de tamaño medio a fino, con escasa clorita (Cl) y opacos (Op) de 15% siendo la clorita de tamaño fino a muy fino, clasificándola como una cuarzo lechoso con inclusiones de carbonato.



Figura 5.4 Muestra N°4 Hansa nivel 2. Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).

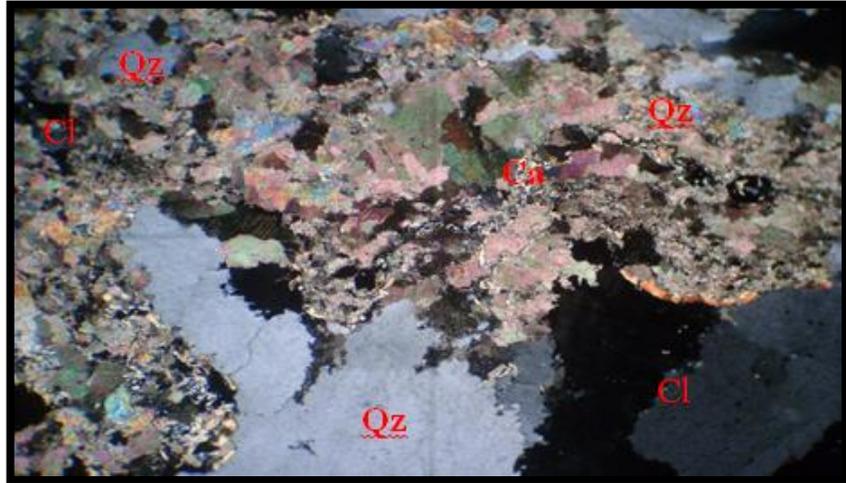


Figura 5.5 Muestra N°4 Hansa nivel 2 observada por el microscopio. Minerales: Cuarzo (Qz), carbonato (Ca) y clorita (Cl). Tomada de Barrios, D y Salas, E (2012).

5.3 Diagrama de Rosas

Gracias a la base de datos generada durante los levantamientos geológicos en los hastiales de las cámaras THW 5-1 y THW 6-1, se realizó un diagrama de rosas, el cual refleja que la tendencia estructural de Veta Hansa es de N240°, correspondiendo a una dirección NE-SW, validando la tendencia del modelo original. Además, la data también permitió determinar que el buzamiento promedio de la estructura es de 30°-40° SE.

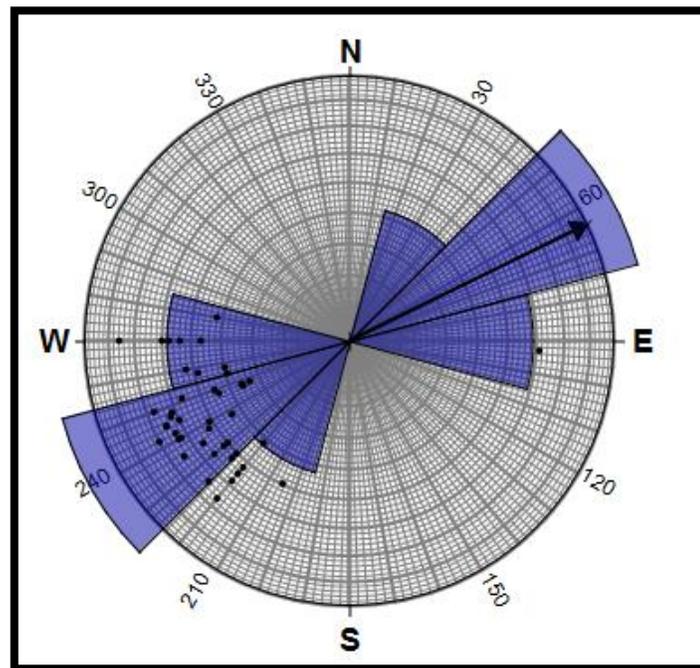


Figura 5.6 Diagrama de Rosas de los rumbos tomados en Veta Hansa.

5.4 Descripción Geológica de Sondeos.

Para la elaboración del modelo geológico, era necesario contar con algunos sondeos previamente realizados en el área de estudio, los cuales estos mismos fueron los empleados para la creación del modelo anterior, y que por tal motivo nos iban a ser de ayuda y guía en la correlación de las potencias para poder llevar a cabo de una manera más exacta y precisa la creación del sólido redefinido, lo cual era el objetivo de este proyecto. Los sondeos utilizados conjuntamente con su descripción geológica fueron los siguientes:

❖ Sondeo 00117W

Fue realizado en las coordenadas Este 630893,7 y Norte 810150,1. Fue realizado con una profundidad de 197 metros desde la superficie. En donde en primer lugar hasta los 41,10 metros de profundidad se sustrajo roca meteorizada, seguido desde los 41,10 hasta 60 metros, Roca encajante en este caso Andesita, posteriormente desde los 60 hasta 142,5 se encontró Dique y en contacto con éste, una zona de alteración hasta los 156 metros, dicha zona alterada entraba en contacto con veta Hansa, con una potencia de 4, seguido de una zona de alteración que iba de los 160 hasta los 162 metros y de ahí hasta el final de pozo roca caja (Andesita).

❖ **Sondeo 00120W**

Este segundo Sondeo empleado en el trabajo de investigación fue ubicado en las coordenadas 630810,30 y 810275,70 y perforado hasta una profundidad de 110,5 metros. Dicho sondeo contó con unos primeros 50 metros de Roca meteorizada antes de entrar en la roca caja fresca (Andesita) la cual predominó hasta los 72,5 metros, a partir de aquí comenzó a observarse alterada hasta que a los 80 metros entro en contacto con veta Hansa, en esta oportunidad con una potencia medida de 6 metros. Desde los 86 metros hasta los 91,5 se dio lugar a la zona de alteración y desde dicha profundidad hasta el final de este pozo predominó la roca volcánica encajante Andesita.

❖ **Sondeo 00170W**

Se ubicó en las Coordenadas 630816,40 y 810224,79 con una profundidad de 113 metros. Este sondeo contaba con los primeros 34 metros de saprolita, a partir de este punto hasta los 93 metros se observó la presencia de Andesita, seguido de una zona de alteración la cual iba desde los 93 hasta los 97 metros de profundidad y la cual daría entrada a Veta Hansa ubicada entre los 97 y 100,5 metros más abajo, en contacto con la estructura siguió la zona de alteración que abarcó desde los 100,5

hasta los 105 metros y se culminó con la roca caja Andesita hasta el final del pozo ubicado a los 113 metros.

❖ **Sondeo 00615W**

Este sondeo se ubicó en las coordenadas Este 630816,40 y Norte 810224,59 perforado hasta los 162 metros de profundidad. Se recuperó los primeros 29 metros saprolita hasta que entro en roca caja fresca (andesita) hasta los 96,70 metros, posteriormente se logra apreciar zona de alteración que va hasta los 102 metros, seguido de la veta Hansa la cual en este sondeo presenta una potencia de 2,3 metros, dando posteriormente lugar a la zona de alteración que llegaría hasta los 104,8 metros y donde a partir de aquí y hasta el final del pozo solo tendremos la presencia de andesita.

❖ **Sondeo 00616W**

Sondeo llevado a cabo con una profundidad de 113 metros, entre las coordenadas 630816,40 y 810224,79. Se inició la perforación recuperando en primera instancia Saprolita, seguido de andesita desde los 34 a los 93 metros, después entro en zona de alteración hasta los 97 metros donde se encontró veta Hansa con un espesor de 3,5 metros, seguido de una zona de alteración que iba desde 100,5 hasta los 105 metros, y desde este punto en adelante (105 a 113 metros) roca caja andesita.

❖ **Sondeo 00617W**

Fue ubicado en las coordenadas 630756,77 y 810211,05 y fue realizado hasta una profundidad de 109 metros donde inicialmente en la descripción contamos con la presencia de saprolita los primeros 18 metros, seguidos de un tramo de pórfido hasta

los 32 metros, para luego entrar en contacto con la roca caja andesita hasta una profundidad de 81 metros, a partir de aquí se apreció una zona de alteración de 2 metros que llevaría a una estructura de cuarzo comprendida entre los 83 y los 84.5 metro más abajo, luego nos conseguimos con la zona de alteración hasta los 86.50 metros que empezamos a identificar nuevamente andesita por un tramo de 2.5 metros. Más abajo se localizó una zona de alteración que daría entrada a veta Hansa a partir de los 94 y hasta los 97 metros de profundidad a partir de aquí y hasta el final del pozo se contó con la presencia de la roca caja.

❖ **Sondeo 00631W**

Este sondeo de 101.77 metros de profundidad se llevó a cabo entre las coordenadas 630722,47 Este y 810186,05 Norte, se pudieron observar diferentes horizontes empezando por saprolita que a los 16.40 metros desaparece para darle paso a un gran tramo de Dique Laguna que iría hasta los 61.50 metros más profundo, seguido encontramos una zona de roca caja andesita que continuaría hasta los 80,50 metros de profundidad. Posterior a dicho horizonte empezamos a conseguir una pequeña zona de alteración que a los 82.30 metros le daría entrada a un corto tramo de cuarzo lechoso de 0.5 metros, que estaría en contacto con roca caja a los 82.8 metros. Este tramo de roca caja finalizaría a los 85 metros, donde a partir de este punto nos topamos con un horizonte constituido por pórfido que continuaría hasta los 88 metros de profundidad, a partir de aquí entramos en la zona de alteración que más adelante a los 89 metros le daría paso a Veta Hansa la cual contaría en dicho tramo con una potencia de 5.9 metros. Seguido de una zona de alteración a partir de los 94,90 y hasta los 97.40 metros de profundidad, a partir de este punto y en adelante hasta el final del pozo a los 101,77 metros se recuperó roca caja volcánica (Andesita).

5.5 Análisis de las Secciones Verticales empleadas para la realización del Sólido.

❖ Sección Vertical THW 5-1 HD

En esta vista se observan los 10 canales realizados sobre el hastial derecho de la cámara 5-1 de Hansa Oeste, los cuales como se observa en la imagen son los que nos indican las potencias de las vetas medidas in situ y que utilizamos para correlacionar y formar el polígono que más adelante será el soporte de nuestro sólido redefinido. Cada uno de los levantamientos llevados a cabo sobre este hastial nos arrojó valores de rumbo y buzamiento que en promedio fueron N 67° y 47° SE respectivamente. Así también promediando las medidas de la potencia de la estructura sobre dicho hastial obtuvimos un valor de 1,7 metros.

❖ Sección Vertical THW 5-1 HI

Al igual que en la sección TH5-1 HD descrita anteriormente, sobre el hastial izquierdo de la cámara 5-1 también se pudo llevar a cabo la realización de 10 levantamientos geológicos y a su vez muestreos de canal, donde sobre dicho hastial cada una de las distintas medidas tomadas sobre los puntos muestreado arrojaron en promedio valores de rumbo N 231° y buzamiento 31,3° SE, así como una potencia en promedio de 1.5 metros. Siendo necesario mencionar que fueron tomadas más de 30 medidas de buzamiento y más de 10 medidas de rumbo, que nos permitirían tener una buena cantidad de valores estadísticos.

❖ Sección Vertical THW 6-1 HD-LD

Ya ubicados en la cámara 6-1 de Hansa nos percatamos que esta posee 2 lados, derecho e izquierdo. Sobre el hastial derecho del lado derecho pudimos obtener 7 muestreos de canal separados cada 3 metros y considerando solo la estructura. Se realizaron más de 7 medidas de rumbo, así como más de 20 medidas de buzamientos,

las cuales en promedio sobre dicho hastial nos arrojó un valor de dirección de N 69° con un buzamiento promedio de 33,6° SE. También fue medida la potencia de la estructura la cual mostro una potencia promedio de 3 metros sobre dicho hastial.

❖ **Sección Vertical THW 6-1 HI-LD**

En el hastial izquierdo del lado derecho de la cámara 6-1 de hansa se pudieron realizar solo 4 canales debido a la longitud de dicho hastial, sobre cada uno de estos canales se procedió a tomar las distintas medidas tanto de potencia de la estructura como de rumbo y buzamiento. En esta oportunidad la medida de rumbo obtenida en promedio fue N 242° y buzamiento de 39,3° SE con una potencia de 3 metros. Observando la imagen de esta sección vertical se aprecia la correlación entre cada una de las potencias medidas en la elaboración del polígono.

❖ **Sección Vertical THW 6-1 HD-LI**

Por las condiciones que presento el terreno a la hora de llevar a cabo los levantamientos geológicos sobre el hastial derecho en el lado izquierdo de hansa 6-1 solo se pudieron obtener 3 canales, sobre los cuales se realizaron en total más de 9 medidas de buzamiento que nos arrojó un valor promedio de 26,4° SE mientras que la dirección del rumbo medido en este hastial fue de N 59° con una potencia de 0.9 metros en promedio, en este punto es importante decir que la estructura no pudo ser medida en su totalidad debido a que la misma se encontraba sepultada bajo material arrancado.

❖ **Sección Vertical THW 6-1 HI-LI**

En el hastial izquierdo del lado izquierdo de hansa 6-1 se pudieron realizar 5 canales, los cuales se pueden apreciar en la imagen, la diferencia de potencia radica

en que la estructura no podía ser medida en su totalidad por el material suprayacente que imposibilitaba medir de manera adecuada a la estructura, sin embargo se realizaron las medidas de rumbo y buzamientos, donde en dicho puntos se obtuvieron valores promedios de N 230° y 37,3° SE respectivamente.

5.6 Modelo Geológico-Estructural

Una vez terminado el modelo geológico-estructural podemos realizar dentro del Software Minero Gemcom algunos análisis importantes, como la comparación con el Sólido anteriormente creado y observar a través de las secciones transversales las variaciones entre uno y otro, haciendo esto, nos damos cuenta que la diferencia no es amplia, y es motivo de saber que se realizó un buen trabajo, así como nos permite también hacer algunos ajustes necesarios antes de darlo oficialmente por terminado.

Con el sólido ya elaborado podemos medir el volumen de roca contenido, en este caso de Veta Hansa y con los resultados de los Tenores obtenidos del laboratorio tener una idea de cuánto material aurífero puede ser extraído de dicha veta.

Podremos también, empleando el comando "Status Líne" verificar tanto el rumbo como buzamiento de la estructura. Así también poderlo presentar al departamento de planificación de Mina para que sirva de ayuda y guía en la realización de las distintas labores mineras en esta área.

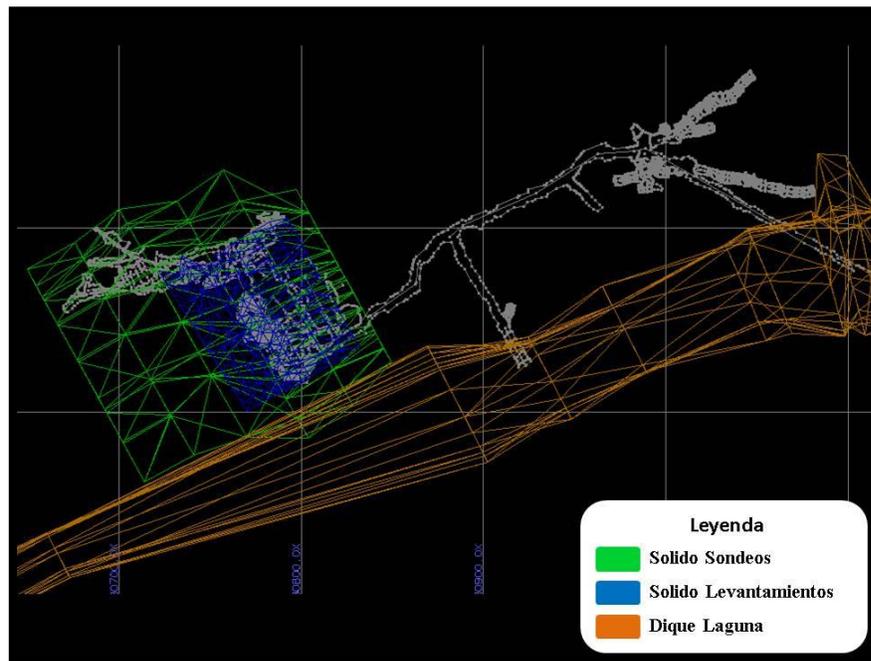


Figura 5.7 Vista 2D. Imagen comparativa entre el Solido Original y el Solido generado por levantamientos.

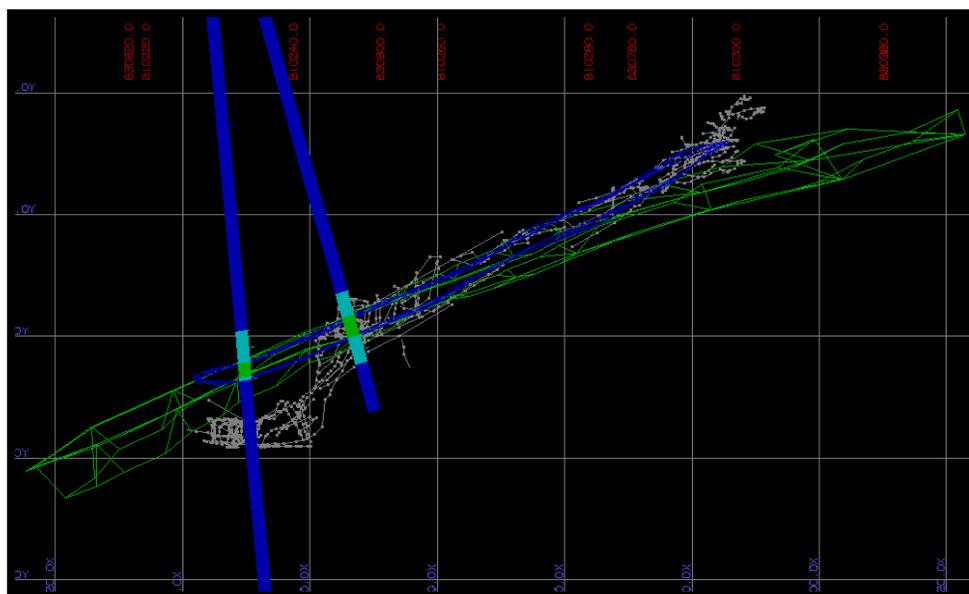


Figura 5.8 Sección Vertical. Vista 2D. Comparación de Solidos.

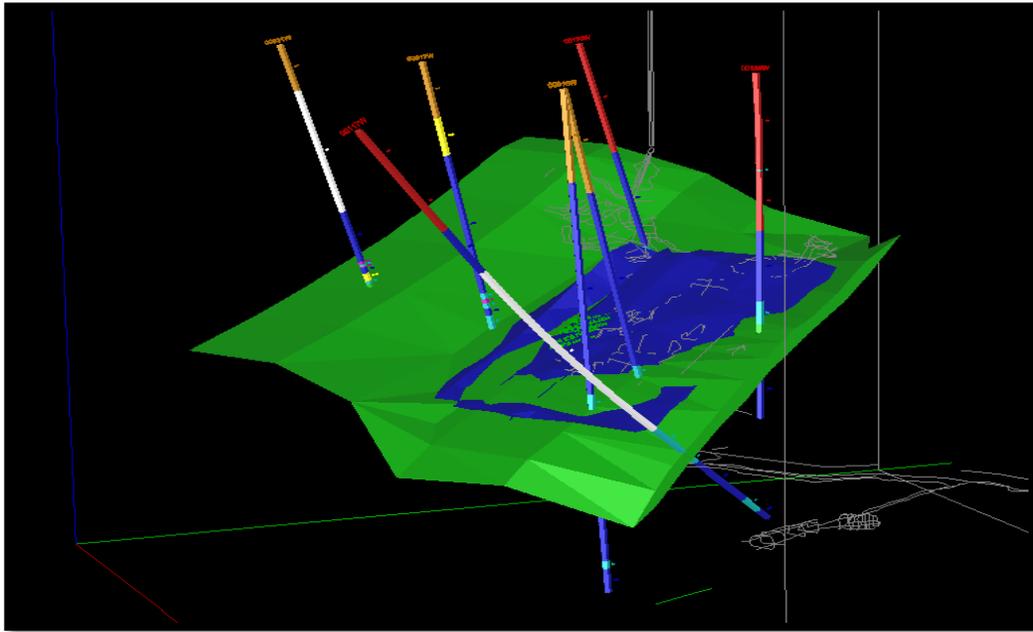


Figura 5.9 Vista General en 3D. Comparación de Solidos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Gracias a los 56 canales y más de 140 resultados de muestreos, se logró determinar que el yacimiento de Veta Hansa es óptimo para continuar con las labores de exploración y posterior extracción del mineral, todo esto con la finalidad de aumentar los recursos y mejorar la producción de Mina Colombia.
- Se corrobora mediante el diagrama de rosas, que el rumbo promedio de Veta Hansa es de N240°, correspondiendo a una dirección NE-SW.
- Veta Hansa presenta un buzamiento promedio de 37°, con una dirección preferencial hacia el SE.
- De acuerdo a las diferentes medidas obtenidas en campo, en promedio la veta consta de una potencia de 2,6 metros.

Recomendaciones

- Continuar con las actividades de exploración hacia el oeste de Veta Hansa, al norte del dique, con el fin de obtener más información geológica concerniente a litologías, estructuras, vetas, zonas de alteración, entre otros. Ya que esto representaría el futuro de Mina Colombia.

- Realizar estudios petrográficos en las distintas zonas de interés a lo largo de las cámaras THW 5-1 y THW 6-1, para conocer más a fondo la mineralogía de la veta de interés y de las rocas que la rodea, para llegar a una definición más exacta y detallada.

- Construir el modelo en bloque de Veta Hansa, partiendo de la base de datos actualizada lograda durante esta investigación.

- Delimitar con mayor exactitud las distintas potencias de la veta, debido a que, en algunas mediciones, se encontraba la veta enterrada por el material arrancado que aún no había sido removido.

REFERENCIAS

Apaza, M. (2016). **ALTERACIONES HIDROTERMALES**. Scribd. [PDF]. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/305565682/Libro-de-Alteraciones-Hidrotermales>

Barrios, D. Salas, E. (2011). **“REDEFINICIÓN DEL MODELO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL EN LAS VETAS AMÉRICA, BARTOLO, CALVARIO Y HANSA, EN LOS NIVELES 1 Y 2 DE MINA COLOMBIA, ÁREA PERTENECIENTE A LAS CONCESIONES 6 Y 7 DE C.V.G. MINERVEN C.A., UBICADA EN EL MUNICIPIO EL CALLAO – ESTADO BOLÍVAR.”** Tesis de Grado. Universidad de Oriente. Estado Bolívar. Venezuela.

Burga, J. (2011). **DICCIONARIO GEOLÓGICO**. Ingemmet. Arth Altuna. Callao 01, Perú.

Bustillo, M. López, C. (1996). **RECURSOS MINERALES. TIPOLOGÍA, PROSPECCIÓN, EVALUACIÓN, EXPLOTACIÓN, MINERALURGA, IMPACTO AMBIENTAL**. Editorial Mostoles. Madrid. España.

Castilla G., Herrera J. (2012). **EL PROCESO DE EXPLORACIÓN MINERA MEDIANTE SONDEOS**. Laboratorio de Tecnologías Mineras. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Castilla G., Herrera J., Muñoz L. (2018). **INTRODUCCION A LA MINERIA SUBTERRANEA VOL III: Construcción de infraestructura de mina en interior**. 2da Edición. Universidad Politecnica de Madrid. España.

C.V.G. Minerven C.A. (2012). **SISTEMA OPERATIVO DE GEOLOGÍA DE EXPLORACIÓN**. El Callao, Estado Bolívar, Venezuela

C.V.G. Técnica Minera, C.A. TECMIN. (1994). **PROYECTO 074 DISTRITO AURÍFERO DE EL CALLAO. RESULTADO DE LA PROSPECCIONES**. Informe interno para C.V.G Minerven, Puerto Ordaz-estado Bolívar, Venezuela, pp 32-43.

Echeveste, H. (2018). **MANUAL DE LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO: UNA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA DE CAMPO**. 1ra edición. Editorial de Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Libro digital [ISBN 978-950-34-1623-5].

Gavidia, K. Rangel, E. (2010). **ESTANDARIZACIÓN DE LOS PLANES DE PERFORACIÓN PARA LA DESCRIPCIÓN Y MUESTREO DE NÚCLEOS EN EL DEPARTAMENTO DE EXPLORACIÓN DE GEOLOGÍA DE SUPERFICIE DE C.V.G MINERVEN C.A MUNICIPIO EL CALLAO ESTADO BOLÍVAR**. Tesis de grado. Instituto universitario tecnológico del Estado Bolívar, ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela.

Geólogos e Ingenieros Consultores C.A. GEOCONSULTA. (1987). **GEOLOGÍA EXPLORATORIA DE LOS BLOQUES 1, 2 Y 7 DEL AREA DE CONCESIONES DE MINERVEN. ELCALLAO**. Informe interno para C.V.G. Minerven. El Callao-estado Bolívar, Venezuela pp 21- 22.

Goslinga, J. (2014). **SOFTWARE EN LA MINERÍA**. Inova Mine. Vol 1, N°6. UNAM. México.

Griem, W. (2015). **TIPOS DE BRÚJULAS: INTRODUCCIÓN**. Apuntes Geología Estructural Brújulas. Geología Estructural Virtual. Región de Atacama, Chile. [PDF] Disponible en www.geovirtual2.cl.

Guilloux, L. (1998). **CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA MINA COLOMBIA**. Boletín de Geominas # 25, Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar-Estado Bolívar. Venezuela. pp. 33-35-82.

Hobbs B., Means W., Williams P. (1981). **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**. Ediciones Omega Barcelona. España. Pp518

Linares, M. (2017). **TECNICAS DE MUESTREO Y CONTROL DE CALIDAD PARA LA MINA ESPAÑOLITA S.A.C. EN EL DISTRITO DE CHAPARRA, PROVINCIA DE CARAVELI, DEPARTAMENTO AREQUIPA**. Facultad de Geología. Universal Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú. Pp.67.

Mendoza, V. (2012). **GEOLOGIA DE VENEZUELA**. Tomo I. Gran Colombia Gold Corp. 2da Edición. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Minas y Energía. MINENERGIA. (2003). **GLOSARIO TÉCNICO MINERO**. Bogotá D.C., Colombia.

Padrino, E., Arnaiz-Rodríguez, M., Rodríguez, A., y Alberti H. (2015). **RESPUESTA GRAVIMÉTRICA REGIONAL DE LA PLUMA MANTELAR HAWAIIANA**. Boletín de Geología, 37 (2): 17-23. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Slide Player. (2020). **GEMCOM**. Recuperado de <https://www.google.com/amp/s/slideplayer.es/amp/1770198/>

Spikermann, J. (2010). **ELEMENTOS DE GEOLOGÍA GENERAL**. 1era Edición. Fundación de historia natural Félix de Azara. Universidad Maimonides. Buenos Aires, Argentina.

Tarback, E. Lutgens, F. Y Tasa D. (2005). **CIENCIAS DE LA TIERRA. UNA INTRODUCCIÓN A LA GEOLOGÍA FÍSICA**. 8va Edición. Editorial Pearson Educacion.S.A. Universidad Autónoma de Madrid. España.

Vassallo, L. (2008). **YACIMIENTOS MINERALES METÁLICOS**. 4ta Edición. Centro de Geociencias. UNAM. Querétaro. México.

Velásquez, German. (2010). **CARACTERIZACIÓN DE LA MINERALIZACION AURIFERA PRESENTE EN LA VETA COLOMBIA, MINA COLOMBIA.C.V.G MINERVEN**. Caracas, Venezuela, Pp. 5-12.

Puccini, Edimson. (2009). **ESTUDIO DE LOS TIEMPOS OPERATIVOS ELECTROHIDRAULICOS EN LOS NIVELES 6 Y 7 EN MINA COLOMBIA**. El Callao, estado Bolívar.

APENDICES

APENDICE A

A. BASE DE DATOS. SONDEOS HANSA. TABLAS HEADER, LITOLOGIA Y SURVEY PARA IMPORTAR A SOFTWARE MINERO GEMCOM.

A.1 Base de datos. Tabla Header. Sondeos Hansa.

	A	B	C	D	E	F
1	HOLE-ID	LOCATIONX	LOCATIONY	LOCATIONZ	LENGTH	
2	00117W	630892.7	810150.1	179.6	197	
3	00120W	630810.3	810275.7	178.3	110.5	
4	00170W	630740.34	810258.18	180.42	152.72	
5	00615W	630816.4	810224.59	177.11	162	
6	00616W	630816.4	810224.79	177	113	
7	00617W	630756.77	810211.05	178.95	109	
8	00631W	630722.47	810186.05	181.86	101.77	
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

A.2 Base de datos. Tabla Litología. Sondeos Hansa.

	A	B	C	D	E	F
1	HOLE-ID	FROM	TO	ROCA	VETA	
2	00117W	0	19.5	2	RM	
3	00117W	19.5	41.1	2	RM	
4	00117W	41.1	60	1	AND	
5	00117W	60	142.5	6	DK	
6	00117W	142.5	156	4	ZA	
7	00117W	156	160	3	HADFX	
8	00117W	160	162	4	ZA	
9	00117W	162	185	1	AND	
10	00117W	185	192	4	ZA	
11	00117W	192	197	1	AND	
12	00120W	0	30.5	2	RM	
13	00120W	30.5	31	4	ZA	
14	00120W	31	50	2	RM	
15	00120W	50	72.5	1	AND	
16	00120W	72.5	80	4	ZA	
17	00120W	80	86	3	HA	
18	00120W	86	91.5	4	ZA	
19	00120W	91.5	110.5	1	AND	
20	00170W	0	40	2	RM	
21	00170W	40	76	1	AND	
22	00170W	76	78	4	ZA	
23	00170W	78	81	3	HADFX	
24	00170W	81	89	4	ZA	
25	00170W	89	137	1	AND	
26	00170W	137	140	3	XX	
27	00170W	140	152.72	1	AND	

A.2 Base de datos. Continuación Tabla Litología. Sondeos Hansa.

	A	B	C	D	E
28	00615W	0	29	7	SAP
29	00615W	29	96.7	1	AND
30	00615W	96.7	102	4	ZA
31	00615W	102	104.3	3	HA
32	00615W	104.3	104.8	4	ZA
33	00615W	104.8	151.5	1	AND
34	00615W	151.5	154	4	ZA
35	00615W	154	162	1	AND
36	00616W	0	34	7	SAP
37	00616W	34	93	1	AND
38	00616W	93	97	4	ZA
39	00616W	97	100.5	3	HADFX
40	00616W	100.5	105	4	ZA
41	00616W	105	113	1	AND
42	00617W	0	19	7	SAP
43	00617W	19	32	8	PRFD
44	00617W	32	81	1	AND
45	00617W	81	83	4	ZA
46	00617W	83	84.5	3	XX
47	00617W	84.5	86.5	4	ZA
48	00617W	86.5	89	1	AND
49	00617W	89	94	4	ZA
50	00617W	94	97	3	HADFX
51	00617W	97	109	1	AND
52	00631W	0	16.4	7	SAP
53	00631W	16.4	61.5	6	DK
54	00631W	61.5	80.5	1	AND

A.2 Base de datos. Continuación Tabla Litología. Sondeos Hansa.

55	00631W	80.5	81.4	3	XX
56	00631W	81.4	82.3	4	ZA
57	00631W	82.3	82.8	3	XX
58	00631W	82.8	85	1	AND
59	00631W	85	88	8	PRFD
60	00631W	88	89	4	ZA
61	00631W	89	94.9	3	HADFX
62	00631W	94.9	97.4	4	ZA
63	00631W	97.4	101.77	1	AND
64					
65					

A.3. Base de datos. Tabla Survey. Sondeos Hansa.

	A	B	C	D	E	F
1	HOLE-ID	FROM	TO	AZIMUTH	DIP	
2	00117W	0	50	330	-50	
3	00117W	50	140	327	-48	
4	00117W	140	197	334	-42	
5	00120W	0	30	330	-85	
6	00120W	30	110.5	360	-90	
7	00170W	0	152.72	330	-70	
8	00615W	0	162	330	-85	
9	00616W	0	100	330	-75	
10	00616W	100	113	336	-75	
11	00617W	0	109	330	-75	
12	00631W	0	101.77	330	-70	
13						
14						
15						

APENDICES B

**B. BASE DE DATOS. LEVANTAMIENTOS GEOLOGICOS. EN LOS
HASTIALES TH5-1 Y TH6-1 DE HANSA.**

B.1 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial derecho de la THW 5-1.

Nº CANAL	Nº DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE	ELEV.
1	10	1710	58° N	34	46,7	1,5		630803.225	810249.450	80.040
1	11	1711	58° N	62						
1	12	1712	58° N	44			3			
2	13	1713	71° N	31	33,7	1,6		630800.648	810250.749	81.550
2	14	1714	71° N	29						
2	15	1715	71° N	41			3			
3	16	1716	68° N	28	28,7	1,9		630798.859	810253.216	83.097
3	17	1717	68° N	28						
3	18	1718	68° N	30			3			
4	19	1719	67	58	54,3	1,7		630797.796	810255.922	85.018
4	20	1720		50						
4	21	1721		55			3			
5	22	1722	68	Mat en Canal	54,0	1,6		630797.627	810258.919	92.060
5	23	1723		Mat en Canal						
5	24	1724		Mat en Canal			29,2			
6	25	1725	68	40	54,0	1,0		630791.042	810271.110	96.849
6	26	1726		57						
6	27	1727		65			4,44			
7	28	8823	68° N	55	56,7	0,5		630786.582	810271.796	97.742
7	29	8824	68° N	54						
7	30	8825	68° N	61			3			
8	31	1731	75° N	53	50,7	1,0		630785.524	810274.541	99.162
8	32	1732	75° N	49						
8	33	1733	75° N	50			3			
9	34	8820	78° N	46	50,3	3,1		630784.380	810277.186	98.293
9	35	1735	78° N	50						
9	36	8822	78° N	55			3			
10	37	1737		40	41,3	3,1		630783.557	810280.064	99.668
10	38	1738		45						
10	39	1739		39			54,64			
					47,0	1,7				

B.2 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial izquierdo de la THW 5-1.

Nº CANAL	Nº DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE	ELEV.
1	1	1564	N 250°	25	22,7	1,4	3	630798.984	810239.617	80.522
1	2	1565	N 250°	20						
1	3	1566	N 250°	23						
2	4	1567	N 230°	35	34,0	0,8	6	630795.854	810239.604	80.902
2	5	1568	N 230°	32						
2	6	1569	N 230°	35						
3	7	1570	N 225°	40	39,7	1,9	3	630791.760	810243.930	81.820
3	8	1571	N 225°	39						
3	9	1572	N 225°	40						
4	10	6201	N 235°	35	33,3	2,7	6	630789.510	810245.410	83.010
4	11	6202	N 235°	30						
4	12	6203	N 235°	35						
5	13	6204	N 242°	15	20,0	1,4	6	630783.456	810247.235	85.131
5	14	6205	N 242°	20						
5	15	6206	N 242°	25						
6	16	6207	N 220°	30	31,7	1,0	10	630782.216	810250.303	87.362
6	17	6208	N 220°	35						
6	18	6209	N 220°	30						
7	19	6210	N 242°	25	26,7	1,6	12	630779.649	810260.732	94.125
7	20	6211	N 242°	20						
7	21	6212	N 242°	35						
8	22	6213	N 220°	35	35,0	1,0	3	630772.077	810275.370	102.456
8	23	6214	N 220°	35						
8	24	6215	N 220°	35						
9	25	1740	N 230°	40	38,3	1,5	3	630770.809	810278.089	104.023
9	26	1741	N 230°	35						
9	27	1742	N 230°	40						
10	28	1743	N 220°	40	38,3	1,7	52	630769.541	810280.808	104.102
10	29	1744	N 220°	35						
10	30	1745	N 220°	40						
					32,0	1,5				

B.3 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial derecho, lado derecho de la THW 6-1.

Nº CANAL	Nº DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE
1	1	7801	65	28	24,7	2,4	3	630790.6372	810235.0468
1	2	7802		18					
1	3	7803		28					
1	4	7804							
2	5	7805	65	25	25	2,9	6	630788.6968	810237.1639
2	6	7806		30					
2	7	7807		20					
2	8	7808							
3	9	7809	68	44	46,0	3,2	6	630786.4302	810242.2885
3	10	7810		49					
3	11	7811		45					
3	12	7812							
4	13	7813	67	28	27,7	3,4	3	630783.4116	810248.3350
4	14	7814		30					
4	15	7815		25					
4	16	7816							
5	17	7817	58	54	37,7	3,6	3	630782.4102	810250.5202
5	18	7818		31					
5	19	7819		28					
6	20	7820	70	45	45	3,3	3	630780.1708	810250.5203
6	21	7821							
6	22	7822							
7	23	7823	93	28	29	2	3	630778.1409	810254.9761
7	24	7824		30					
					33,6	3,0			

B.4 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial izquierdo, lado derecho de la THW 6-1.

N° CANAL	N° DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE	ELEV.
1	1	7825	245	30	30,0	3,0	3	630.774.919	810.253.226	90.327
1	2	7826		35						
1	3	7827		25						
1	4	7828								
2	5	7829	240	38	39	2,1	3	630.773.345	810.255.712	93.438
2	6	7830		40						
3	7	7701	205	42	40,3	3,0	3	630.770.625	810.256.769	94.270
3	8	7702		35						
3	9	7703		44						
3	10	7704								
4	11	7705	280	48	48,0	4,0	3	630.768.565	810.260.075	97.018
4	12	7706								
4	13	7707								
4	14	7708								
4	15	7709								
					39,3	3,0				

B.5 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial derecho, lado izquierdo de la THW 6-1.

N° CANAL	N° DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE	ELEV.
1	1	7477	60	30	26,7	1,5	3	630.772.746	810.251.082	90.654
1	2	7478		25						
1	3	7479		25						
1	4	7480								
2	5	7483	60	25	27,7	0,6	2,5	630.770.202	810.252.672	91.644
2	6	7484		28						
2	7	7485		30						
2	8	7486								
3	9	7487	55	25	25,0	0,6	5,5	630.768.273	810.254.970	92.967
3	10	7488		30						
3	11	7489		20						
3	12	7490								
					26,44	0,90				

B.6 Base de datos. Medidas realizadas en el hastial izquierdo, lado izquierdo de la THW 6-1.

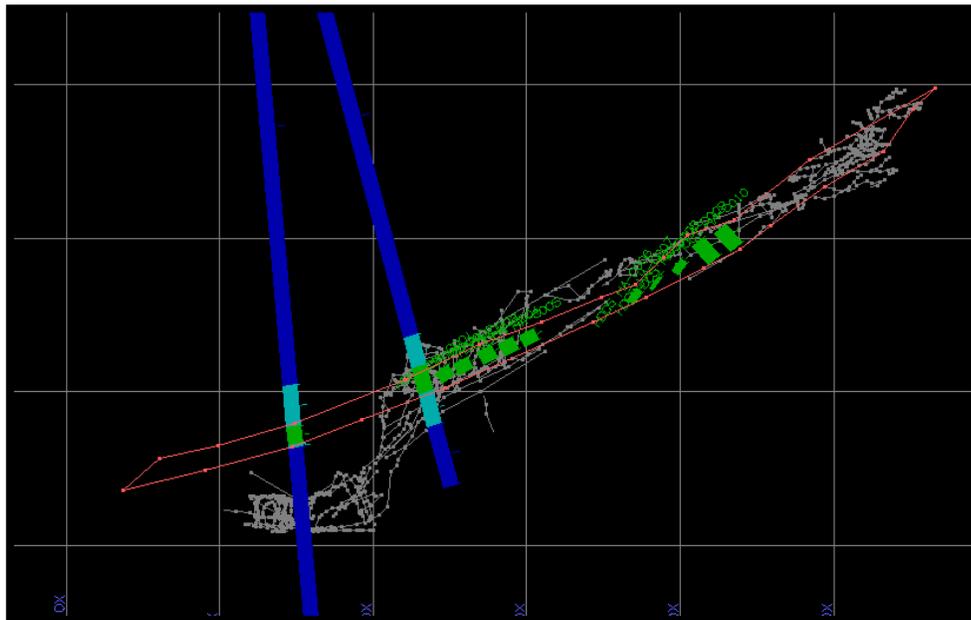
N° CANAL	N° DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE	ELEV.
1	1	4007	230	40	40,0	1,3	3	630.773.844	810.243.079	86.599
1	2	4008		30						
1	3	4009		50						
1	4	4010								
2	5	4011	220	60	48,3	1,0	3	630.771.518	810.244.904	88.620
2	6	4012		35						
2	7	4013		50						
3	8	4014	220	20	23,5	1,0	3	630.769.774	810.247.243	90.262
3	9	4015		27						
4	10	5481	225	40	37,5	0,8	3	630.767.538	810.249.243	91.209
4	11	5482		35						
5	12	5483	225	25	26,0	0,5	12	630.765.417	810.251.364	92.327
5	13	5484		27						
					37,3	0,9				

B.7 Base de datos. Medidas realizadas en el Striping de la THW 6-1.

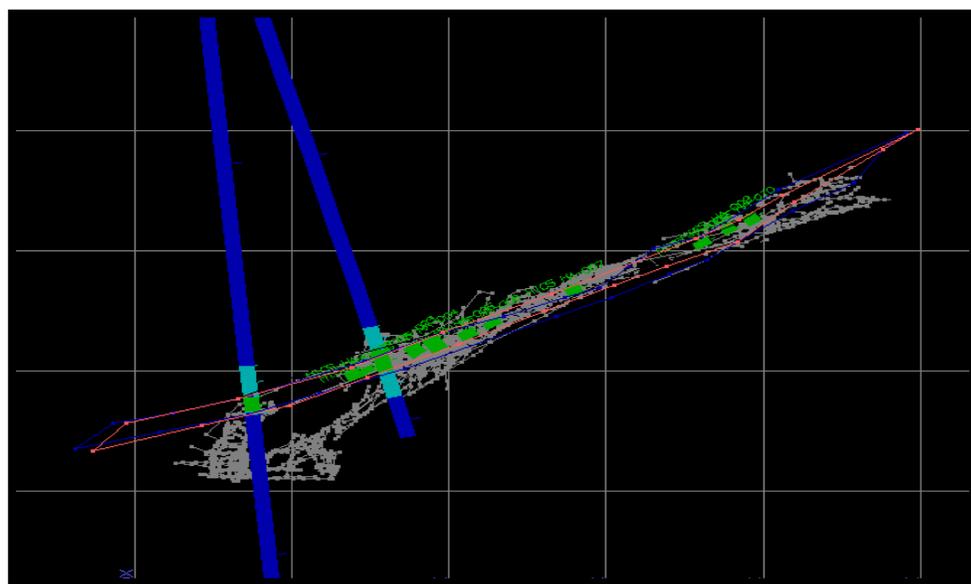
N° CANAL	N° DE MUESTRA	CODIGO	AZIMUT	BUZ (°)	BUZ Σ	POTENCIA (Mts)	MTS	ESTE	NORTE	ELEV.
1	1	9940	270	20	14,3	1,5	3	630.776.177	810.239.016	83.373
1	2	9941		3						
1	3	9942		20						
1	4	9943								
2	5	9944	270	30	30,0	1,4	3	630.773.182	810.239.183	84.605
2	6	9945		30						
2	7	9946		30						
2	8	9947								
3	9	9948	270	25	32,5	0,7	3	630.770.241	810.238.590	86.073
3	10	9949		40						
4	11	7831	260	40	37,5	0,9	3	630.768.783	810.239.750	86.777
4	12	7832		35						
5	13	7834	90	40	43,3	1,4	3	630.772.862	810.241.433	85.260
5	14	7835		50						
5	15	7836		40						
5	16	7837								
6	17	4003	90	30	36,3	1,5	3	630.769.903	810.240.938	86.383
6	18	4004		44						
6	19	4005		35						
6	20	4006								
					32,3	1,2				

APENDICES C

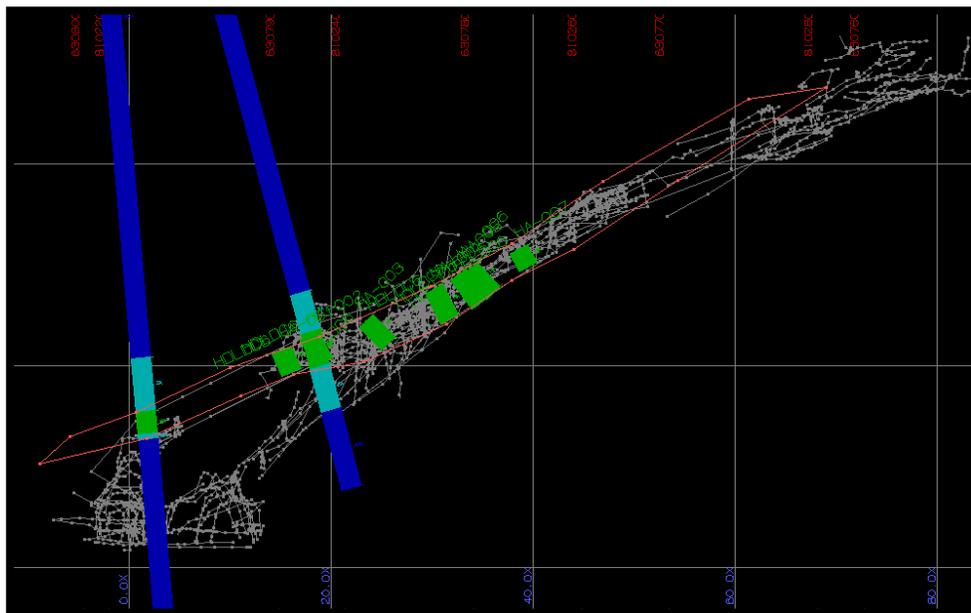
C. SECCIONES VERTICALES. SOBRE LOS HASTIALES TH5-1 Y TH6-1 DE HANSA. VISTA 2D. SOFTWARE MINERO GEMCOM.



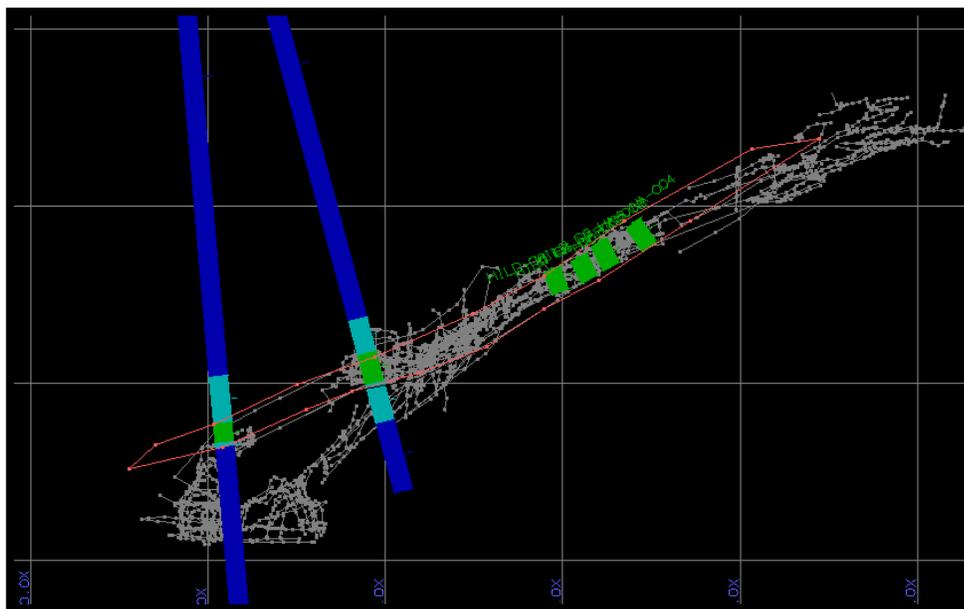
C.1 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 5-1 HD



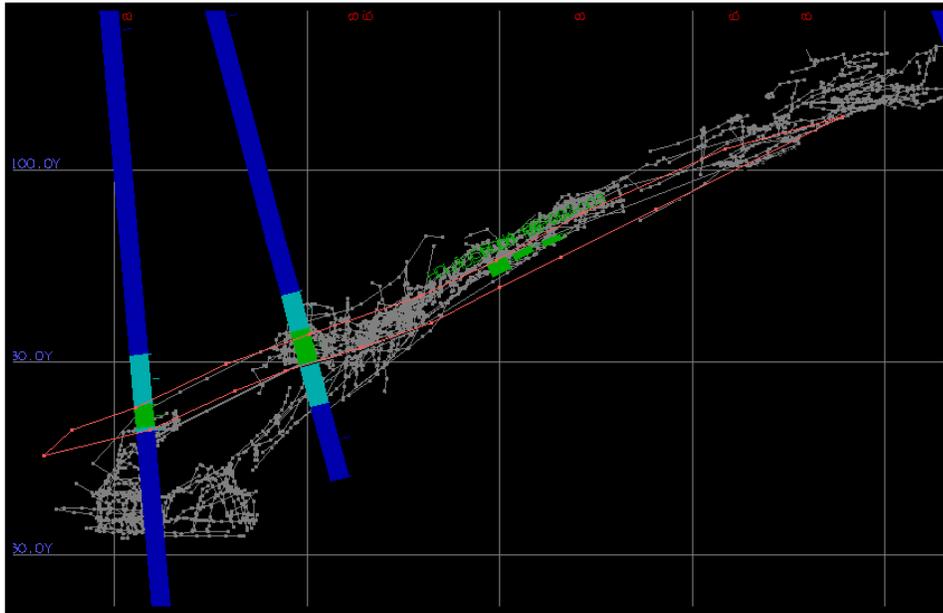
C.2 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 5-1 HI



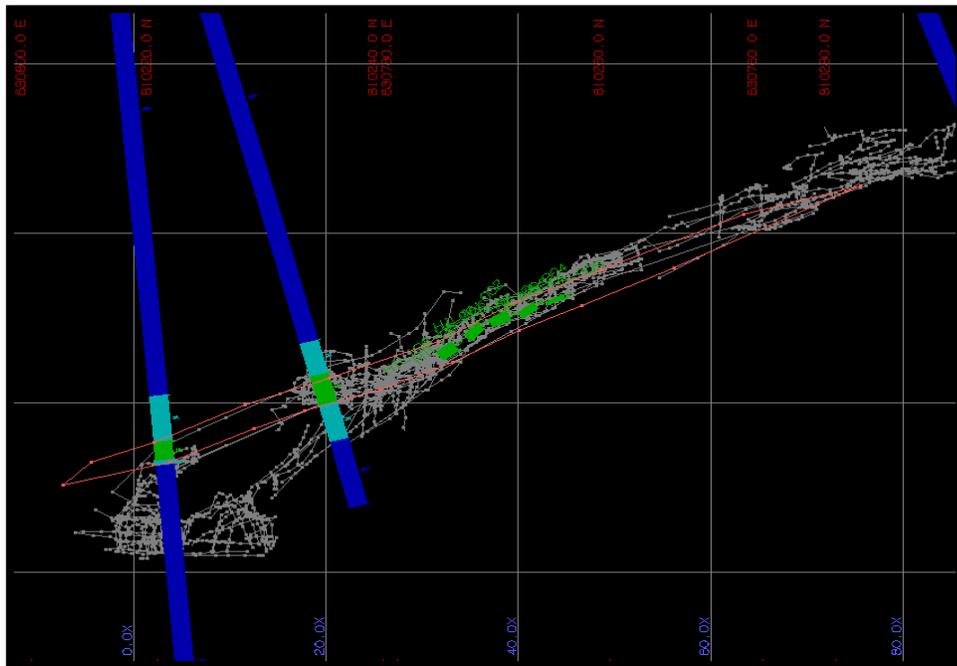
C.3 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HD-LD



C.4 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HI-LD.



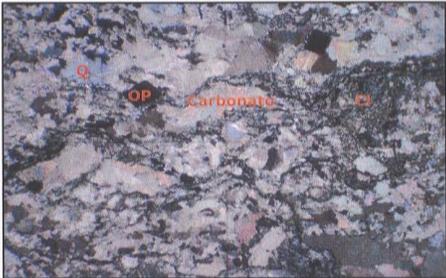
C.5 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HD-LI



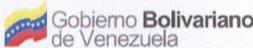
C.6 Vista 2D. Polígono en Sección Vertical THW 6-1 HI-LI.

APENDICES D

D. ANALISIS PETROGRAFICOS.

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería																					
ANÁLISIS PETROGRÁFICO																							
FORMATO-PRA-MIC-002-1	Fecha efect.:20-02-04	Fecha rev.: 20-02-04	Total de Págs. : 11	Ultima rev. 0																			
<p>Solicitud de servicio: SS-031-11 Muestra N°4: Hansa 1 Fecha: 27-07-11 Colector o solicitante: Eliana Salas Analista: Geól. Jessica Núñez Localidad o procedencia: X: Y: Unidad Litológica:</p>																							
<p>Muestra: Hansa 1 (NX), (10X/4X): Se observan cristales de carbonato; minerales opacos (Op); cuarzo (Q) y clorita, formando finos paquetes ligeramente anastomosados.</p>																							
<p>Descripción macroscópica de la muestra de mano: En muestra de mano es una muestra dura, heterogénea, de grano fino a medio, de color gris verdoso claro con tonalidades grises y verdes, además se observan finas vetillas en la superficie de la roca, también hay minerales metálicos diseminados en algunas zonas de la muestra.</p>																							
<p>Descripción microscópica de la sección delgada Cristalinidad: Holocristalina. Estructura: Masiva.</p>																							
<p>Minerales en orden de abundancia decreciente:</p>																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Minerales principales</th> <th>(%)</th> <th>Accesorios</th> <th>(%)</th> <th>Minerales de alteración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carbonato</td> <td>> 65</td> <td>Plagioclasa</td> <td>~4-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cuarzo</td> <td>~34-15</td> <td rowspan="2">Opacos</td> <td rowspan="2">~4-1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Clorita</td> <td>~34-15</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Minerales principales	(%)	Accesorios	(%)	Minerales de alteración	Carbonato	> 65	Plagioclasa	~4-1		Cuarzo	~34-15	Opacos	~4-1		Clorita	~34-15	
Minerales principales	(%)	Accesorios	(%)	Minerales de alteración																			
Carbonato	> 65	Plagioclasa	~4-1																				
Cuarzo	~34-15	Opacos	~4-1																				
Clorita	~34-15																						
<p>Tipo de roca/mineral: Muestra con carbonato-cuarzo-clorita.</p>																							
<p>Descripción composicional: Carbonato: de tamaño medio a fino, anhedral, escaso subhedral, con líneas de clivaje bien definidas, aglomerados formando un gran mosaico. Cuarzo: de tamaño medio a fino, anhedral, ondulante, recristalizado, otros alargados, formando lentes y otros aglomerados formando mosaicos microcristalinos, rellenando vetillas y asociado al carbonato. Clorita: de tamaño muy fino a fino, acicular, fibrosa y asbestiforme, bordeando al carbonato, otros formando finos paquetes ligeramente anastomosados. Plagioclasa cálcica: de tamaño fino a medio, subhedral a anhedral, con maclas polisintéticas bien definidas, están enmascaradas debajo del carbonato y la clorita. Minerales opacos: de tamaño fino a medio, anhedral, algunos formando finos paquetes y asociados a la clorita, en general dispersos heterogéneamente por la muestra</p>																							
FORMATO- PRO-GDC-001-1		Aprobado: 20-02-04		Ultima rev. 0																			

D.1 Soporte de análisis petrográficos muestra N°3. Barrios, D. Salas, E. (2011).

 Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería		 INGEOMIN												
ANÁLISIS PETROGRÁFICO																
FORMATO-PRA-MIC-002-1	Fecha efect.: 20-02-04	Fecha rev.: 20-02-04	Total de Págs.: 11	Última rev. 0												
<p> Solicitud de servicio: SS-031-11 Muestra N°5: Hansa 2 Fecha: 27-07-11 Colector o solicitante: Eliana Salas Analista: Geól. Jessica Núñez Localidad o procedencia: X: Y: Unidad Litológica: </p>																
<p>Muestra: Hansa 2 (NX), (10X/4X): Se observan cristales de carbonato y cuarzo (Q).</p>																
<p>Descripción macroscópica de la muestra de mano: Macroscópicamente es una muestra dura, heterogénea, de grano grueso a medio, de color blanco con tonalidades gris verdoso, se observan minerales metálicos diseminados por algunas zonas de la superficie de la muestra.</p>																
<p>Descripción microscópica de la sección delgada</p>																
<p>Cristalinidad: Holocristalina.</p>																
<p>Estructura: Masiva.</p>																
<p>Minerales en orden de abundancia decreciente:</p>																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Minerales principales</th> <th>(%)</th> <th>Minerales de alteración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuarzo</td> <td>> 65</td> <td rowspan="4">Sericita</td> </tr> <tr> <td>Carbonato</td> <td>~34-15</td> </tr> <tr> <td>Clorita</td> <td rowspan="2">~14-5</td> </tr> <tr> <td>Opacos</td> </tr> </tbody> </table>		Minerales principales	(%)	Minerales de alteración	Cuarzo	> 65	Sericita	Carbonato	~34-15	Clorita	~14-5	Opacos				
Minerales principales	(%)	Minerales de alteración														
Cuarzo	> 65	Sericita														
Carbonato	~34-15															
Clorita	~14-5															
Opacos																
<p>Tipo de roca/mineral: Cuarzo con carbonato-clorita-opacos.</p>																
<p>Descripción composicional:</p>																
<p>Cuarzo: de tamaño grueso a medio, otros de tamaño fino, anhedral, algunos alargados, ondulante, recristalizado, fuertemente fracturado y aglomerados, formando mosaicos microcristalinos, vetas y lentes.</p>																
<p>Carbonato: de tamaño medio a fino, anhedral, escaso subhedral, con líneas de clivaje bien definidas, aglomerados formando lentes y mosaicos.</p>																
<p>Clorita: de tamaño muy fino a fino, acicular, fibrosa y asbestiforme, formando finos paquetes y asociada a los minerales opacos.</p>																
<p>Minerales opacos: de tamaño fino a medio, anhedral, algunos fracturados, otros formando finas bandas, asociados a la clorita y en general dispersos heterogéneamente por la muestra.</p>																
<p>Alteración: sericita, de tamaño muy fino a fino, acicular y asociada al carbonato.</p>																
FORMATO- PRO-GDC-001-1		Aprobado: 20-02-04		Última rev. 0												

D.2 Soporte de análisis petrográficos muestra N°4. Barrios, D. Salas, E.
(2011).

ANEXOS