

[Type text]

[Type text]

[Type text]

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



**CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA Y PETROGRÁFICA  
PARA DETERMINAR ANOMALÍAS AURÍFERAS, EN LA  
CONCESIÓN MINERA CHOCÓ 3 ZONA III PERTENECIENTE  
A C.V.G MINERVEN, UBICADA EN EL MUNICIPIO  
AUTÓNOMO EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES SILVA A.,  
ESCARLIN C. Y NIEVES ISSAC A.  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
GEÓLOGO E INGENIERO  
GEÓLOGO RESPECTIVAMENTE**

**CIUDAD BOLÍVAR JULIO 2010**

## HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado, **Caracterización geoquímica y petrográfica para determinar anomalías auríferas, en la concesión minera Chocó 3, zona III perteneciente a C.V.G. Minerven, ubicada en el Municipio Autónomo El Callao, Estado Bolívar.** Presentado por el (los) bachiller (es) **Silva Escarlin y Nieves Issac**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

---

Profesor Miguel Gómez  
(Asesor académico)

---

Profesor Enrique Acosta  
Jefe del Departamento de Geotecnia

Ciudad Bolívar \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 201\_

## **DEDICATORIA**

A Dios primeramente por todo y cuanto me has concedido y también por las cosas que me has negado, infinitas gracias mi Señor, porque siempre has estado conmigo y eres Tú el principal responsable de que este objetivo se haya cumplido.

A mi excepcional madre, Esneyda de Jesús, por ser ella en cuerpo presente desde el principio de mis días quien me enseñó con amor, dedicación, desprendimiento y constancia, mis primeras lecciones de vida, con amor para ti mami.

A el mejor de los padres que Dios pudo regalarme, Ramón Silva, por ese apoyo incondicional que me has brindado toda la vida teniendo para mí, siempre una palabra de aliento e incentivar me a luchar por conseguir todo y cuanto me proponga.

A mis hermanos, Jorge Luis Silva y Eicarys Silva, por todos esos instantes que hemos compartido en el seno de nuestra familia, y esperando que esto sirva de motivación a alcanzar sus propias metas.

A mis abuelas, Alejandra, por todo el cariño que me has brindado, Delia María (Q.E.P.D) por cada momento que compartí junto a tí y donde quiera que estés, te sientas orgullosa de tu nieta, y a mi abuelito José Manillo, por ser para mí un hombre que con su ejemplo de vida ha demostrado lo que significa el trabajo y el amor por la tierra.

**Silva A. Escarlin C.**

## **DEDICATORIA**

A Dios el padre celestial por haberme dado el regalo máspreciado que puedo recibir que es la vida eterna y Jesucristo por su gran sacrificio que hizo en la cruz por mí.

A mis padres Alejandro Montes (Q.E.P.D) y María Nieves por darme la vida. Pero muy especial a mi madre quien con sus sacrificios pudo darme su amor, cariño, aprensión y apoyo inmensurable solo pido a JEHOVÁ que te recompense por todos tus esfuerzos él te Amo.

A mis hermanas: Mayerling, Yerka y Juana. Por su gran apoyo y comprensión que me han brindado, sé que las fastidio mucho pero son muy especiales para mí, Dios las cuide.

A mi novia Briggite por su apoyo y comprensión por compartir muchos momentos de alegría y tristeza conmigo, por soportar mis lejanías por mis estudios y por su gran amor.

A mi tío Mario Suarez por su ayuda cuando estaba en la zozobra de saber si entraría o no en la universidad, Dios te usó para yo poder entrar como universitario muchas gracias men.

A mis primo Elisa Montes y Richard Zorrilla por brindarme su gran colaboración en el momento más indicado de mí estudio muchas gracias.

**Issac A. Nieves**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Casa más Alta, Universidad de Oriente, por haber abierto sus puertas brindándome la oportunidad de obtener mi formación académica y así desarrollarme profesionalmente en el campo laboral. A la empresa C.V.G Minerven por permitirme el uso de sus instalaciones para la realización de mi trabajo de grado y al personal que labora en el área de Geología de Exploración, en especial a él Ingeniero Marcos Monroy, Geólogo Raquel Betancourt, Ingeniero Karina Tapia e Ingeniero Ives Quintero, por toda su contribución y solidaridad brindada y a cada uno de los muchachos que nos acompañaron durante el trabajo de campo. A el señor José Luis Parra, la Señora Amarilis y su esposo, personas que sin conocerme suficiente confiaron en mí, dándome todo su apoyo incondicional para poder culminar mi trabajo de grado. A mi tutor Académico profesor Miguel Gómez y la profesora Ana Bandini, por proporcionar su tiempo, conocimientos y orientación para desarrollar satisfactoriamente este trabajo de grado. A Alejandro Mendoza, por el amor y la comprensión que me brinda, su incondicionalidad y apoyarme en cada momento de mi vida. Y finalmente, a mi compañero detesis y amigo, Issac Nieves, por su colaboración, confianza y compañía para desarrollar nuestro trabajo de grado.

**Silva A. Escarlin C**

## **AGRADECIMIENTOS**

A JEHOVÁ por su gran amor, quien no escatimó en sacrificar a su hijo JESÚS para que podamos tener vida eterna (S. Juan 3:16). A nuestra Casa de Estudio la Universidad de Oriente por brindarme la oportunidad de instruirme para mi desarrollo personal y profesional. A la Compañía C.V.G.-MINERVEN por permitirme el uso de sus instalaciones para la realización de mi trabajo de grado. A mi compañera Escarlin Silva por su gran amistad, apoyo, confianza y colaboración en el desarrollo de este trabajo de grado se ha cumplido una meta ya ahora es momento de seguir avanzando (Gracias, Mendoza). A Karina Rodríguez, por tu gran ayuda Cuñis! parte de haber podido cumplir parte de esta meta te lo debo a tí y tu amiga Campero. A mi tutor académico, profesor Miguel Gómez por su gran apoyo, interés y orientación para la realización de este trabajo de grado, también un agradecimiento especial a la profesora Anna Bandini por su darnos parte de su tiempo libre para ayudarnos en el desarrollo de esta tesis. A mi tutor industrial Ingeniero Marcos Monroy y al personal perteneciente a Departamento de Geología en especial a Raquel Betancourt, Key Guevara y Ligmar Guerra por su colaboración, dedicación y disponibilidad prestada.

A quienes nos supervisaron al principio y por razones no pudieron culminar, pero que siempre estuvieron pendiente de nuestro trabajo: Ives Quintero y Karina Tapia gracias.

**Issac A. Nieves**

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló específicamente en la Zona III del Chocó 3, concesión perteneciente a la empresa C.V.G Minerven; el área sujeta a estudio consta de 150Has aproximadamente, se encuentra ubicada a 12 Km al Oeste de la población El Callao en la ruta que conduce a El Manteco, municipio autónomo El Callao, estado Bolívar, Venezuela. El propósito principal de este proyecto consiste en realizar una caracterización geoquímica y petrográfica para determinar anomalías auríferas en dicho sector y de esta manera conocer si el área puede ser un prospecto económicamente rentable para la compañía. La superficie está enmarcada geológicamente dentro de la Provincia Geológica de Pastora, del Supergrupo Pastora; geomorfológicamente se caracteriza por ser una zona de lomas bajas con pendiente suave bordeada por quebradas de régimen intermitente. El proyecto se llevó a cabo mediante la elaboración de una red de muestreo de suelo con un mallado de 100m x 25m el cual estaba conformado por un eje central de 1500m de extensión en dirección N-S y 16 picas transversales a éste de 1000m de extensión en dirección E-W; de igual forma se realizó la recolección de muestras de rocas extraídas de los afloramientos encontrados en el área. La recolección de muestras de suelo, tuvo como finalidad determinar mediante método de absorción atómica la cantidad de Oro (Au), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Hierro (Fe) y Cinc (Zn) expresadas en ppb y/o ppm contenidas en dichas muestras, para luego ser analizadas mediante métodos estadísticos (Diagrama de Cajas Gráficas) y ser representadas gráficamente en mapas de isovalores, todo esto con la ayuda de programas como Excel, SPSS 15.0 y Surfer 8.0. A partir de esto se determinaron dos zonas anómalas, ya que presentan valores considerables de oro de hasta 6000 ppb, dichas anomalías fueron enumeradas como A-1 y A-2 siendo la anomalía A-1 la que presenta mayor respuesta anómala con una dirección Norte-Sur. Considerando los altos valores obtenidos es posible que las anomalías geoquímicas encontradas en la zona de prospección este reflejando en superficie una posible mineralización a profundidad. La litología del área fue definida mediante 14 análisis petrográficos los cuales indican que se pueden distinguir 2 tipos de rocas: Gabro y tobas de composición dacítica. Estos mismos análisis señalan que las rocas presentes en el área fueron sometidas a eventos hidrotermales y piroclásticos, ya que los minerales constituyentes de las rocas se encuentran alterados física y químicamente de acuerdo a su estructura original.

## CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
RESUMEN .....	vii
CONTENIDO .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE TABLAS .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	3
1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1 Objetivo general .....	3
1.2.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Justificación de la investigación .....	4
1.4 Alcances de la investigación.....	4
1.5 Limitaciones de la investigación.....	5
CAPÍTULO II.....	6
GENERALIDADES .....	6
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	6
2.2 Acceso al área de estudio .....	7
2.3 Características físicas y naturales del área de estudio .....	9
2.3.1 Clima .....	9
2.3.2 Topografía .....	10
2.3.3 Geomorfología.....	11

2.3.4 Vegetación.....	12
2.3.5 Drenaje.....	13
2.3.6 Suelos.....	14
2.4 Geología regional .....	15
2.4.1 Provincia de Pastora .....	17
2.5 Cinturones de rocas verdes (CRV) del Escudo de Guayana .....	22
2.5.1 Depósitos minerales de los cinturones de rocas verdes (CRV). .....	23
2.5.2 Depósitos de Oro en la provincia geológica de Pastora.....	24
2.5.3 Distrito aurífero El Callao (DAEC).....	26
2.6 Geología local.....	28
CAPÍTULO III.....	31
MARCO TEORICO .....	31
3.1 Estudios anteriores.....	31
3.2 Bases teóricas.....	33
3.2.1 Geoquímica .....	33
3.2. 2 Elemento indicador, indicador directo o elemento blanco.....	34
3.2. 3 Elemento explorador o elemento pionero.....	34
3.2.4 Ramas de la geoquímica .....	35
3.2.5 pasos de una exploración geoquímica.....	35
3.2.6 Anomalía geoquímica .....	36
3.2.7 Tipos de anomalías geoquímicas.....	37
3.2.8 Valor normales de fondo .....	39
3.2.9 Valor de umbral .....	42
3.2.10 Diagrama de caja .....	43
3.2.11 Métodos analíticos y sus aplicaciones .....	45
3.3 Términos básicos.....	46
3.3.1 Muestra.....	46
3.3.2 Medidas de tendencia central.....	46
3.3.3 Media aritmética .....	47

3.3.4 Mediana .....	47
3.3.5 Moda.....	47
3.3.6 Geoestadística .....	47
3.3.7 Muestreo.....	48
3.3.8 Análisis químico .....	48
3.3.9 Oro .....	48
3.3.10 Plomo .....	49
3.3.11 Cinc .....	49
3.3.12 Hierro .....	50
3.3.13 Análisis petrográfico .....	50
3.3.14 Sección delgada .....	51
CAPÍTULO IV.....	52
METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	52
4.1 Nivel de investigación.....	52
4.2 Diseño de la investigación .....	52
4.3 Actividades realizadas .....	53
4.3.1 Revisión bibliográfica.....	55
4.3.2 Trabajo de campo .....	55
4.3.3 Trabajo de laboratorio .....	59
4.3.4 Trabajo de oficina .....	63
4.4.5. Análisis e interpretación de los resultados .....	65
CAPÍTULO V .....	66
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	66
5.1 Muestreo de la zona de estudio.....	66
5.2 Mapa geológico.....	67
5.3 Resultados de la prospección geoquímica.....	67
5.4 Resultados de análisis estadísticos.....	68
5.4.1 Elemento oro.....	69
5.4.2 Elemento Cobre.....	71

5.4.3 Elemento Cinc.....	72
5.4.4 Elemento Plomo .....	73
5.4.5 Elemento Hierro .....	74
5.5 Comparación de resultados geoestadísticos para cada uno de los elementos .....	76
5.6 Resultados de los análisis petrográficos .....	77
5.6.1 Muestra 050576 .....	77
5.6.2 Muestra 050577 .....	78
5.6.3 Muestra 050578 .....	79
5.6.4 Muestra 050579 .....	81
5.6.5 Muestra 050580 .....	82
5.6.6 Muestra 050583 .....	83
5.6.7 Muestra 050585 .....	84
5.6.8 Muestra 05086 .....	85
5.6.9 Muestra 050587 .....	87
5.6.10 Muestra 050588-A .....	88
5.6.11 Muestra 050588-B .....	89
5.6.12 Muestra 050590 .....	90
5.6.13 Muestra 050591 .....	91
5.6.14 Muestra 050592 .....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
Conclusiones.....	98
Recomendaciones .....	99
REFERENCIAS .....	101
APÉNDICES.....	103
APÉNDICE A.....	103
RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE SUELO A LAS CUALES SE LES REALIZARÓN ABSORCIÓN ATÓMICA EN LA DE CHOCÓ 3 ZONA III .....	103
APÉNDICE B.....	125
RESULTADOS DE LA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA .....	125

APÉNDICE C.....	131
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	131

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación de la población El Callao. ....	7
Figura 2.2 Ubicación y vías de acceso de la población El Callao.....	8
Figura 2.3 Ubicación de la concesión Chocó 3.....	9
Figura 2.4 Topografía del área de estudio.....	11
Figura 2.5 Bosques altos medios Figura 2.6 Bosques medios medios .....	13
Figura 2.7 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana en Venezuela. ....	16
Figura 2.8 Mapa geológico de las Provincias de la Región de Guayana.....	17
Figura 2.9 Columna litoestratigráfica de los CRV de la Provincia geológica de Pastora .....	18
Figura 2.10 Cinturones de rocas verdes del Escudo de Guayana. ....	23
Figura 2.11 Distrito aurífero El Callao. (CVG MINERVEN).....	28
Figura 3.1 Diagrama de caja indicando sus partes.....	45
Figura 4.1 Flujograma de la metodología.....	54
Figura 4.2 Apertura de la calicata Ch3Z3M1 P.0+100E. ....	57
Figura 4.3 Extracción, homogenización y cuarteo de la muestra de suelo. ....	57
Figura 4.4 Identificación de la calicata y la muestra. ....	58
Figura 4.5 Máquina cortadora de gasoil, cortadora manual, y abrasivos. ....	60
Figura 4.6 Sección de roca y portaobjeto, materiales para pegar la muestra, desbastadora eléctrica. ....	61
Figura 4.7 Debastación manual de la roca, colocación del cubre objeto identificación de la muestra. ....	61
Figura 4.8 Muestra macroscópica y sección delgada, análisis microscópico de la sección...	63
Figura 5.1 Caja gráfica para elemento oro. ....	70
Figura.5.2 Caja gráfica para elemento Cobre. ....	72
Figura 5.3 Caja gráfica para elemento Cinc. ....	73
Figura 5.4 Caja gráfica para elemento Plomo.....	74
Figura 5.5 Caja grafica para elemento Hierro.....	75
Figura 5.6 Muestra 050576 observada con el microscopio. ....	78

Figura 5.7 Muestra 050577 observada con el microscopio. ....	79
Figura 5.8 Muestra 050578 observada con el microscopio. ....	80
Figura 5.9 Muestra 050579 observada con el microscopio. ....	81
Figura 5.10 Muestra 050580 observada con el microscopio.....	83
Figura 5.11 Muestra 050583 observada con el microscopio.....	84
Figura 5.12 Muestra 050585 observada con el microscopio.....	85
Figura 5.13 Muestra 050586 observada con el microscopio.....	86
Figura 5.14 Muestra 050587 observada con el microscopio.....	88
Figura 5.15 Muestra 050588-A Observada con el microscopio.....	89
Figura 5.16 Muestra 050588-B observada con el microscopio. ....	90
Figura 5.17 Muestra 050590 observada con el microscopio.....	91
Figura 5.18 Muestra 050591 observada con el microscopio.....	92
Figura 5.19 Muestra 050592 Observada con el microscopio. ....	93
Figura 5.20 Cuadro comparativo de abundancia de minerales en las muestras analizadas. .	96

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Coordenadas UTM de la parcela Chocó 3. ....	6
Tabla 2.2 Coordenadas UTM de la zona III. ....	7
Tabla 3.1 Elementos indicadores y exploradores de algunos tipos de depósitos minerales .	35
Tabla 3.2 Abundancia normal de los elementos químicos en rocas de la corteza terrestre. (Morales, A. 1985).....	41
Tabla 3.3 Factores de enriquecimiento de algunos elementos (Morales, A. 1985). ....	42
Tabla 3.4 Métodos principales de la prospección geoquímica y sus aplicaciones. El Callao (Goldfields 2003).....	46
Tabla 5.1 Valores de Medidas de Tendencia Central.....	68
Tabla 5.2 Fórmulas utilizadas para el análisis estadístico. ....	69
Tabla 5.3 Valores de corte para el elemento Au. ....	69
Tabla 5.4 Valores de corte para el elemento Cu.....	71
Tabla 5.5 Valores de corte para el elemento Zn.....	73
Tabla 5.6 Valores de corte para el elemento Pb.....	74
Tabla 5.7 Valores de corte para el elemento Fe.....	75
Tabla 5.8 Resumen de análisis petrográficos. ....	95

## INTRODUCCIÓN

La compañía minera Corporación Venezolana de Guayana. MINERVEN C.A., es una empresa del Estado venezolano, perteneciente al holding de la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.), fue creada para desarrollar la industria del oro, realizando labores de exploración, prospección, explotación, evaluación, procesamiento y comercialización del mineral.

C.V.G. Minerven se encuentra ubicada en el Municipio Autónomo El Callao, en el estado Bolívar, tiene en su haber 12 concesiones de 500 hectáreas cada una, las cuales fueron otorgadas por el Estado Venezolano el 9 de Enero de 1973 por medio del Ministerio de Minas e Hidrocarburos (M.M.H).

Esta empresa se encuentra incursionando en proyectos de geología de superficie, realizando estudios geológicos a detalle en seguimiento del comportamiento estructural y determinación de zonas anómalas de interés, asociado a las mineralizaciones auríferas de la región.

La zona de estudio se ubica en la parcela de Chocó 3, específicamente la subzona III, localizada al Oeste de la población El Callao.

El estudio se lleva a cabo con el objetivo de realizar una caracterización tanto geoquímica como petrográfica del área a prospectar para determinar así, zonas que presenten comportamientos anómalos en la distribución de sus elementos químicos, en esta investigación está dirigido principalmente al mineral oro. Esto a su vez servirá para poder determinar la rentabilidad de la zona, utilizando una serie de métodos estadísticos los cuales permitirán hacer una serie de recomendaciones para el mejor aprovechamiento del área.

El trabajo está estructurado en 5 capítulos. En el capítulo I se presenta la situación a investigar, abarca el planteamiento del problema, objetivos, justificación alcance y limitaciones de la investigación. El capítulo II corresponde a las generalidades, ubicación del área, marco geológico regional y local. El capítulo III trata acerca de los fundamentos teóricos que sustentan la investigación. La metodología a desarrollar se muestra en el capítulo IV. El capítulo V se destinó al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la metodología aplicada. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones generadas a partir del análisis de los resultados obtenidos.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La Compañía General de Minería de Venezuela, C.V.G Minerven, en el año 1973, cuando fue nacionalizada por parte del estado venezolano, se le asignó la responsabilidad de desarrollar la industria del oro, realizando labores de exploración, prospección, evaluación, explotación, procesamiento y comercialización del mineral aurífero, produciendo divisas para el desarrollo del país debido a la presencia de innumerables reservas de mineral de oro; sin embargo, durante los últimos años la producción de ésta ha sido sustentada principalmente por Mina Colombia, es por ello que en la actualidad están en ejecución una serie estudios; que ayuden a la determinación de zonas mineralizadas que contribuyan al desarrollo de nuevos proyectos de minería que resulten factibles económica y socialmente.

### **1.2 Objetivos de la investigación**

#### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar geoquímica y petrográficamente para determinar anomalías auríferas, en la concesión minera Chocó 3, zona III perteneciente a C.V.G. Minerven, ubicada en el Municipio Autónomo El Callao, Estado Bolívar.

#### **1.2.2 Objetivos específicos**

Realizar análisis estadístico de las muestras con material aurífero para conocer la distribución del mineral así como surepresentación gráfica.

Localizar anomalías geoquímicas para determinar valores anómalos de oro.

Identificar unidades litológicas presentes en el área de estudio.

Determinar la relación existente entre la topografía y la mineralización aurífera presente en la zona.

### **1.3 Justificación de la investigación**

Esta surge debido a la imperante necesidad que presenta la empresa C.V.G. MINERVEN de aumentar la búsqueda de yacimientos auríferos y establecer zonas mineralizadas con el fin de establecer un proyecto de explotación que proporcionará la obtención de mineral aurífero y pueda abastecer las plantas procesadoras de oro.

Tomando como base, los resultados de un trabajo realizado por C.V.G. TECMIN en 1993, el cual tiene como título “Delimitación de zonas de posibles mineralizaciones auríferas de interés económico, definir litologías y estructuras que pudieran controlar las mineralizaciones” donde se destacó la existencia de áreas que mostraban características favorables y merecen ser estudiadas con mayor detalle, entre ellas la zona III de Chocó 3 (objeto a estudiar en esta investigación).

### **1.4 Alcances de la investigación**

Una vez finalizada la investigación se plantea la ubicación de zonas que presenten comportamiento anómalo en cuanto a la presencia de oro en el área de estudio, realizando para ello un mapa de isovalores de oro, en el que se representen gráficamente las zonas anómalas, así mismo se obtendrá la identificación de la litología presente en el área y los eventos geológicos que afectaron la zona, todo esto

con la finalidad de contribuir a la ubicación de nuevos yacimientos minerales, que resulten de ser potencialmente económico para la empresa.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

Durante la ejecución de este proyecto se encontraron algunas limitantes que impiden el desarrollo efectivo del trabajo de investigación, entre estas podemos mencionar:

Accesibilidad dificultosa a la zona de estudio debido a factores como la topografía la cual presenta algunas pendientes abruptas y la densa vegetación del sector.

Poca disponibilidad de equipos y/o herramientas para realizar el procedimiento de muestreo.

Disposición de poco personal para la realización de los análisis químicos y petrográficos.

Poca disponibilidad bibliográfica y cartográfica actualizada por la empresa de las zonas en estudio

## CAPÍTULO II GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La población El Callao se localiza hacia el sureste en el estado Bolívar, Venezuela, (Figura 2.1), aproximadamente a 285 km de Ciudad Bolívar, entre las poblaciones de Guasipati y Tumeremo. La zona de estudio se ubica en la parcela de Chocó 3, específicamente la subzona III, al Oeste del Callao; las coordenadas del área de estudio se muestran en la tabla 2.1 y tabla 2.2.

Tabla 2.1 Coordenadas UTM de la parcela Chocó 3.

Coordenadas UTM		
Vértice	Este	Norte
Vértice-A	620.002,07	813.992,43
Vértice-B	620.002,07	809.492,43
Vértice-C	626.002,07	809.492,43
Vértice-D	626.002,07	811.992,43
Vértice-E	626.502,07	811.992,43
Vértice-F	626.502,43	813.992,43

Tabla 2.2 Coordenadas UTM de la zona III.

Coordenadas UTM		
Vértice	Este	Norte
Vértice-A	621.134,82	811.043,23
Vértice-B	621.120,99	809.542,85
Vértice-C	622.175,29	809.541,90
Vértice-D	622.161,62	811.044,21

## 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio presenta una sola vía: el trayecto recorrido hasta la concesión, se realiza a través de una carretera asfaltada que conduce hacia la población El Manteco y para acceder hasta la zona de estudio se recorren unos 2 Km pasando por un camino de tierra. (Figura2.2).



Figura 2.1 Ubicación de la población El Callao.

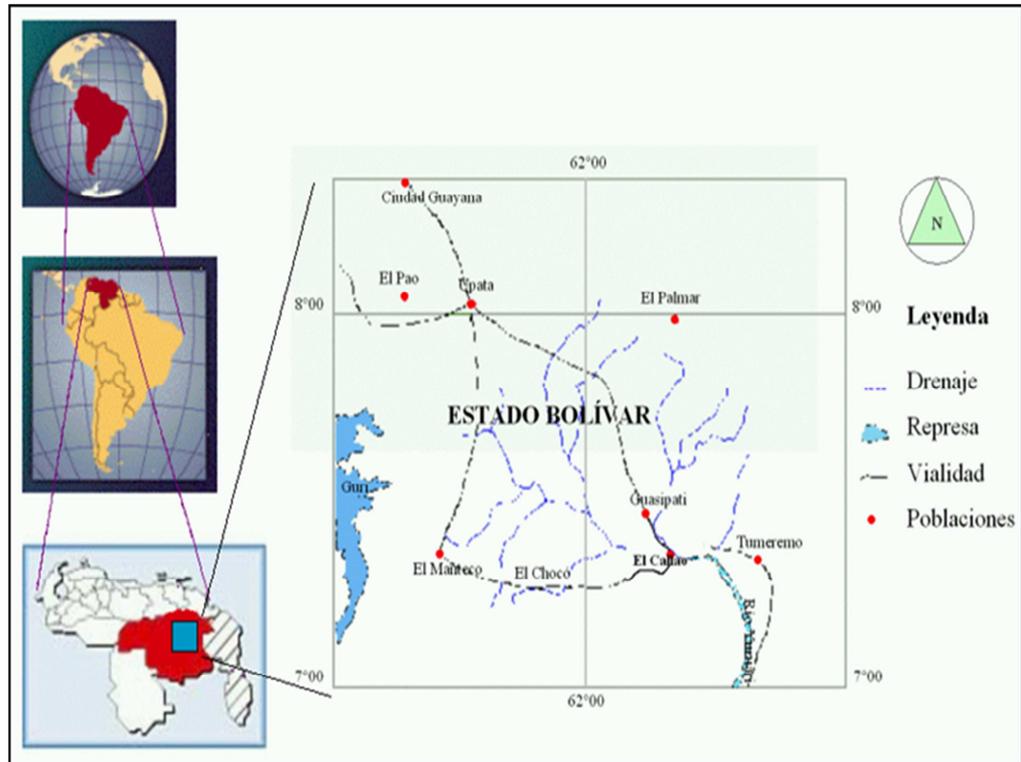


Figura 2.2 Ubicación y vías de acceso de la población El Callao.

La zona de estudio se encuentra dentro la concesión Chocó 3 perteneciente a C.V.G. Minerven, otorgada por el Ministerio de Minas e Hidrocarburos (hoy Ministerio de Industrias Básicas y Minería), el 9 de Enero de 1973 junto a otras 12 concesiones; para exploración, desarrollo y explotación de minerales de oro y diamante, ubicada en los Municipios Roscio y el Callao. (Figura 2.3).

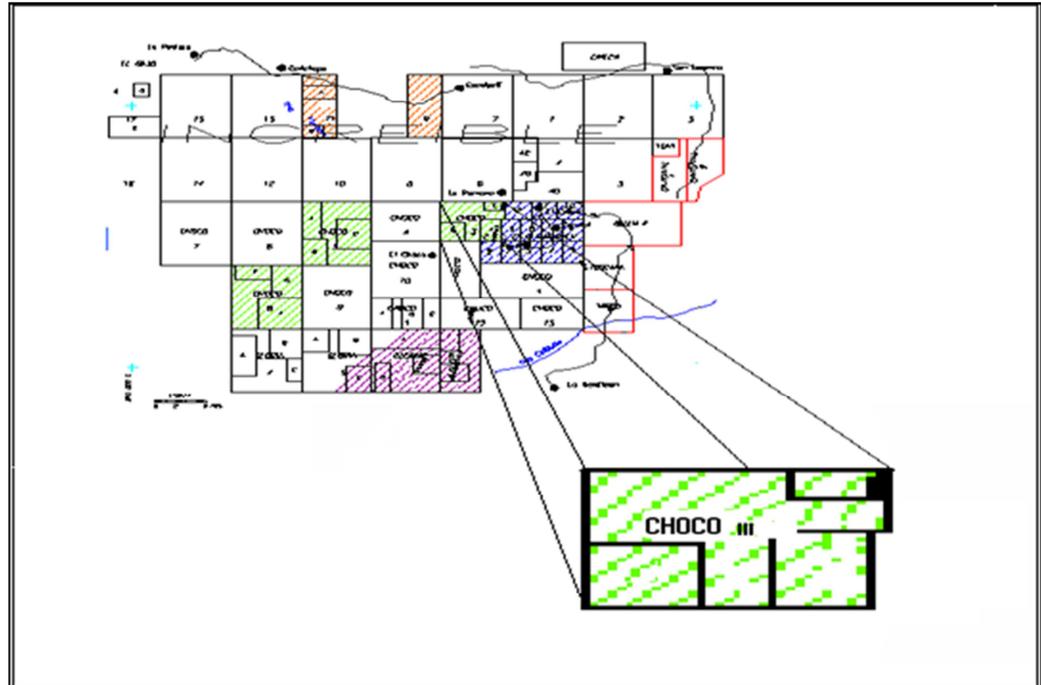


Figura 2.3 Ubicación de la concesión Chocó 3.

## 2.3 Características físicas y naturales del área de estudio

### 2.3.1 Clima

A partir de los estudios realizados por C.V.G TECMIN (1989), en el proyecto de Inventario de Recursos Naturales de la Región de Guayana, cuyos datos fueron aportados por la estación meteorológica Puente Blanco, adscrita al Ministerio de Ambiente, donde se determinó que las condiciones climáticas medias del área de estudio son las siguientes:

Pluviometría: se ubica entre 1100mm y 1050 mm al año

Evaporación: es de 1743mm

Temperatura media: es de 25°C, con una máxima de 31,4°C y una mínima de 21°C

Radiación solar: directa y difusa media anual es de 435 cal/cm por día

Humedad relativa: anual es de 78,5%.

El clima es Tropical de Sabana (Clasificación de Köppen), la época de lluvia abarca el período comprendido entre los meses de abril y agosto; el resto del año conforma el período seco, con los meses de enero, febrero y marzo con precipitación media inferior a los 80mm. La temperatura media del mes más frío es superior a los 20°C y la oscilación media anual es menor de 2°C, los meses más cálidos están entre febrero y abril, y el menos cálido es enero (Fernández, Fernández y Marín, 1989).

### 2.3.2 Topografía

La topografía del área presenta una alineación regional en direcciones este-oeste y noreste. El relieve promedio es de 250 a 300 metros entre valles y colinas. Los valles son anchos y relativamente planos alcanzando una altitud máxima de 175 metros sobre el nivel del mar. Las colinas alcanzan una altitud máxima de 505 metros (Cerro El Brujo), con laderas de inclinación relativamente suave con cimas redondeadas. Esta conformada por un 43% de peniplanicies, un 30% de lomeríos, 3% de núcleos montañosos al centro, 5% paisajes de valles con un área de 1 Km<sup>2</sup>., a una altitud entre 230 y 240 metros; representando una superficie de tamaño considerable en la zona. (Figura 2.4)



Figura 2.4 Topografía del área de estudio.

### 2.3.3 Geomorfología

A escala regional, la zona de El Callao se distingue por un dominio casi total del paisaje de altiplanicie compuesto por un conjunto de lomas disectadas, por lo general sujetas localmente a una intensa erosión, cuya actividad ha modelado sus vertientes en alto grado.

Se puede también encontrar a escala regional, un paisaje dominado topográficamente por el sistema de colinas, que se extiende hacia el este de la zona bajo estudio, perteneciente a una peniplanicie. Dicho paisaje no supera en altitud los 140 msnm; conformado por una superficie de topografía “casi plana” a suavemente inclinada u ondulada, con pendientes, por lo general, inferiores al 8%. Ella se encuentra fuertemente intervenida, tanto, que los procesos erosivos son severos, originando un medio con problemas de estabilidad morfodinámica.

El otro paisaje presente en el área es el Valle, el cual presenta suficiente amplitud para considerarlo un tipo de paisaje importante, así se evidencia, el valle del río Yuruari. Ambioconsult, (2003)

A nivel local específicamente en la zona objeto de estudio, según lo observado en el trabajo de campo no existen procesos erosivos severos, manteniéndose un equilibrio morfogenético relativo, con escurrimientos superficiales leves, debidos a la excelente protección que ejerce la cobertura vegetal boscosa en esta zona.

#### 2.3.4 Vegetación

Desde el punto de vista bioclimático, “el área se caracteriza por estar enmarcada dentro de la zona de vida correspondiente al Bosque Seco Tropical” con formaciones herbáceas y arbustiva de porte medio y alturas promedios entre 20 m y 25 m, con arboles emergentes que pueden alcanzar hasta 30 m.

Bajo este contexto, la zona agrupa en líneas generales bosques medios de cobertura uniforme pudiéndose diferenciar tres (3) formaciones vegetales consideradas como bosques primarios; ellos son: bosques altos medios (Figura 2.5), bosques medios medios (figura 2.6).

La marcada alternancia de un período seco y otro lluvioso determina la presencia de formaciones vegetales como un carácter “decíduo a semidecíduo”, de acuerdo a la duración del período seco local, el cual se evidencia marcadamente en los meses de enero a abril. Ewel y Madríz, (1.968).



Figura 2.5 Bosques altos medios Figura 2.6 Bosques medios medios

En el área se puede evidenciar la intervención del hombre originada a partir de dos causas: por extracción de material aurífero a pequeña escala y por agricultura migratoria como los conucos, dando lugar a que se destruya la cobertura vegetal original y dar paso a vegetación secundaria.

### 2.3.5 Drenaje

En la zona objeto de este estudio el comportamiento de la red de drenaje es un reflejo no sólo de las condiciones geomorfológicas imperantes, sino también de la influencia de las geoestructuras, ya que éstas dominan directa o indirectamente la forma, densidad y distribución de los drenes. Ambioconsult, (2003).

En términos generales en la zona se desarrolla un patrón de drenaje subdendrítico de mediana densidad. Sin embargo, se presentan algunas variaciones en su distribución que responden a la influencia de factores geológicos, estructurales y de pendientes. El patrón de drenaje desarrollado en algunos sectores es más ramificado y con características de dendrítico en otros. Además, existe una modificación o combinación de patrones de subdendrítico con subparalelo en muchos casos. Ambioconsult, (2003).

En la zona III se presentan quebradas de régimen intermitente que son controladas por el relieve del área. La quebrada de mayor importancia que drena por la concesión es la Iguana, afluente del río Yuruari, el cual bordea casi enteramente a la población de El Callao, y desemboca en el río Cuyuní. Esta quebrada nace en la zona noreste del área de la Concesión El Chocó 4, la superficie total de la subcuenca es de alrededor de 6.400 has, el curso principal presenta una dirección predominante suroeste-noreste, extendiéndose aproximadamente en una longitud mayor a los 12 km, desde sus cabeceras localizadas a más de 350 m.s.n.m sobre lomas altas mayormente de laderas rectilíneas hasta su confluencia en el río Yuruarí, a 3 km al suroeste de El Callao, sobre la cota de los 160 m.s.n.m. Ambioconsult, (2003).

#### 2.3.6 Suelos

Estos suelos son de origen residual, desarrollados a partir de materiales no consolidados de naturaleza coluvio aluvial, derivados de la meteorización de rocas ígneas, particularmente andesitas y lavas. Su textura es comúnmente arcillosa, mezclada con fragmentos sub-angulosos de naturaleza ferruginosa y tamaño variable. (C.V.G TECMIN, Op cit.)

Los suelos de esta área presentan la siguiente asociación: Kanhaplustults moderadamente profundos; Quartz-samments-fluvaquents; 4-8% de pendiente. Inclusiones: Kandiustults, Ustorthents y Dystropepts.

Los kanhaplustults son suelos moderadamente profundos a profundos (32-125 cm). Poseen un horizonte A de espesor variable, comprendido entre 8 y 45 cm; de texturas arenosa, arcillosa y también arcillo limosa.

## 2.4 Geología regional

La Guayana Venezolana, por su localización geográfica y sus dificultades de acceso ha sido la región menos conocida del país, en cuanto a su aspecto geológico-minero. El área del Escudo de Guayana se extiende por los países de Venezuela, Guyana, Suriname, Guayana Francesa y partes de Colombia, Norte del Río Amazonas en Brasil y de Bolivia.

En Venezuela, la región conocida con el nombre de Guayana, se extiende al Sur del río Orinoco y comprende aproximadamente un 25 % del Escudo de Guayana, sin embargo este último, representa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela. (Figura 2.7).

La Guayana Venezolana, ha sido subdividida en cuatro provincias geológicas, con características litológicas, metalogénicas y tectónicas distintivas: Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima las cuales forman parte del Cratón Amazónico del Precámbrico de Sudamérica, que se extiende por el norte de Brasil, de las Guayanas, remanentes precámbricos de Colombia y Bolivia. La zona de estudio está enmarcada dentro de la Provincia Geológica de Pastora. Petrológicamente la Provincia de Imataca pertenece al denominado cinturón de rocas granulítico, la Provincia de Pastora a los cinturones de rocas verdes y Cuchivero, se caracteriza por las grandes extensiones de granitos. La Provincia de Roraima es una cobertura discordante sobre rocas pertenecientes a Pastora o Cuchivero.

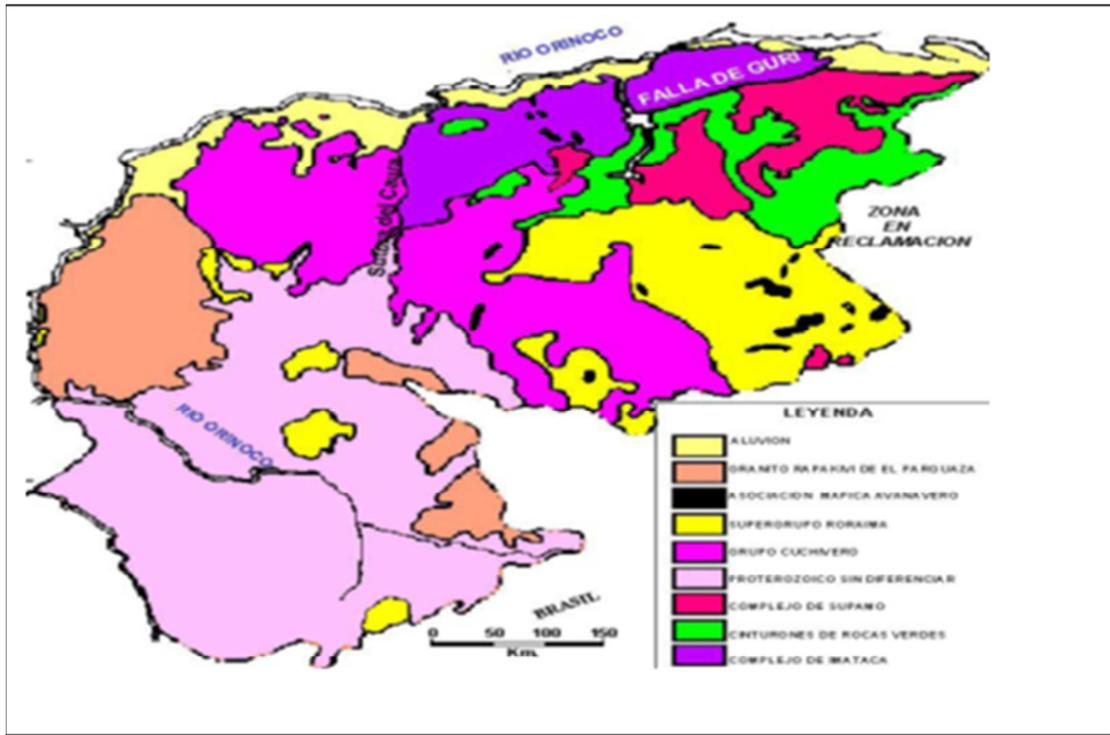


Figura 2.7 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana en Venezuela.

Las provincias geológicas que constituyen el Escudo de Guayana en Venezuela esta representados en cuatro conjuntos litológicos:

1. Gneises, granulitas y formaciones de hierro arqueozoicos.
2. Cinturones de rocas verdes paleoproterozoicos intrusionados por cuerpos dómicos de granitos sódicos.
3. Lavas y Tobas riolíticas no metamorfizadas intrusionadas por extensos plutones de cuarzo, monzonita y granito.
4. Areniscas arcósicas, cuarcitas, conglomerados y lutitas no metamorfizadas.

Las características geológicas a detalle, de cada provincia fueron señaladas por Menéndez, A (1968) al norte del paralelo 6°; dos de estas provincias desaparecen al sur del citado paralelo, persistiendo las más jóvenes, Cuchivero y Roraima, con sus características distintivas lito-estratigráficas, y estructurales esenciales. (Figura 2.8).

Los cinturones de rocas verdes (CRV) se distinguen en las Provincias de Imataca y Pastora, sin embargo, estos se encuentran expuestos en forma extensiva y característica, en la Provincia de Pastora.

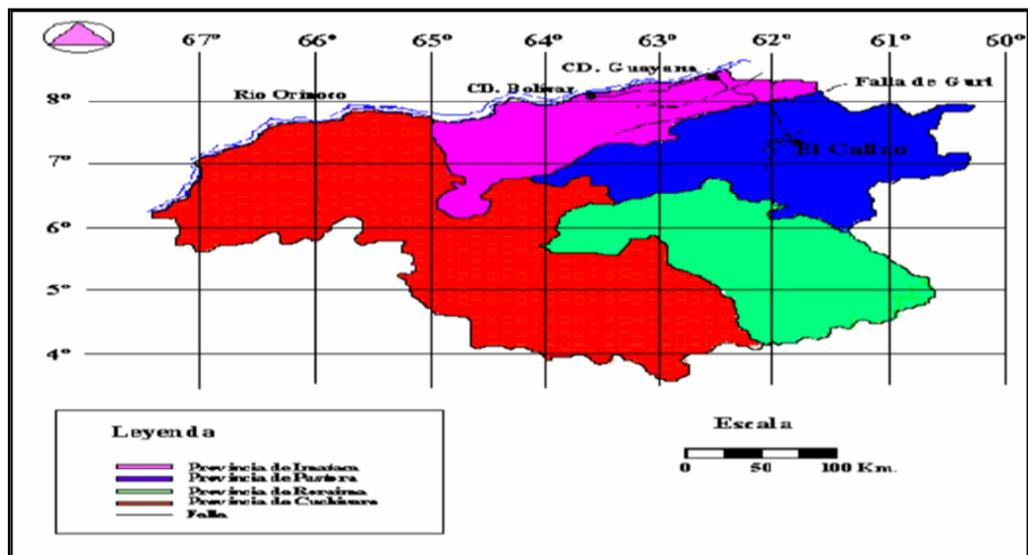


Figura 2.8 Mapa geológico de las Provincias de la Región de Guayana.

#### 2.4.1 Provincia de Pastora

Se extiende desde la falla de Gurí al Norte hasta las proximidades del Parque Nacional Canaima al Sur (Km. 95), por el Este hasta los límites con la Zona en Reclamación del Esequivo y al Oeste hasta el río Caura.

También llamada Provincia del Oro, está formada por Cinturones de Rocas Verdes (CVR) delgados, antiguos y tectonizados tipo Carichapo y CRV más anchos, jóvenes y menos tectonizados tipo Botanamo y por complejos graníticos sódico, como el Complejo de Supamo, siendo toda la secuencia intrusionada por granitos potásicos dioritas y rocas gabroides.

Los depósitos litológicos mayores son volcánicos ultramáficos a félsicos y del tipo volcano-sedimentario, subordinados a intrusiones máficas a félsicas de diferentes edades, formando así una unidad litoestructural llamada Supergrupo pastora la cual agrupa en su parte basal al grupo Carichapo, luego a la formación Yuruari y en la parte superior, la formación caballape, del grupo Botanamo. El grupo Carichapo se caracteriza por su contenido de lavas basálticas tholeíticas y komatíticas. (Figura 2.9)

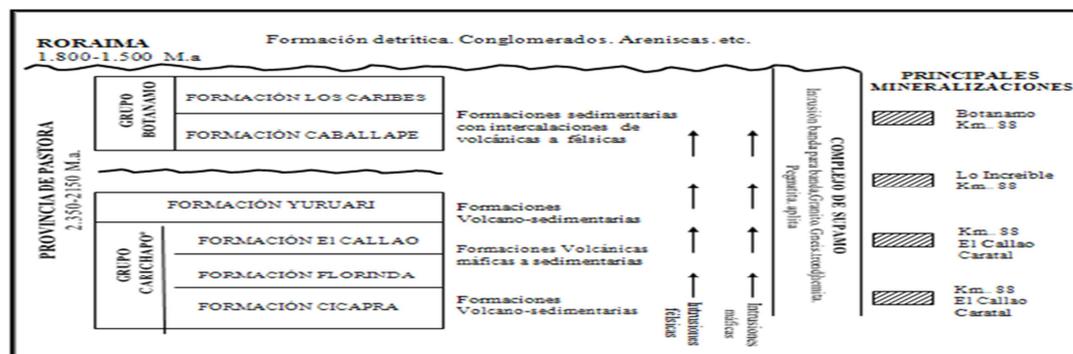


Figura 2.9 Columna litoestratigráfica de los CRV de la Provincia geológica de Pastora

2.4.1.1 Supergrupo Pastora: En la región de Guasipati-EI Callao se compone del Grupo Carichapo (Formaciones Cicapra, Florinda y El Callao) y de la Formación Yuruari, la Formación El Callao es la más baja en la secuencia, su base se desconoce y aparece siempre como un contacto intrusivo con rocas graníticas del Complejo de Supamo y su contacto superior es de falla a transicional con la Formación Yuruari. Menéndez, A. (1968)

2.4.1.2 Grupo Carichapo: Esta unidad agrupa a las unidades supracorticales más antiguas, que se reconocen en la región de Guasipati: a la Formación El Callao en su parte inferior y a la Formación Cicapra, que se acuña hacia el Sur, en su parte superior. Debido a las complejidades tectónicas en la parte Norte de la región y a ausencia de afloramientos en otros sitios, no siempre ha sido posible subdividir el Grupo Carichapo en sus dos unidades constituyentes. (Mendoza, V. 2005).

1. 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, 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 homblenda 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. Geomorfológicamente, la Formación El Callao ocupa las colinas y montes más altos (300 a 800 m.s.n.m.) que meteorizan a suelos lateríticos muy arcillosos de color rojo intenso.

2. La Formación Cicapra: presenta un espesor de unos 2.000 m de paquetes alternantes rítmicamente compuestos cada uno de tobas básicas submarinas, grauvacas turbidíticas y limolitas volcanogénicas, tobas líticas, tobas brechoideas, aglomerados volcánicos y en el tope cherts hematítico-manganesíferos (BIF). Estas rocas están metamorfizadas a la facies de esquistos verdes, con esquistos porfiroblásticos formados de actinolita-epidota-biotita-albita, con poco cuarzo. De

hecho muchas de estas rocas tienen composición química komatítica y basalto-komatítica. Geomorfológicamente ocupan áreas bajas planas y sus suelos son lateritasarcillosas color vino tinto. El contacto de Cicapra y El Callao es de cuña de falla, pero el contacto de Cicapra solo con Yuruari parece ser gradacional.

3. La Formación Florinda: Litológicamente la está compuesta de metabasaltos almohadillados, toleíticos-komatíticos o magnesianos, intercalados con rocas ígneas posiblemente intrusivas alteradas con abundante talco y carbonatos, de composición komatítica y que se describieron originalmente (Menéndez, 1968) como serpentinitas de Currupia. Según Menéndez, (1.994) algunas de las lavas komatíticas muestran textura espinefex, preservada localmente hasta en zonas anfibolíticas. Estudios posteriores de Tecmin-USGS no confirmaron la presencia de texturas espinefex en las rocas ultramáficas.

2.4.1.3 Formación Yuruari: se compone litológicamente de filitas, esquistos y metatobas félsicas, metalutitas negras de hasta 50 m de espesor. Los esquistos y filitas no parecen ser metasedimentarios, sino más bien tobas y lavas félsicas (dacíticas y riódacíticas) metamorfizadas. Cerca del contacto de las formaciones Yuruari-El Callao se observan pequeñas intrusiones porfídicas félsicas en las lavas de El Callao. Se ha interpretado que tales felsitas intrusivas en El Callao son comagmáticas y coevales con las felsitas de Yuruari. El espesor de la FY es por lo menos de 1.000 m y geomorfológicamente ocupa colinas bajas y sabanas, con vegetación tipo chaparros, con suelos lateríticos de colores amarillentos a algo rojizos.

2.4.1.4 Grupo Botanamo: se encuentra al Sur de la Región de Guasipati, en el CRV de El Dorado-Marwani, como constituido por las formaciones Caballape y Los Caribes. (Mendoza, V. 2005)

1. Formación Caballape: yacen discordantemente sobre rocas del Supergrupo Pastora y no son intrusionadas por los granitos del Complejo de Supamo, es decir que claramente son de edad post-Pastora y post-Supamo. En la zona de El Callao-Tumeremo, quebrada Caballape, aflora una buena sección de grauvacas gradadas, limolitas y conglomerados (80%) con cantidades menores de tobas, brechas y flujos piroclásticos de composición andesítica a riodacítica que corresponde a la parte inferior o basal de la Formación Caballape. Esta secuencia fue intrusionada por sills de gabros y fueron conjuntamente plegados, replegados y metamorfizados.

2. Formación los Caribes: que consiste de una intercalación de filitas grises y verdosas que gradan a rojas, que son las más abundantes y se interestratifican con areniscas rojas, con conglomerados polimicticos, limolitas y algunas tobas félsicas. El paso de la Formación Caballape a la Formación Los Caribes fue transicional y gradacional y así parece ser también el cambio de una atmósfera cada vez menos reductora a una atmósfera cada vez más oxidante en la medida que nos acercamos a rocas con edades cercanas a los 2.0 Ga.

2.4.1.5 Complejo de Supamo : Conjunto de rocas graníticas, intrusivas, y/o reactivadas, en rocas del Supergrupo Pastora, con alto contenido de  $\text{Na}_2\text{O}$ , tales como tonalitas, trondjemitas, granodioritas (TTG) cuarzo-monzonitas, gneises y migmatitas equivalentes. Las rocas graníticas con normal a alto contenido de  $\text{K}_2\text{O}$  y bajo a normal de  $\text{Na}_2\text{O}$ , o granitos "sensus stricto". Los granitos del Complejo de Supamo, generalmente, forman domas expandidos y arqueados contra los apretados y replegados sinformes de CRV, como los domas de El Manteco, Santa Justa y otros. Geomorfológicamente forman áreas bajas y planas, sabanas, con escasa vegetación y suelos muy arenosos, ricos en cuarzo y en vetas de cuarzo estériles, que desarrollan suelos arenosos de color blanco grisáceo a amarillento. Moreno y Mendoza (1.972, 1.974)

## **2.5 Cinturones de rocas verdes (CRV) del Escudo de Guayana**

Los cinturones de rocas verdes son áreas dentro del escudo Guayanés, que se caracterizan por un metamorfismo de bajo grado en abundantes rocas ígneas básicas. Los cinturones de rocas verdes en el Escudo de Guayana lo conforma el grupo Pastora (Venezuela); el grupo Barama-Mazaruni (Guyana) y el grupo Maroni (Guyana Francesa). (Franfurt y M. 2002).

Los CRV están por lo general asociados estrechamente a procesos relacionados con fluidos y mineralización de oro en rocas huéspedes posteriores a zonas de cizallamiento. Los depósitos en forma de filones de cuarzo auríferos se desarrollaron durante y brevemente después de la formación de los cinturones de rocas verdes, comúnmente asociados temporalmente dentro del periodo de intrusiones graníticas y posterior cizallamiento regional.

Los CRV son considerados como formados en ambientes de cuenca delante del arco en zonas de subducción intraoceánicas, adelgazada y alongadas por procesos de subducción. Los CRV más antiguos muestran tendencias estructurales próximas a Norte-Sur (N 10° E a N 20° O), mientras que los CRV más jóvenes casi siempre muestran tendencias en ángulos recto con las anteriores, próximas a Este-Oeste (N 70 – 80 E). (Figura 2.10). (Mendoza, V. 2000).



Figura 2.10 Cinturones de rocas verdes del Escudo de Guayana.

### 2.5.1 Depósitos minerales de los cinturones de rocas verdes (CRV).

El crecimiento rápido y la estabilización de la corteza continental con un régimen de alto flujo de calor durante el Neoarqueozoico y Paleoproterozoico resultaron en acumulación abundante en rocas de los CRV, acompañados o no de sulfuros masivos volcanogénicos y komatitas ricas en níquel hacia la base de los CRV. La asociación litológica que compone los CRV es similar a la observada en rocas verdes de márgenes convergentes modernos de la cuenca del pacífico que contiene depósitos de oro y de sulfuros masivos. En contraste, los depósitos minerales que se asocian a ambientes más cercanos al continente e intracontinentales, asociados frecuentemente a magmatismo anorogénico, fueron excepcionalmente importantes y abundantes durante el Mesoproterozoico, cuando se va formando el gran súper continente Rodinia. (Mendoza, V. Op. cit).

### 2.5.2 Depósitos de Oro en la provincia geológica de Pastora

En el Escudo de Guayana se compilaron la existencia de más de 460 localizaciones mineras con alguna explotación aurífera. En EG no se localizan minas de edad Arqueozoico sino Paleoproterozoico, en su gran mayoría, y algunas pocas Meso y Neoproterozoicas. Anomalías geofísicas, geoquímica, control estructural y litogeoquímico y la presencia o éxito de mineros informales son los principales parámetro utilizados en la localización de estas ocurrencias auríferas. El oro se presenta en muchas formas, pero las comunes son en tres tipos:

Vetas de oro orogénico o “mesotermiales”,

Depósitos de pórfidos de oro, y de oro-cobre,

Depósitos de oro asociados a sulfuros masivos volcánicos y sedex

Depósitos de oro en conglomerados y sedimentos fluvio-deltaico tipo Roraima y Pre-Roraima.

Los Depósitos de Vetas de Oro Orogénico son los más frecuentes en los CRV tipo Pastora y tipo Botanamo. Ellos parecen haberse originado hacia el final de la orogénesis Transamazónica, en los estados finales de colisión de placas o cierres oceánicos y se localizan relacionados a grandes zonas de suturas NE, tipo Guri y NW tipo Caura-Cabruta, aunque el tectonometamorfismo fue intermedio, es decir frágil-dúctil y facies de esquistos verdes. Las vetas de cuarzo aurífero tienen una estrecha relación con zonas de cizallas, domos antiformes, fallas inversas de ángulo alto, pórfidos y granitos intrusivos cercanos.

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 este tipo, entre los que destacan las

vetas de cuarzo aurífero de la Mina Colombia, de la Mina Chile-Isidora, de Botanamo, de La Camorra-San Rafael, etc.

Las vetas de cuarzo aurífero orogénico emplazadas en zonas de cizallas se caracterizan por una alteración silico-carbonática-sericitico-piritica y se pueden localizar en diferentes tipos de roca caja del CRV: en rocas gabroides, como en Chocó, el Tomi, en Guariche, etc. En rocas volcánicas y tobáceas félsicas, como en Botanamo, El Foco, San Antonio, San Pollo, El Piñal, etc

En rocas volcánicas, tobáceas y pórfidos félsicos a dioríticos, como en Las Cristinas, Brisas del Cuyuní, Valle Hondo.

Los Depósitos de Pórfidos de oro y de cobre-oro, se forman en zonas de convergencia sobre zonas de subducción, en arcos de islas y en arcos magmáticos más preferentemente. La mineralización aurífera ocurre en y alrededor de los pórfidos, generalmente de composición diorítica a granodiorítica, emplazadas a niveles subvolcánicos en los CRV y comagmáticas y coevales con las rocas volcánicas andesíticas y dacíticas. Tales depósitos se relacionan con fallas o alineamientos **tectónicos** regionales, paralelos a la antigua zona de subducción. Las Cristina es interpretado como un depósito modelo pórfido de oro-cobre, similar en cierto modo a Omai, Valle Hondo. Etc. No obstante en Las Cristinas, más del 30% del oro esta en vetas de hasta con 1 m de ancho y 10 o más g/t Au.

Los Depósitos de Oro asociados a Sulfuros Masivos Volcánicos (SVM) ocurren en zonas driftadas de pisos oceánicos, en o cercanos a los rifts del medio del océano y a los rifts de las cuencas detrás del arco de islas. Los CRV y sus ambientes tectonovolcanogénicos del EG son favorables para localizar este tipo de depósitos de SVM con oro. La zona de sutura o discordancia entre los CRV de Pastora y Botanamo, constituye una estructura favorable para el emplazamiento de estos SVM.

Entre los sitios más favorables se citan el del Valle del Río Marwani, donde coliden en ángulo alto ambos tipos de CRV (allí los cherts mineralizados y los sulfuros son abundantes); la zona de contacto del CRV de El Callao con el CRV tipo Caballape, de Las Flores, donde anomalías importante de Cu-Ni-Co, cherts mineralizados y duricostras ricas en sulfuros oxidados, han sido observados y al N-NW de La Camorra en el contacto de CRV tipo Botanamo con CRV tipo Pastora, en y cercano a Belkis, con depósitos de sulfuros perforados por Tombstone, con Zn-Cu y muy bajo contenido de oro. (Mendoza, V 2005).

Los principales distritos auríferos de la Provincia Pastora son los siguientes:

1. Distrito Aurífero El Manteco
2. Distrito Aurífero El Callao
3. Distrito Aurífero Bochinche
4. Distrito Aurífero Botanamo
5. Distrito Aurífero Marwani
6. Distrito Aurífero Guariche
7. Distrito Aurífero Camorra-El Dorado
8. Distrito Aurífero Kilómetro 88

#### 2.5.3 Distrito aurífero El Callao (DAEC)

Este es el de mayor tradición y conocimiento de la Provincia de Pastora, allí fue descubierto oro por primera vez, quizás, hacia el año 1.827. Sin embargo, fue en Aroa, estado Yaracuy, donde primero se localizó a comienzos del siglo XVII, algo de oro asociado a piritas cupríferas en los Esquistos Verdes de Agua Viva, de la Formación Aroa, de edad Cretácica Temprano. (Figura 2.11).

El DAEC es muy similar al CRV de Abitibi y para El Callao, Mendoza (CVG 1.992, informe inédito) estimó unas 2.000 t de oro. Guilloux (Minerven, 1.994 informe inédito) calculó un potencial de 740 t de oro en solo 12 concesiones (6.000 Has) de Minerven en El Callao, teniendo más de 100.000 Has de CRV todo el DAEC. Los CRV en las provincias de Pastora (98%) e Imataca (2%) cubren unos 90.000Km<sup>2</sup> con un potencial mínimo de unas 5.000 t de oro. (Mendoza, V. Op. cit).

El Callao es el distrito aurífero más rico y famoso de Guayana, con más de 300 vetas (de 1 a 10m de ancho, 100 a 3000m de largo) de cuarzo aurífero que han producido más de 250 toneladas de oro entre los años 1.829 a 1.999, con una producción pico, aún no igualada, de 8.194Kgs de oro de la mina El Callao en el año 1.885 procesada con mercurio (para entonces aún no se usaba en gran escala el cianuro para la recuperación del oro). (Mendoza, V. Op. cit).

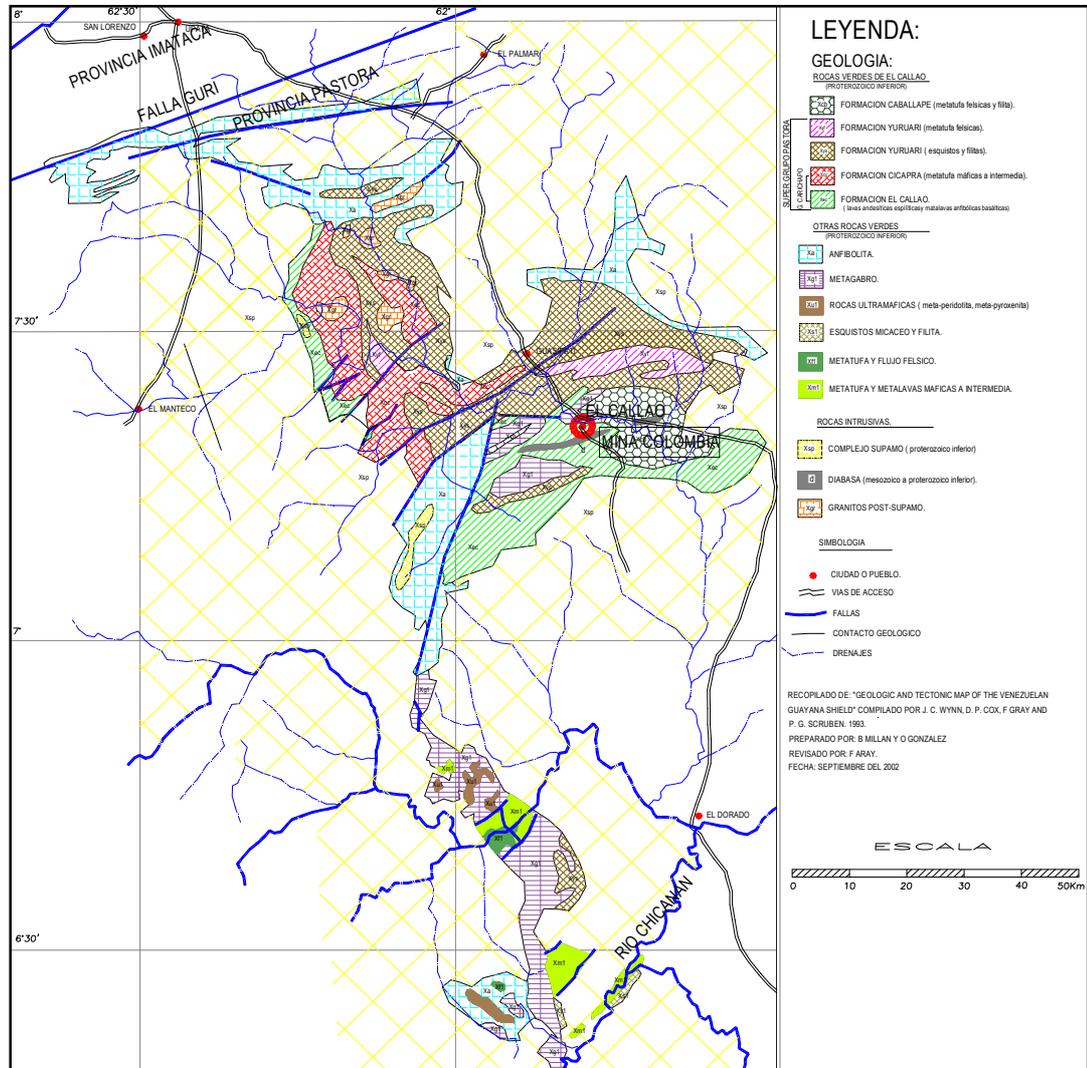


Figura 2.11 Distrito aurífero El Callao. (CVG MINERVEN).

## 2.6 Geología local

El Cinturón de Rocas Verdes de Guasipati, perteneciente al Proterozoico inferior, se encuentra ubicado en el Distrito Aurífero de El Callao.

Este cinturón tiene una orientación Norte-sur sobre 80 Km. de longitud, con un ancho de 30 a 40 km, está en contacto al norte con la Provincia de Imataca a través de la Falla de Gurí; y al sur, por las zonas de la Falla de Chicanan, con el Complejo de Supamo, y más al Sur desaparece bajo las formaciones del Grupo Roraima.

Las rocas presentan una variación litológica y textural, manifestándose principalmente en los cambios de color que van desde el gris verdoso hasta el verde negruzco, casi todas estas rocas son de grano muy fino y sólo, localmente tienen estructuras reconocibles de tipo almohadilla.

La secuencia sufrió una deformación marcada por un plegamiento isoclinal y una foliación, localmente concordante con los contactos del Complejo Supamo. Un metamorfismo de la facies de los esquistos verdes ha afectado toda la secuencia; localmente alcanzó las facies de la anfibolita. Las rocas metamorfizadas son de colores grises, significativamente más claras que las rocas no afectadas por las soluciones hidrotermales.

Posteriormente su plegamiento y metamorfismo, la roca caja básica sirvió de huésped a múltiples vetas y filones de cuarzo. El carbonato de calcio, hierro y manganeso, pueden ocurrir en cantidades menores en la veta aurífera, pero frecuentemente predominan en las paredes donde la roca encajante ha sido metamorfizadas.

Los minerales principales son cuarzo, plagioclasa sódica y leucóxeno, micas blancas (muscovita y sericita), epidotas, carbonato, sulfuros y óxidos de hierro. Las micas blancas y verdes (potásicas), la plagioclasa sódica, así como la clorita, se encuentran también como minerales de ganga en aquellas rocas afectadas por la acción de soluciones hidrotermales, aunque en menor cantidad que el cuarzo y el carbonato.

El Cinturón de Rocas Verdes de El Callao-Guasipati presenta diferentes sistemas de fallas de tipo "shearzone" (zona de cizalla) de dirección noreste-suroeste y este-oeste, en donde se ubican las principales mineralizaciones auríferas.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEORICO**

#### **3.1 Estudios anteriores**

C.V.G MINERVEN, C.A. encomendó a C.V.G. TECMIN, C.A. la ejecución de una prospección geológica-geoquímica a escala 1:25.000 de la concesión Chocó 3 y de la zona prioritaria denominada subzona A, a escala 1:5.000, ubicada dentro de la anterior. La subzona fue escogida tomando como base las recomendaciones del estudio integrado de los trabajos de interpretaciones fotogeológicas (TECMIN) y aeromagnéticas (GEOEXPERT) de las parcelas asignadas a C.V.G MINERVEN, C.A.

El objetivo del trabajo fue determinar anomalías geológicas que conduzcan a la localización de prospectos auríferos, mediante la definición de las unidades litológicas, tendencias estructurales, eventos intrusivos, zonas de alteración hidrotermal y muestreo geológico y geoquímico.

El área sujeta a estudio está localizada a 12 km al oeste de El Callao, en la ruta que conduce a El Manteco, dentro del denominado Distrito Aurífero de el Callao.

Se efectuó un muestreo geológico y geoquímico de sedimentos y concentrados pesados en todas las quebradas de segundo y tercer orden. Se recolectaron 25 muestras de rocas, 12 de sedimentos finos y 20 de concentrados pesados.

En la subzona A, zona prioritaria de 400 Ha, se utilizó una red de muestreos con un eje N76° E y seis picas N14° W, espaciadas cada 400 metros, para un total de 13 Kms. El muestreo geoquímico de suelos se efectuó de suelos en una malla de 40

x 400 metros, recolectándose un total de 322 muestras, las cuales fueron analizadas por el método I.P.C. para ocho (8) elementos mayoritarios y doce (12) elementos traza. Para el oro, el método fue de ensayo al fuego.

En la concesión chocó 3 se presenta una secuencia volcano-sedimentaria constituida por lavas basáltica-andesíticas (Formación Caballape). La secuencia fue intrusionada por un sill de gabro el cual se presenta plegado isoclinalmente. El fallamiento principal subparalelo al eje y los flancos del sinclinal, generando una foliación N460° -75°E; ocurren otros sistemas de fallas secundarias en dirección N-5, N15°E; ocurren otros sistemas de fallas secundarias en dirección N-S, N15° - 40°W Y N10°-20° E, ocasionalmente relleno con vetillas de cuarzos.

Con el análisis de las muestras de suelos, se detectaron cuatro (4) anomalías politécnicas, de las cuales dos son más importantes. La primera para Au, Pb, Ag y Sb, se localiza a lo largo del eje con más importantes. La primera para Au, Pb, Ag y Sb, se localiza a lo largo del eje con más de 2 Km de largo y 500 metros de ancho; indica la presencia del sulfuro en zona de cizalla, tipo "shearzone". La segunda anomalía tiene una extensión de 2 Km y ancho desconocido, es de tipo polimetálico con Au, Ag y Pb, que indican la presencia de sulfuros.

Para anomalías uno y dos se recomiendan una fase detallada de muestreo y análisis de suelos sobre mallas de 100 x 50 metros y de 50 x 50 metros respectivamente, con solo análisis de oro, Ag Y Pb para esta última.

El análisis de sedimentos finos y concentrados pesados determino la presencia de tres zonas anómalas que se sobreponen geográficamente, con las aéreas recomendadas por el estudio integrado inicialmente mencionado. Estas zonas deben ser consideradas para efectuar estudios posteriores a detalles.

## 3.2 Bases teóricas

### 3.2.1 Geoquímica

Consiste en medir sistemáticamente una o más propiedades químicas, principalmente el contenido de elementos menores y trazas de una sustancia o material que se presente en estado natural.

En este caso materiales como rocas frescas y mineralizadas (fragmentos, núcleos de perforación y rodados), suelos, sedimentos activos fluviales o lacustres, detritos glaciales, vegetación, agua superficial y subterránea, vapor de agua, gas, aire, entre otros.

El objetivo de la Geoquímica, como herramienta de búsqueda, es identificar y localizar contenidos anormales de uno o varios elementos químicos, presentes en halos o aureolas de dispersión primaria o secundaria. De tal manera, que cuando se identifique y se conozca su distribución podamos localizar yacimientos ocultos, asociados a ambientes geológicos favorables para su formación.

El objeto de la búsqueda de yacimientos puede ser económico o científico. En el primer caso, es más limitado a un caso particular, pero los resultados son inmediatos y efectivos. En el segundo caso, involucra a la geología desde un punto de vista regional y genera expectativas sobre el ambiente de formación del depósito.

La geoquímica como herramienta de la exploración mineral ha sido utilizada desde la antigüedad, cuando el ser humano inició la explotación de metales. Los métodos de exploración geoquímica iniciaron un ascenso en su utilización cuando en 1930 se inventó el espectrógrafo para análisis de suelos y plantas. En los años 1940 y 1950 se introdujo la

utilización de métodos hidrogeoquímicos, además que la espectrografía seguía evolucionando. (Foster, R.1992).

Con la demanda cada vez mayor de materiales metálicos a partir de los años 50 la geoquímica tomó un lugar muy importante en la búsqueda de yacimientos minerales, los métodos de muestreo y análisis mejoraron notablemente. En la actualidad se cuenta con tecnología de alto nivel con la utilización de distintos tipos de espectrómetros, bajo costo de análisis y desarrollo de programas de computación para la interpretación de resultados. (Foster, R. 1992).

### 3.2. 2 Elemento indicador, indicador directo o elemento blanco

Se refiere a uno de los elementos principales del depósito mineral, que se espera encontrar.

### 3.2. 3 Elemento explorador o elemento pionero

Se refiere a un elemento asociado con el depósito mineral, pero que puede ser detectado más fácilmente en comparación al elemento blanco, que puede ser dispersado en un área más extendida y que no está acompañado por tanto ruido de fondo en comparación al elemento blanco. La selección de un elemento explorador requiere un modelo del depósito mineral, que se espera descubrir. Arsénico (As) por ejemplo puede presentar un elemento explorador para la búsqueda de cobre (Cu) en un depósito macizo de sulfuros, pero no es un elemento explorador para cada tipo de depósito de cobre. (Universidad Atacama, Chile).

Tabla 3.1 Elementos indicadores y exploradores de algunos tipos de depósitos minerales

Asociación de menas	Elemento indicador	Elemento explorador
Pórfido cuprífero	Cu, Mo	Zn, Au, Re, Ag, As, F
Depósitos complejos de sulfuros	Zn, Cu, Ag, Au	Hg, As, S (en forma de SO <sub>4</sub> ), Sb, Se, Cd, Ba, F, Bi
Vetas de metales preciosos	Au, Ag	As, Sb, Te, Mn, Hg, I, F, Bi, Co, Se, Tl
Depósitos del tipo 'Skarn'	Mo, Zn, Cu	B, Au, Ag, Fe, Be
Uranio en areniscas	U	Se, Mo, V, Rn, He, Cu, Pb
Uranio en vetas	U	Cu, Bi, As, Co, Mo, Ni, Pb, F
Cuerpos ultramáficos de oro	Pt, Cr, Ni	Cu, Co, Pd
Vetas de fluorita	F	Y, Zn, Rb, Hg, Ba

### 3.2.4 Ramas de la geoquímica

Según la definición original de Goldschmidt, (1979) en Rose et al., (1979). La geoquímica se ocupa de dos ramos:

1. La determinación de la abundancia relativa y absoluta de los elementos del globo terráqueo.
2. El estudio de la distribución y de la migración de elementos individuales en varias partes de la tierra con el objetivo de descubrir los principios, que controlan la distribución y la migración de los elementos.

### 3.2.5 pasos de una exploración geoquímica

La exploración geoquímica se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Selección de los métodos, de los elementos de interés, de la sensibilidad y la precisión necesarias y de la red de muestreo. Las selecciones se toma con base en

los costos, los conocimientos geológicos, la capacidad del laboratorio disponible y una investigación preliminar o las experiencias con áreas parecidas.

2. Programa de muestreo preliminar, que incluye análisis inmediato de algunas muestras tomadas en la superficie y en varias profundidades en el subsuelo para establecer los márgenes de confianza y para evaluar los factores, que contribuyen al ruido del fondo.

3. Análisis de las muestras en el terreno y en el laboratorio, incluido análisis por medio de varios métodos.

4. Estadísticas de los resultados y evaluación geológica de los datos tomando en cuenta los datos geológicos y geofísicos.

5. Confirmación de anomalías aparentes, muestreo encauzado en áreas más pequeñas (red de muestreo con espaciamiento corto), análisis de las muestras y evaluación de los resultados. (Morales, A. 1985).

### 3.2.6 Anomalía geoquímica

Anomalía geoquímica es la variación de la distribución geoquímica normal correspondiente al área o al ambiente geoquímico. Una anomalía se expresa por medio de números, que se puede separar de un grupo más amplio de números constituyendo el fondo (background) geoquímico. Para ser detectada una anomalía tiene que desviar claramente de este fondo.

En sentido estricto un depósito mineral como un fenómeno escaso y anómalo por sí mismo es una anomalía geoquímica. La distribución geoquímica relacionada con la génesis o la erosión del depósito mineral también es una anomalía.

Las anomalías relacionadas con un depósito mineral, que se puede usar como guías para el depósito mineral se denominan anomalías representativas. Generalmente las anomalías tienen valores que exceden los valores del fondo. Anomalías negativas, cuyos valores son menores que aquellos del fondo, apenas sirven para la búsqueda de depósitos minerales. Desdichadamente las concentraciones altas de elementos indicadores pueden ser causadas por una mineralización no económica o por procesos geológicos o geoquímicos no relacionados con una mineralización.

Otros factores de la anomalía geoquímica de importancia son el marco topográfico y la asociación geológica.

En el caso de anomalías detectadas en suelos hay que tomar en cuenta, que éstos podrían ser desplazados de su substrato mineralizado por deslizamiento del suelo (Creeping en inglés). Solamente la anomalía detectada en un suelo residual en terreno plano o sobre un cuerpo verticalmente inclinado puede ubicarse directamente encima de un depósito mineral.

Anomalías hidromórficas se producen por la precipitación de material en lugares, donde el agua subterránea alcanza la superficie, por ejemplo en un pantano (en un orificio de desagüe = seep o shallowhole en inglés). (Morales, A. 1985).

### 3.2.7 Tipos de anomalías geoquímicas

3.2.7.1 Anomalías de suelos residuales: el objetivo del estudio geoquímico de suelos consiste en reconocer la distribución primaria de elementos químicos seleccionados en las rocas subyacentes. En general los suelos residuales conserva la distribución primaria; debido a que están afectados por el intemperismo. Algunos de estos procesos tienden a homogeneizar el suelo y

por consiguiente borrar la distribución primaria como entre otros las heladas, la actividad de plantas, la gravedad, la disolución local y la deposición.

Otros procesos contribuyen a la formación de horizontes verticalmente diferenciados, es decir favorecen la formación de un suelo. Otros procesos, que tienden a borrar la distribución primaria, son la remoción de elementos mediante la meteorización y la formación del suelo (corrosión por agua meteórica, ascenso por plantas) y la adición de elementos (por deposición del agua subterránea, adición de elementos provenientes de la desintegración de vegetación, por polvos, elementos disueltos en agua meteórica).

3.2.7.2 Anomalías en agua: Una distribución anómala de elementos en aguas subterráneas y meteóricas se denomina anomalía hidrogeoquímica. Como generalmente los elementos son transportados en forma disuelta en las aguas naturales, los elementos más aptos para la exploración geoquímica de aguas son los elementos relativamente móviles. Las anomalías hidrogeoquímicas, especialmente en aguas superficiales, pueden ser de origen complejo y muestran una fuerte dependencia de cambios climáticos (precipitación, escorrentía y otros), hechos que dificultan su uso en prospección de minerales.

3.2.7.3 Anomalías en sedimentos: Anomalía geoquímica presente en sedimentos de drenaje (sedimentos de manantiales, manaderos - percolados, llanura de inundación, activos de corriente y lagos). Los sedimentos activos de corrientes incluyen material clástico e hidromórfico de diverso origen, son un medio utilizado para reconocimiento geoquímico general porque desarrollan anomalías que pueden extenderse varios kilómetros de su fuente.

3.2.7.4 Anomalía de corrosión o de lixiviación: son aquellas originadas a partir de fluidos que pasan por vetas, fracturas e intersticios de la roca y cuyos metales disueltos subsecuentemente son precipitados o absorbidos.

3.2.7.5 Anomalías en gossan: se refiere a un producto de meteorización, que contiene Fe y que se sitúa encima de un depósito de sulfuros. Se forma por oxidación de los sulfuros y por la lixiviación del azufre y la mayoría de los metales dejando como únicos remanentes hidróxidos de Fe (limonita por ejemplo) y raramente algunos sulfatos.

Capas de limonita residual y otros productos de meteorización de sulfuros de Fe usualmente pueden figurar guías valiosas hacia menas en áreas caracterizadas por meteorización profunda y cubiertas residuales. Desdichadamente se puede confundir fácilmente los productos de meteorización de menas con aquellos de rocas comunes. Los estudios de elementos trazas son útiles para distinguir entre menas meteorizadas y los productos de meteorización de otras formaciones geológicas como por ejemplo de pirita de formación hidrotermal o singenética o de carbonatos de Fe.

### 3.2.8 Valor normales de fondo

El término “fondo” (Background) se refiere a la abundancia normal de un elemento en los materiales terrestres no mineralizados. Considerando dos diferentes tipos de materiales terrestres la abundancia normal de un distinto elemento en un tipo de material terrestre muy probablemente difiere de su abundancia en otro tipo de material terrestre. Por ejemplo el contenido medio en  $K_2O$  de granitos es 5,46 % en peso, de basaltos es 0,82% en peso. La distribución de un distinto elemento en un material terrestre apenas es uniforme. Por esto se recomienda considerar el fondo como un intervalo de valores en vez de tratarlo como un valor absoluto, incluso cuando se observa un ambiente relativamente uniforme. La naturaleza del ambiente

por sí mismo puede influir la distribución, puesto que bajo distintas condiciones unos elementos pueden ser enriquecidos y otros pueden ser empobrecidos. Por consiguiente, en el estudio de muestras de un área no conocida se debería determinar o por lo menos tener en cuenta el rango de los valores del fondo.

La Tabla 3.2 presenta la composición media de las rocas ígneas .Dicha tabla ilustra el rango de algunos elementos de los subgrupos del sistema periódico con base en la composición media de seis tipos de rocas principales como las rocas ígneas ultramáfica, máfica y granítica, la arenisca, la caliza y la pelita.

Tabla 3.2 Abundancia normal de los elementos químicos en rocas de la corteza terrestre. (Morales, A. 1985).

Elemento	Símbolo	Abundancia en ppm	Elemento	Símbolo	Abundancia en ppm
<b>Bromo</b>	Br	1,8	<b>Mercurio</b>	Hg	0,02
<b>Cadmio</b>	Cd	0,1	<b>Molibdeno</b>	Mo	1,5
<b>Calcio</b>	Ca	33000	<b>Niobio</b>	Nb	20
<b>Carbono</b>	C	230	<b>Níquel</b>	Ni	75
<b>Cerio</b>	Ce	81	<b>Oro</b>	Au	0,003
<b>Cesio</b>	Cs	3	<b>Oxígeno</b>	O	473000
<b>Cinc</b>	Zn	2	<b>Paladio</b>	Pd	0,01
<b>Circonio</b>	Zr	150	<b>Plata</b>	Ag	0,05
<b>Cloro</b>	Cl	130	<b>Platino</b>	Pt	0,0005
<b>Cobalto</b>	Co	25	<b>Plomo</b>	Pb	10
<b>Cobre</b>	Cu	50	<b>Potasio</b>	K	25000
<b>Cromo</b>	Cr	100	<b>Renio</b>	Re	0,0006
<b>Escandio</b>	Sc	13	<b>Rubidio</b>	Rb	150
<b>Estaño</b>	Sn	80	<b>Selenio</b>	Se	0,1
<b>Estroncio</b>	Sr	300	<b>Silicio</b>	Si	291000
<b>Flúor</b>	F	600	<b>Sodio</b>	Na	25000
<b>Fósforo</b>	P	900	<b>Talio</b>	Tl	0,45
<b>Galio</b>	Ga	26	<b>Tantalio</b>	Ta	2
<b>Germanio</b>	Ge	2	<b>Telurio</b>	Te	0,002
<b>Hafnio</b>	Hf	3	<b>Titanio</b>	Ti	4400
<b>Hierro</b>	Fe	46500	<b>Torio</b>	Th	10
<b>Indio</b>	In	0,1	<b>Uranio</b>	U	2,5
<b>Lantano</b>	La	25	<b>Vanadio</b>	V	150
<b>Litio</b>	Li	30	<b>Volframio</b>	W	1
<b>Magnesio</b>	Mg	17000	<b>Yodo</b>	I	0,15
<b>Manganeso</b>	Mn	1000			

En base de la abundancia normal de los elementos en la corteza terrestre se puede calcular el factor de enriquecimiento o es decir el factor, con que se debe multiplicar la abundancia normal de un elemento en la corteza terrestre para obtener una concentración económicamente explotable. El cutoff grade para un elemento designa la concentración mínima de la mineralización, que todavía se puede explotar económicamente. Con el cutoff grade variándose por la situación económica mundial

o por otros factores variaría el factor de enriquecimiento asimismo. En la tabla 3.3 se da a conocer la abundancia normal en la corteza terrestre, los cutoff grades y factores de enriquecimiento para algunos elementos. La abundancia normal de algunos elementos difiere ligeramente de los valores dados en la tabla anterior por el uso de otra base de datos y por su carácter variable (intervalos, rangos)

Tabla 3.3 Factores de enriquecimiento de algunos elementos (Morales, A. 1985).

<b>Metal</b>	<b>Abundancia en la corteza terrestre en %</b>	<b>Cutoff grade en %</b>	<b>Factor de enriquecimiento</b>
<b>Hg</b>	0,0000089	0,2	22500
<b>Pb</b>	0,0013	4	3100
<b>Sn</b>	0,00017	0,5	2900
<b>W</b>	0,00011	0,2	1800
<b>Au</b>	0,00000035	0,0003	900
<b>Mo</b>	0,00013	0,1	800
<b>U</b>	0,00017	0,1	600
<b>Zn</b>	0,0094	3	300
<b>Cu</b>	0,0063	0,3	50
<b>Ni</b>	0,0089	0,3	35
<b>Fe</b>	5,8	30	5
<b>Al</b>	8,3	30	4

### 3.2.9 Valor de umbral

El valor umbral designa la concentración de un elemento indicador sobre que una muestra se puede considerar anómala. En el caso más sencillo el valor umbral coincide con el límite superior de los valores del fondo, los valores mayores son anomalías.

A veces las anomalías relacionadas con un depósito mineral superponen un fondo caracterizado por un valor umbral elevado (en comparación a los valores umbrales comunes). Este fondo forma un relieve geoquímico definido por un valor

inferior correspondiente al fondo regional y por un valor umbral regional, que lo separa de un nivel superior de valores elevados generado por una mineralización o dispersión extendida. De este nivel superior parten las anomalías más estrechamente relacionadas con el depósito mineral, las cuales están definidas por un valor umbral local. El reconocimiento de los valores umbrales regional y local puede ser de importancia extremadamente grande en la prospección geoquímica. A partir de este reconocimiento se puede dirigir la búsqueda detallada de los altos de la anomalía local al nivel determinado por el valor umbral superior, que fue delineado por medio de una red de muestreo de espaciamiento grande. Por el relieve geoquímico se puede expresar la intensidad de la anomalía geoquímica con respecto al fondo geoquímico local proporcionando las intensidades de la anomalía y del fondo geoquímica local.

#### 3.2.10 Diagrama de caja

Es una presentación visual que describe al mismo tiempo varias características importantes de un conjunto de datos, tales como el centro, la dispersión, la simetría o asimetría y la identificación de observaciones atípicas.

El diagrama de caja representa los tres cuartiles, y los valores mínimo y máximo de los datos sobre un rectángulo (caja), alineado horizontal o verticalmente.

Construcción:

1. El rectángulo delimita el rango intercuartílico con la arista izquierda (o inferior) ubicada en el primer cuartil  $Q_1$ , y la arista derecha (o superior) en el tercer cuartil  $Q_3$ .

2. Se dibuja una línea a través del rectángulo en la posición que corresponde al segundo cuartil (que es igual al percentil 50 o a la mediana),  $Q_2 = Md$ .

3. De cualquiera de las aristas del rectángulo se extiende una línea, o bigote, que va hacia los valores extremos (valor mínimo y valor máximo). Estas son observaciones que se encuentran entre cero y 1.5 veces el rango intercuartílico a partir de las aristas del rectángulo.

4. Las observaciones que están entre 1.5 y 3 veces el rango intercuartílico a partir de las aristas del rectángulo reciben el nombre de valores atípicos. Las observaciones que están más allá de tres veces el rango intercuartílico a partir de las aristas del rectángulo se conocen como valores atípicos extremos. En ocasiones se emplean diferentes símbolos (como círculos vacíos o llenos), para identificar los dos tipos de valores atípicos.

A veces, los diagramas de caja reciben el nombre de diagramas de caja y bigotes. Nótese que el rectángulo o caja representa el 50% de los datos que particularmente están ubicados en la zona central de la distribución. La caja representa el cuerpo de la distribución y los bigotes sus colas.

La Figura 3.1 presenta esquemáticamente un diagrama de caja indicando sus partes. Del diagrama se interpreta que la distribución de los datos es asimétrica por la derecha, ya que la longitud de los rectángulos por debajo y por encima de la mediana así como los bigotes indican que los datos están más agrupados en sus valores inferiores que en los superiores y además se observa que  $X > Md$ . También destaca la existencia de dos valores atípicos en el extremo superior de los datos.

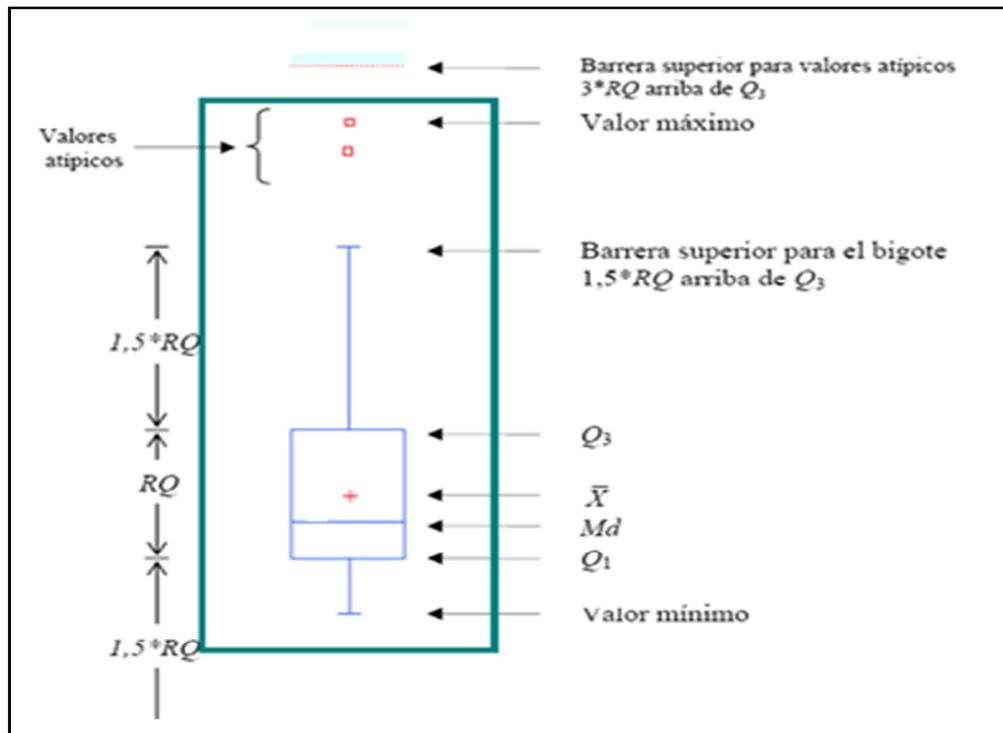


Figura 3.1 Diagrama de caja indicando sus partes.

### 3.2.11 Métodos analíticos y sus aplicaciones

El método más común para realizar un estudio de reconocimiento es el análisis de sedimentos de ríos, los métodos comunes para una investigación detallada son el análisis de suelos y el análisis de rocas. En casos especiales se analizan vapor, vegetación y agua. La (Tabla 3.4), compila los métodos principales (tipos de muestras geoquímicas) de la prospección geoquímica y sus aplicaciones. (Morales, A. 1985).

Tabla 3.4 Métodos principales de la prospección geoquímica y sus aplicaciones. El Callao (Goldfields 2003).

Método	Elementos	Aplicación y otros
Espectrometría de absorción atómica	Au, Ag, Hg, Mo, Cu, Pb, Zn, Sn y otros	Método muy común, sobre todo adecuado para el análisis de soluciones acuosas
Colorimetría	As, W, Mo, Ti	
Fluorimetría	U	
Espectrometría de emisión	70 elementos	
ICP = Inductively coupled plasma	50 elementos, por ej. Ba, Mn, B	
RFX = Análisis de fluorescencia de rayos x	Elementos subordinarios menores, óxidos	Adecuado para análisis completos de rocas
Análisis por activación mediante bombardeo neutrónico (NAA)	Au	No destructivo
Fireassaying	Au, Ag, Pt	Ensayo al fuego

### 3.3 Términos básicos

#### 3.3.1 Muestra

Es una parte representativa o subconjunto representativo y aleatorio de la población, el cual según su tamaño y forma servirá para la descripción de la población.

#### 3.3.2 Medidas de tendencia central

Los valores incluidos en un grupo de datos usualmente varían en magnitud; algunos de ellos son pequeños y otros son grandes. Un promedio es un valor simple,

el cual es considerado como el valor más representativo o típico de un grupo de números. Así, un promedio es frecuentemente referido como una medida de tendencia central.

### 3.3.3 Media aritmética

La media aritmética, o simplemente la media, de un número de “n” observaciones, es igual a la suma de las observaciones dividida entre “n”.

### 3.3.4 Mediana

La mediana de un conjunto de “n” observaciones, ordenadas en orden creciente, se define como el valor que divide la distribución ordenada en dos partes iguales.

### 3.3.5 Moda

La moda de un conjunto de valores, es el valor al cual ocurre más frecuentemente en el conjunto. Así la moda es generalmente considerada como el valor más típico en una serie de datos.

### 3.3.6 Geoestadística

La geoestadística se define como la aplicación práctica de la teoría de las Variables Regionalizadas (V.R.), particularmente en los fenómenos mineralizados y, en general, en diversos fenómenos de distribución espacial.

El origen de los métodos geoestadísticos está en los estudios pragmáticos, en las minas de oro de Sur-África, realizado por Krige, Sichel y otros para la estimación

de reservas. Tales conclusiones fueron formalizadas por Materno, introduciendo el análisis probabilístico de funciones aleatorias en el estudio de las variables espaciales.

### 3.3.7 Muestreo

Son labores geológicas que se realizan con la finalidad de dar a conocer la distribución espacial del mineral (tenores en gr/ton) tanto en la zona de veta como en la zona de alteración. Los muestreos utilizados en este estudio fueron de canal y el muestreo de pilas, el cual se realiza con una separación de dos metros entre un canal y otro, o pila, según sea el caso, tomando muestras representativas en la base, medio y tope.

### 3.3.8 Análisis químico

Es el análisis aplicado para la determinación del tenor o ley de oro en una muestra de material geológico de interés, el contenido de mineral es expresado en gramos por toneladas de oro (gr/t de Au), las muestras previamente identificadas, van al laboratorio donde pasan por procesos de clasificación, trituración, pulverización, preparación química, fundición y pesaje. Este análisis está basado en la propiedad que tiene el plomo en su estado de fusión, en servir como colector del oro y la plata y en la escorificación de los demás constituyentes del mineral, el plomo que ha colectado el oro más plata se oxida en la copelación, el oro se aparta de la plata por disolución de esta en ácido diluido.

### 3.3.9 Oro

El oro es un elemento químico de número atómico 79, situado en el grupo 11 de la tabla periódica. Es un metal precioso blando de color amarillo. Su símbolo es Au. Es un metal de transición blando, brillante, amarillo, pesado, maleable y dúctil. El oro

no reacciona con la mayoría de los productos químicos, pero es sensible al cloro y al agua regia. El metal se encuentra normalmente en estado puro y en forma de pepitas y depósitos aluviales y es uno de los metales tradicionalmente empleados para acuñar monedas. Se utiliza en la joyería, la industria y la electrónica por su resistencia a la corrosión.

### 3.3.10 Plomo

Es un elemento químico cuyo símbolo es Pb, y su número atómico es 82 según la tabla actual. Posee gran elasticidad molecular. Cabe destacar que la elasticidad de este elemento depende de las temperaturas del ambiente, las cuales distienden sus átomos, o los extienden. El plomo es un metal pesado de densidad relativa o gravedad específica 11,4 a 16 °C, de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico y se funde con facilidad. Su fusión se produce a 327,4 °C y hierve a 1725 °C. Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de ácido sulfúrico y ácido clorhídrico, aunque se disuelve con lentitud en ácido nítrico y ante la presencia de bases nitrogenadas.

### 3.3.11 Cinc

Es un elemento químico aunque estrictamente no lo sea, ya que tanto el metal como su especie diapositiva presentan el conjunto orbital completo. Este elemento presenta cierto parecido con el magnesio, y con el cadmio de su grupo, pero del mercurio se aparta mucho por las singulares propiedades físicas y químicas de éste (contracción lantánida y potentes efectos relativistas sobre orbitales de enlace). Es el vigésimo tercer elemento más abundante en la Tierra y una de sus aplicaciones más importantes es el galvanizado del acero. Hay que destacar que es un elemento químico esencial.

### 3.3.12 Hierro

Es un elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos, su símbolo es Fe. Es un metal maleable, de color gris plateado y presenta propiedades magnéticas; es ferromagnético a temperatura ambiente y presión atmosférica. Este metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5% y, entre los metales, sólo el aluminio es más abundante. Igualmente es uno de los elementos más importantes del Universo, y el núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel, generando al moverse un campo magnético. Ha sido históricamente muy importante, y un período de la historia recibe el nombre de Edad de Hierro.

### 3.3.13 Análisis petrográfico

Este análisis se realiza con el propósito de estudiar las rocas de la corteza terrestre describiendo su textura, color, dureza, tamaño de grano, minerales presentes. Para realizar el análisis petrográfico es necesario estudios macroscópico y microscópico de la roca, los cuales emplean diversas herramientas, para los macroscópicos se utiliza generalmente lupas de poco aumento y para los microscópicos se emplea equipos ópticos, este último requiere la realización de una sección delgada consistiendo ésta en un corte de roca, la cual es adelgazada a un espesor tal que la luz se pueda transmitir a través de esta, la sección delgada se emplea para estudiar los minerales con el fin de determinar su identidad, su tamaño, abundancia, distribución, y relaciones textuales, así como conocer el porcentaje o la cantidad en que pueda presentarse dicho mineral en las muestras analizadas (INGEOMINAS, 2005).

### 3.3.14 Sección delgada

Preparación óptica de un mineral o roca consistente en una fina lamina adherida mediante bálsamo de Canadá a un portaobjetos y convenientemente pulida hasta alcanzar aproximadamente un espesor de  $30\mu$  (0.03mm)

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La investigación realizada puede considerarse, según su propósito, como una investigación aplicada, ya que busca la obtención de información geológica de la parcela Chocó 3 específicamente en la zona III, donde se busca ubicar contactos geológicos, rasgos litológicos, anomalías geoquímicas asociadas al oro que pudieran ser representativas, y así puedan ser estudiadas a detalle en un futuro con el fin de delimitar zonas de explotación rentable y confiables para la empresa.

#### **4.1 Nivel de investigación**

Para desarrollar la prospección geoquímica de dicho trabajo, el nivel de investigación aplicado es de carácter descriptivo, ya que realiza una evaluación desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo de muestras de suelo y roca con el propósito de determinar con la mayor precisión las características geológicas y geoquímicas que definen a la zona objeto de estudio. Luego da paso a un alcance correlacionar, por que intentará distinguir de qué manera una variable (Presencia de Oro), es afectada por las otras variables (Cu, Pb, Zn, Fe), si estas son determinantes o no presentan asociación alguna.

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El plan de trabajo a seguir para realizar la caracterización geoquímica-petrográfica de la Zona III, se desarrollará de la siguiente manera: etapa I recopilación de información, etapa II trabajo de campo, etapa III trabajo de laboratorio, etapa IV trabajo de oficina; las cuales son descritas, de forma general, a través del flujograma de la Figura 4.1.

Una descripción más detallada de las actividades contempladas en la metodología seguida para la realización de este trabajo, se hace a continuación en los siguientes párrafos, considerando el flujograma de actividades.

### **4.3 Actividades realizadas**

Para iniciar con el desarrollo de la investigación se tomó como punto de partida la compilación de datos e información bibliográfica, del Distrito aurífero el callao, trabajos realizados anteriormente en el área, mapas, geología de la zona; trabajo de campo, realización de una base de datos en digital para la aplicación de programas como Autocad, Surfer 8.0, SPSS 15.0 y la elaboración de diferentes análisis a las muestras recolectadas en campo.

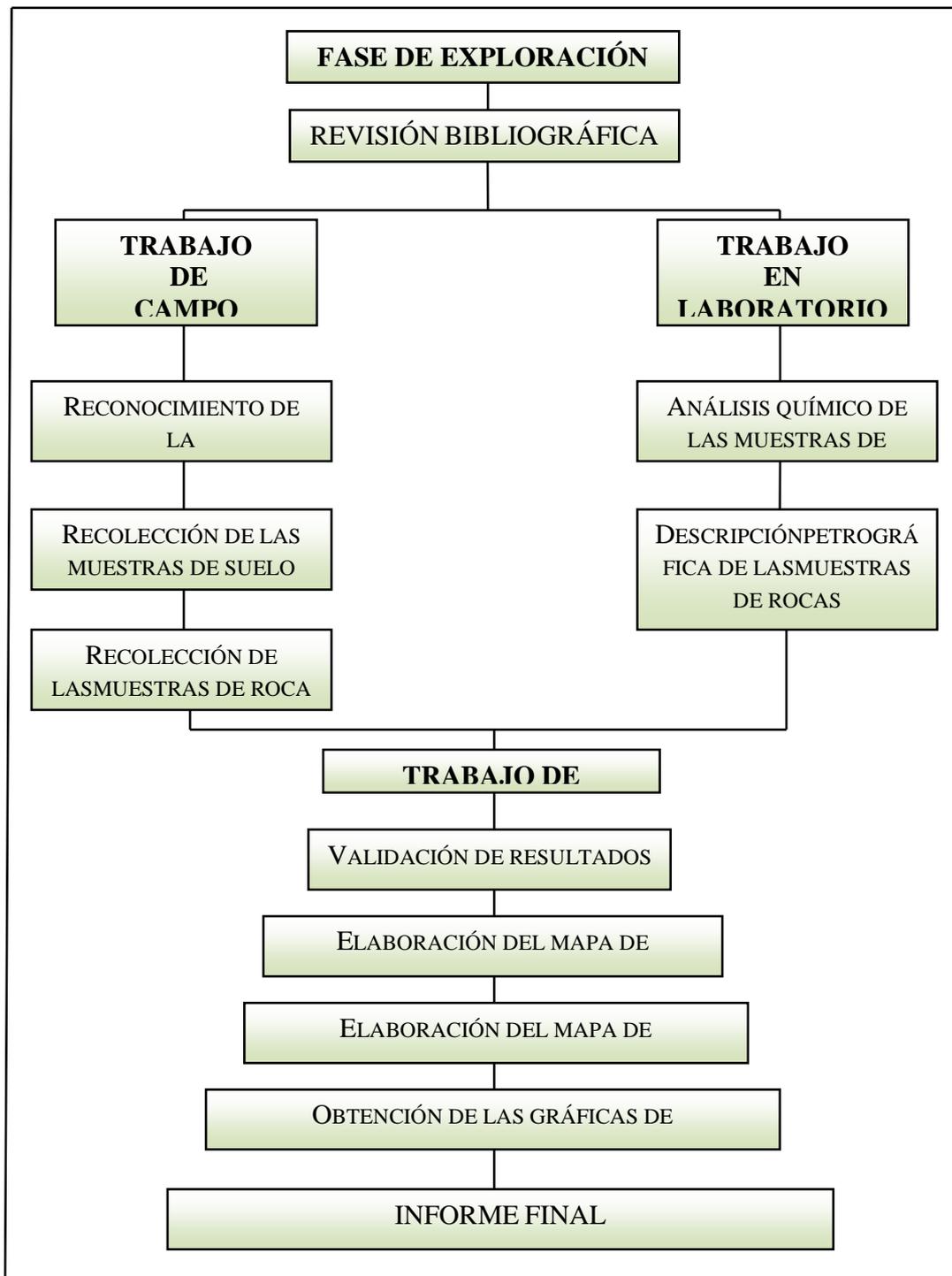


Figura 4.1 Flujograma de la metodología

#### 4.3.1 Revisión bibliográfica

En esta etapa se obtuvo información relacionada con el área de estudio tomando en cuenta:

1. Documentación acerca de la geología de la zona
2. Mapa geológico y estructural a escala 1:10000

#### 4.3.2 Trabajo de campo

4.3.2.1 Reconocimiento de la zona de estudio: primeramente se tomó en consideración los lineamientos estructurales del área de estudio con el fin de establecer una red de muestreo de suelo con un mallado de 25m x 100 m para así localizar posibles cuerpos mineralizados.

Se hizo un recorrido de campo con el propósito de observar las características del área y ubicar el eje central, éste tiene como ubicación geográfica las siguientes coordenadas N809542,3910 - E621652,2010. Esta fase permitió evaluar, en el área de estudio, aspectos físico-naturales, tales, como: parámetros geológicos, climáticos, geomorfológicos, suelo, y vegetación.

Seguidamente se dio inicio a la apertura de picas con el equipo de topografía el cual empezó con el eje principal el cual está constituido por 1500 m de extensión en dirección N-S y perpendicular a éste se abrieron picas transversales con una extensión de 1000 m en dirección E-W, cada una de estas transversales tienen una separación de 100 m, teniendo así un total de 17,5 km de picas aperturadas.

El programa de exploración para este proyecto comenzó con el muestreo de suelo con el fin de obtener la información básica del área. Para obtener las muestras

en campo previamente se decidió revisar los botalones de la concesión, donde se utilizaron elementos de medición como GPS, brújulas, teodolito, teniendo así controles de las líneas de referencia del mallado y controles de partida del muestreo con orientaciones Este – Oeste de gran ayuda para el mapeo y correlaciones litológicas.

4.3.2.2 Muestreo de suelos: la realización de esta actividad tiene como propósito obtener el contenido en partes por billón (ppb) y/o partes por millón (ppm) de los elementos químicos Au, Cu, Pb, Zn y Fe mediante el método de espectrometría de absorción atómica. De igual manera ayuda a efectuar la descripción de los suelos del área, tomando en consideración características como el color, textura, presencia o ausencia de material rocoso y cuarzo.

En la recolección de muestra se sigue un procedimiento el cual nos permite mantener estándares donde las muestras son representativas, no contaminadas y proporcionen una información clara, precisa y concisa de la zona a muestrear.

El procedimiento para el muestreo de suelo se detalla a continuación:

1. Inicialmente se retira la capa vegetal la cual se tiene un espesor aproximado de unos 30 cm a partir de ahí se excava una calicata de 50-60 cm de profundidad aproximadamente como se muestra en la figura 4.2. Una vez extraída la muestra se limpia quitando todo rastro de materia orgánica como hojas, raíces, entre otros.

2. Se vierte el material extraído de la calicata en un hule negro el cual va a servir para homogenizar la muestra, ya realizado el paso anterior (homogenización) se coloca el plástico en el piso y se procede a cuartear la muestra para recolectar la

muestra, está se realiza tomando dos de los cuadrantes bien sea en pares o impares para su recolección como se observa en la Figura 4.3.



Figura 4.2 Apertura de la calicata Ch3Z3M1 P.0+100E.



Figura 4.3 Extracción, homogenización y cuarteo de la muestra de suelo.

3. La muestra se recolecta en una bolsa plástica debidamente identificada con la siguiente nomenclatura: Ch3Z3Mn (Ch3: chocó3, Z3: Zona 3; M: muestra y n: el

numero de muestra) y luego se le coloca la progresiva a la cual corresponde la muestra, la identificación se coloca en la parte frontal y visible. (Figura 4.4).



Figura 4.4 Identificación de la calicata y la muestra.

4. Finalmente, éstas son debidamente organizadas y enviadas al laboratorio industrial para realizarle los respectivos análisis.

El muestreo de suelo realizado a lo largo de las picas tiene dirección Este-Oeste y el espaciamiento entre cada una de las muestras es de 25 m. Se recolectó un total de 656 especímenes: 320 en la zona Este, 16 en el eje central y 320 en la zona Oeste de la Concesión Chocó 3 específicamente en la zona III en la que comprende, el área de estudio.

4.3.2.3 Muestreo de rocas: la recolección de muestras de rocas se realizó con el propósito de efectuar análisis petrográficos, esta recolección se ejecutó de manera aleatoria, tomando como criterio las diferencias en cuanto a características como el color, la textura, tamaño de grano, entre otras. Cada

una de las muestras fue identificada con un numero de ticket y en la libreta de campo se señaló en cual progresiva fue tomada la muestra y a cuantos metros específicamente, además de, las características de la roca macroscópicamente.

#### 4.3.3 Trabajo de laboratorio

4.3.3.1 Análisis químico de las muestras de suelo: Los análisis de las diferentes muestras de suelo recolectadas se realizaron en el laboratorio industrial de la compañía C.V.G. Minerven utilizando el método de espectrometría de absorción atómica.

4.3.3.2 Procedimiento para la preparación de secciones delgadas:

1. Se debe colocar la muestra en la cortadora de gasoil una vez asegurada se procede a encender, terminado el corte se extrae para ser lavada la laja de roca; al secar la muestra es marcada al tamaño del porta objeto y se pasa a la cortadora manual para llevarla a ese tamaño, luego se procede a la horizontalización de la muestra utilizando el abrasivo #400 y #600 (ver fig. 4.5) , la cual busca es dejar una de las caras totalmente lisa de manera que pueda quedar totalmente adherida a la lámina de vidrio que la va a contener y así también se evita la presencia de burbujas de aire entre ambas partes.



Figura 4.5 Máquina cortadora de gasoil, cortadora manual, y abrasivos.

2. Se prepara el porta objeto tomando una de sus caras en la cual se va a adherir la sección de roca y se pasa por abrasivo #600 y # 1000, con la finalidad de dejarla totalmente horizontal, tenidas ya las dos piezas lista es cuando se va a proceder a ser pegada para esta parte vamos a utilizar la plancha para calentar la muestra y el porta objeto, esto con la finalidad de que se pueda derretir la barra termoplástica (bálsamo de Canadá) la cual ha de servir como adherente para estas, se baja de la plancha ya cubiertas por el líquido pegante y se colocan una contra otra y se hace presión suave sobre toda la sección para eliminar cualquier burbuja que haya quedado atrapado entre ellas, cuando ya se halla secado la muestra se limpia todo exceso del bálsamo utilizando el xilol, ya totalmente sin rastros del pegante se pasa a la desbastadora eléctrica (Figura 4.6), la cual se utiliza para poder llevar de una manera uniforme la muestra de roca a un grosor de 1 mm aproximadamente.



Figura 4.6 Sección de roca y portaobjeto, materiales para pegar la muestra, desbastadora eléctrica.

3. La muestra ya se ha llevado a un grosor considerable con la desbastadora eléctrica, entonces se pasa a seguir devastando pero ahora manualmente utilizando los abrasivos #600 y #1000 para poder llevarla al diámetro requerido de 0.03 mm, una vez lista la muestra se limpia nuevamente el exceso de muestra, se agrega bálsamo de Canadá en frío, se le coloca el cubre objeto presionando uniformemente para eliminar las burbujas, se dejar secar la muestra a temperatura ambiente por lo menos 24 horas, luego que ha transcurrido el tiempo se limpia el exceso del bálsamo que pudo haber quedado y se procede a identificar la muestra en uno de los extremos con tirro de papel. (Figura 4.7).



Figura 4.7 Debastación manual de la roca, colocación del cubre objeto identificación de la muestra.

#### 4.3.3.3 Procedimiento para la realización de análisis petrográficos:

1. Verificar la identificación de la muestra.
2. La sección delgada debe estar acompañada por la muestra de mano respectiva.
3. Verificar que el microscopio petrográfico esté funcionando adecuadamente para hacer el análisis.
4. Describir macroscópicamente la muestra de mano, señalando en primer lugar las características más resaltantes y luego las menos notorias entre las que podemos señalar color, homogeneidad, granulometría, orientación, alteración, densidad, fracturas y textura de la roca.
5. Colocar la sección delgada de la roca en el microscopio y observarla con el objetivo de menor aumento y nicols paralelos, para observar los colores de los minerales y detallar los minerales transparentes, opacos y coloreados, además características como el pleocroísmo relieve, clivaje, forma, tamaño de los minerales, inclusiones, zonación, fracturas, alteración y el índice de refracción.
6. Continuar observando la sección delgada de roca en el microscopio con el mismo objetivo pero con nicols cruzados, para observar otras características ópticas de los minerales y complementar datos sobre las ya observadas, como: anisotropía, birrefringencia, maclado, extinción, signo óptico, recristalización, estructuras.
7. En caso de que el objetivo de menor aumento no pueda definir algunas características, se puede cambiar a objetivos de mayor aumento.

8. En el caso de que la roca tenga fósiles, debe señalar el porcentaje de abundancia y si es posible el tipo y su descripción.

9. Conociendo las características de los diferentes minerales, que forman la roca, estos se pueden identificar con ayuda de la bibliografía.

10. Al tener todos los minerales de la roca identificados, se le asigna a cada uno un porcentaje aproximado y con estos valores y la textura de la roca se puede establecer su clasificación.



Figura 4.8 Muestra macroscópica y sección delgada, análisis microscópico de la sección.

#### 4.3.4 Trabajo de oficina

4.3.4.1 Validación de los resultados: una vez obtenidos los análisis de laboratorio se procede a la revisión detallada de los mismo con el fin de buscar errores en los resultados de manera tal que al momento de hacer los cálculos o usos de los software especializados, no se cometa algún error al incluir valores erróneos, y aún más si la base de trabajo se realiza sobre

valores estadísticos que después tengan información no valdrá que repercutan de manera negativa sobre las interpretaciones finales.

4.3.4.2 Elaboración del mapa de las calicatas: éste se hizo utilizando el software Autocad 2009 con el propósito de tener en físico la ubicación exacta de las calicatas o representación gráfica de ellas.

4.3.4.3 Elaboración del mapa de isoanomalías: ya revisado los datos químicos para oro, plomo, cobre, zinc; proporcionados por el laboratorio industrial de la empresa C.V.G. Minerven se trabajan en el programa Excel 2007 con el fin de realizar una base de datos la cual será utilizada luego en el software Surfer 8.0 para realizar los mapas en 2D y 3D de cada elemento respectivamente.

4.3.4.4 Surfer 8.0: programa computarizado que grafica mapas de contornos y dibuja imágenes en tres dimensiones. Contiene un archivo llamado GRID, que es usado para producir los mapas de contornos y los dibujos en tercera dimensión en forma de diagrama de bloques de los datos que genera el mapa. Estos cálculos son reportados en unos archivos de texto TXT (hoja de cálculo), esta hoja de cálculo alimenta directamente al SURFER 8.0.

4.3.4.5 Obtenciones de gráficas geoestadísticas: obtenidos los resultados del laboratorio (656 muestras), los cuales fueron reflejados en una base de datos y suministrado al software SPSS 15.0, se aplicaron distintas metodologías estadísticas (método de cajas gráficas) para establecer los puntos de corte (valor de fondo, valor de umbral y valor anómalo) y generar el respectivo histograma, el cual agrupo los pares de datos obtenidos de la base de datos, y generar un reporte de dichas gráficas.

#### 4.4.5. Análisis e interpretación de los resultados

Estos se basan en analizar e interpretar de forma detallada los mapas de contornos al igual que las distintas gráficas y diagramas generados para cada elemento, oro (Au), plomo (Pb), cinc (Zn) y cobre (Cu), los cuales dará como resultado la identificación de una zona anómala, partiendo de los valores de fondo, umbral y anomalos determinados.

Una de las herramientas estadística usada para la interpretación es el método de cajas gráficas, con el objeto de agrupar familias de datos por intervalos o rangos, para cada elemento (Au, Pb, Zn y Cu) por separado, de los cuales se obtuvieron variables estadísticas como: número de muestras usadas, valor mínimo y máximo en la base de datos, la media de la población, desviación estándar, coeficiente de variación (c.v), entre otras; así también como el empleo de las gráficas P-P, las cuales permiten hacer una comparación de la probabilidad de una acumulación de un cierto elemento en base a una probabilidad esperada; todas estas técnicas serán las que determinaran la factibilidad que presenta la zona de estudio.

## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Luego de haber llevado a cabo cada uno de las técnicas empleadas en este proyecto y enmarcados en la metodología, se procedió a analizar e interpretar cada uno de los resultados obtenidos a partir de los estudios realizados; para de esta forma determinar las características geológicas y químicas que hay presentes en la zona de estudio.

Durante el trabajo de campo desarrollado en el área, se pudo observar que los suelos se caracterizan por presentar una coloración predominantemente marrón rojiza a marrón oscuro producto de la alteración de minerales ferromagnesianos, de textura arcillo-arenoso, con presencia de cuarzo diseminado, abundante pisolitas de hierro y costras ferruginosas; geomorfológicamente el área se caracteriza por lomas bajas de pendientes suaves bordeada por quebradas de régimen intermitente y actividad erosiva leve debido a que la zona posee una cobertura vegetal densa. De igual forma se pudo observar afloramientos rocosos intensamente meteorizados y diaclasados.

#### **5.1 Muestreo de la zona de estudio**

El estudio fue realizado siguiendo una red de muestreo el cual estaba formado por un eje central de 1500 metros con dirección N-S y 16 picas transversales de 1000 metros cada una con dirección E-W. En el anexo A.1 se puede observar la red de muestreo formada como se mencionó anteriormente.

## **5.2 Mapa geológico**

A partir del mapa geológico-estructural suministrado por la empresa C.V.G. MINERVEN el cual fue elaborado por C.V.G. TECNICA MINERA C.A, se pudo extraer la sección correspondiente a la concesión Chocó 3, en la cual se observa que en la zona se encuentra un contacto entre la formación callao hacia la parte sur de la zona III los cuales corresponden a una asociación a lavas básicas anfibolíticas, esquistos talcosos carbonaticos y anfibolíticos; en la parte central de la zona el mapa indica unas intrusiones básicas como: sill de gabros y noritas con o sin alteración hidrotermal; y hacia el norte un contacto con la formación caballape la cual se caracteriza por la presencia de meta- conglomerados, meta- brechas, tobas andesíticas y dacíticas las cuales presentan estructuras tipo flysch (Anexo A.2).

## **5.3 Resultados de la prospección geoquímica**

La prospección geoquímica se hizo fundamentalmente para oro (elemento blanco), pero se consideró la conveniencia de usar otros elementos trazas o (elementos exploradores) como Cu-Zn-Fe-Pb, con la finalidad de determinar si algunos de estos pueden ser utilizados como elementos guías para la mineralización, la distribución de estos elementos en el área pueden ser visualizados en el Apéndice B.

Obtenidas las muestras de suelo (656 muestras), se enviaron al laboratorio para su análisis químico (absorción atómica) cuyos resultados (Apéndice A) fueron reflejados en una base de datos a la cual se le aplicó el método de cajas gráficas para establecer valor de fondo, valor de umbral y valor anómalo para generar las respectivos diagramas de caja que corresponden a cada elemento.

#### 5.4 Resultados de análisis estadísticos

El estudio geoquímico de las muestras que fueron extraídas de la parcela Chocó 3 específicamente de la zona III, una vez validados los resultados, se creó una base de datos utilizando el software SPSS 15.0, el cual permitió determinar los valores que corresponden a las medidas de tendencia central, tales como: la media, mediana, valores máximo, mínimo y desviación estándar, un reporte de dichos valores, para cada uno de los elementos estudiados. (Tabla 5.1)

Tabla 5.1 Valores de Medidas de Tendencia Central.

<b>Variables Estadísticas</b>	<b>Au(ppb)</b>	<b>Cu(ppb)</b>	<b>Pb(ppb)</b>	<b>Fe(ppm)</b>	<b>Zn(ppb)</b>
<b>Mediana</b>	17	88.700	36.000	114.460	96.400
<b>Media</b>	758,64	92.575,42 7	38.025,04 6	111.514,6 6	147.928,14
<b>Mínimo</b>	16,667	1.300	100	3.320	18.100
<b>Máximo</b>	9.733,33	209.400	781.900	223.920	3.050.000
<b>Desviación Estándar</b>	1234,24	37.032,28 5	35.039,72 3	36.944,50 5	263.217,100

Estas medidas fueron utilizadas como parte del análisis estadístico, para el cálculo de los valores que corresponden a valor de umbral superior e inferior y anomalía, mediante unas fórmulas que se presentan en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Fórmulas utilizadas para el análisis estadístico.

Fórmulas	
Valor de fondo = Q75	
Umbral inferior =	$\bar{x} + 2S$
Umbral superior =	$\bar{x} + 3S$
Anomalia fuerte = $(RI*3)+CUARTIL3$	

#### 5.4.1 Elemento oro

La evaluación estadística para el elemento oro, se utilizaron los valores emitido por el laboratorio de C.V.G. MINERVEN, para un total de 656 muestras de suelo de los cuales para el análisis estadístico se utilizaron 644 de los mismos, por considerar que estos son más aproximados a la realidad y por ende poseen menor grado de error, ya sea por parte del muestreo o manipulación en laboratorio. Una vez realizado esto, se procedió a realizar el cálculo del valor de umbral correspondiente a la zona objeto de estudio de acuerdo con los resultados obtenidos del muestreo de suelo, en la tabla 5.3 se presentan los resultados obtenidos para el elemento oro para luego presentar gráficamente el diagrama de caja correspondiente a este elemento. (Figura 5.1).

Tabla 5.3 Valores de corte para el elemento Au.

Variables Estadísticas	Au(ppb)
Valor de Fondo	17
Umbral Inferior	3227,11
Umbral Superior	4461,35
Anomalia Fuerte	5149

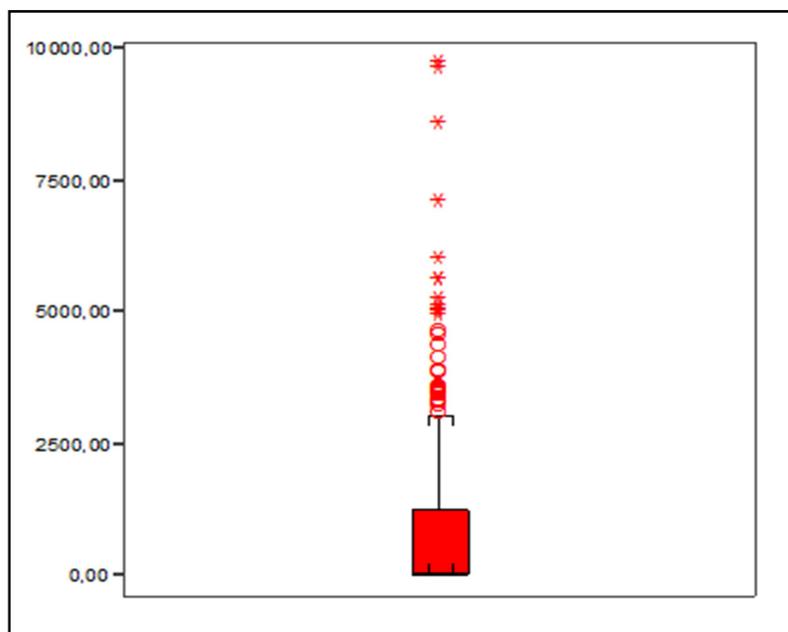


Figura 5.1 Caja gráfica para elemento oro.

El muestreo geoquímica para el elemento oro (Au) nos da como resultado una serie de resultados los cuales son representados en un mapa de contornos de isovalores (ver apéndices B-1 y B.2), los cuales asociando dichos valores y de acuerdo a su comportamiento no lineal (Apéndice C.1), nos permite la identificación de 2 zonas anómalas (ver Anexo A-3), teniendo una anomalía N°1 la cual presenta valores anómalos desde 1000 ppb hasta 6000 ppb aproximadamente y ubicándose entre las coordenadas mE 621300 – mE 622100, mN 809550 – mN 810400 siendo esta la de mayor amplitud presente en la zona de estudio; la anomalía N° 2 presenta valores desde 500 ppb hasta 5000 ppb ubicándose hacia el Norte del área con una dirección Este- Oeste con coordenadas mE 621200 – mE 622100, mN 810600 – mN 811000 y la anomalía.

#### 5.4.2 Elemento Cobre

El resultado de la interpretación geoquímica para la población de datos en el Cu se puede considerar homogénea (Apéndices C.2) ya que solo 4 muestras de una población estudiada de 656 presentaron valores por encima del valor anómalo, esto es debido a que los valores manejados se encuentran distribuidos en forma dispersa y dentro del rango normal determinado para la zona de 67400 ppb – 117100 ppb de acuerdo a lo determinado en los puntos de corte, se consideraron anómalos los valores superiores a 166695 ppb, la tabla 5.4 reseña los valores de corte respectivos y en la figura 5.2 se puede observar el diagrama de caja correspondiente al elemento Cu.

Tabla 5.4 Valores de corte para el elemento Cu.

<b>Variables Estadísticas</b>	<b>Cu ppb</b>
Valor de Fondo	67400
Umbral Inferior	166640
Umbral Superior	203672
Anomalía fuerte	266200

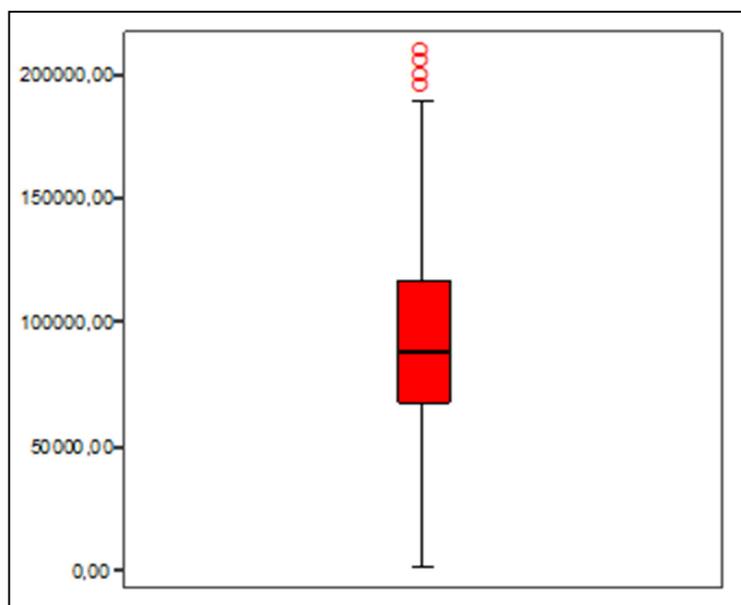


Figura.5.2 Caja gráfica para elemento Cobre.

#### 5.4.3 Elemento Cinc

En el elemento cinc (Zn) al igual que el Cu se puede considerar homogeneidad de los datos, ya que estos presentan su mayor población con comportamiento normal entre 72500 a 126100 ppb, la tabla 5.5 reseña los valores de corte respectivamente y en la figura 5.3 se observa el diagrama de caja para el elemento Zn.

De acuerdo con lo mostrado en el mapa de contorno y las gráficas, hay una concentración de valores en la parte Sur/este y otra en la parte superior de la zona prospectada con dirección Este/oeste, por lo que se definió una zona anómala no significativa (Apéndice C.3).

Tabla 5.5 Valores de corte para el elemento Zn.

<b>Variables Estadísticas</b>	<b>Zn ppb</b>
valor de Fondo	131400
Umbral Inferior	181734
Umbral Superior	221492
Anomalía Fuerte	306600

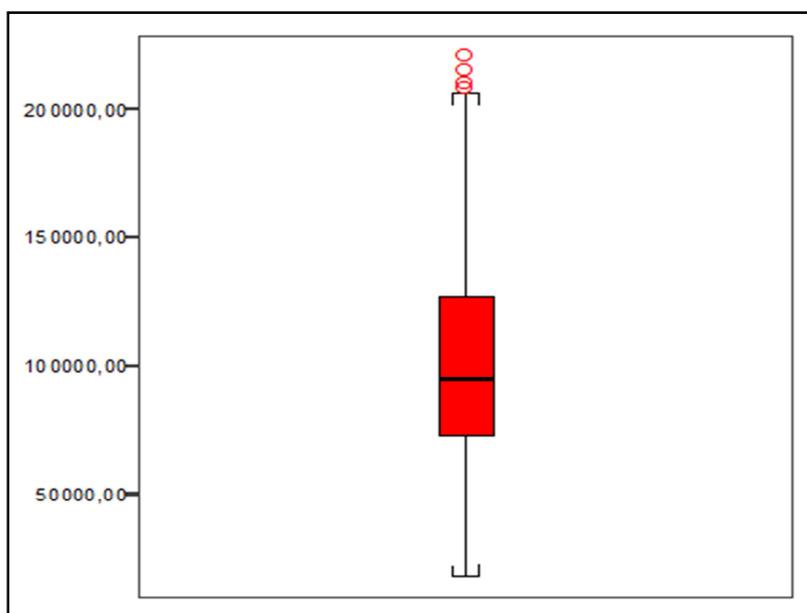


Figura 5.3 Caja gráfica para elemento Cinc.

#### 5.4.4 Elemento Plomo

La interpretación geoquímica para el elemento plomo (Pb) presenta una población de datos homogénea definiendo una distribución dispersa, con pequeñas áreas con anomalías significativas en la parte central de la zona de estudio, para el cual se determinó un valor de umbral inferior 76089 ppb, un valor de umbral superior de 95688 ppb y se consideraron valores anómalos los mayores 76089 ppb de

acuerdo con los puntos de corte la tabla 5.6 de valores de corte respectivamente, para poder generar el diagrama de caja para el elemento Pb (Figura 5.4).

Tabla 5.6 Valores de corte para el elemento Pb.

Variables Estadísticas	Pb ppb
valor de Fondo	47300
Umbral Inferior	76089
Umbral Superior	95688
Anomalía Fuerte	118700

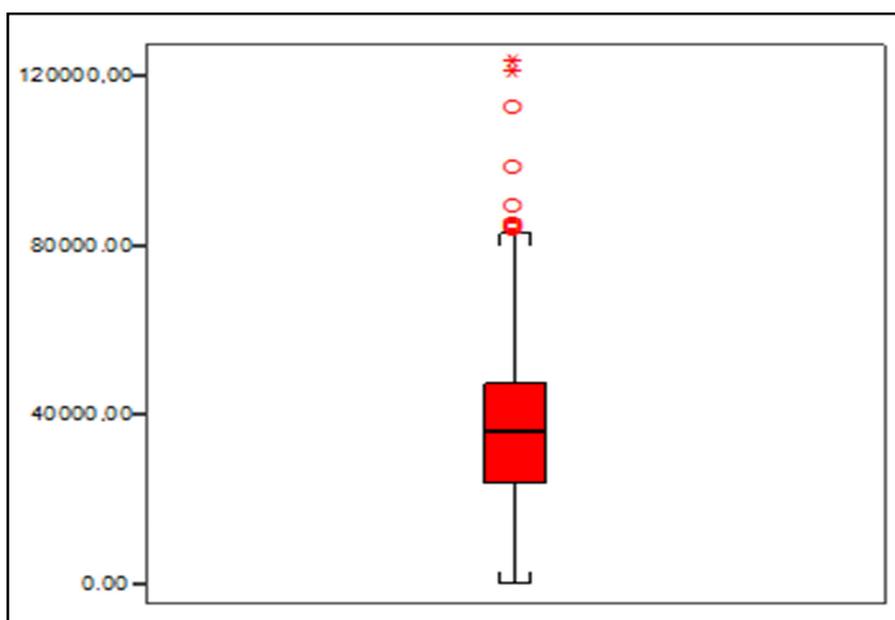


Figura 5.4 Caja gráfica para elemento Plomo.

#### 5.4.5 Elemento Hierro

Para el elemento hierro se hizo el análisis estadístico para 656 muestras de suelo las cuales presentaron un comportamiento normal (Apéndice C.3) ya que la mayor población de los elementos se encuentran distribuidos en forma dispersa en la

zona en estudio siendo 85280 y 138220 ppb donde se encuentran concentrados la mayor población de elementos; la tabla 5.7 muestra los valores de corte y la figura 5.5 muestra el diagrama de caja respectivo.

Tabla 5.7 Valores de corte para el elemento Fe.

<b>Variables Estadísticas</b>	<b>Fe ppb</b>
valor de Fondo	138220
Umbral Inferior	185461
Umbral Superior	222434
Anomalía Fuerte	297040

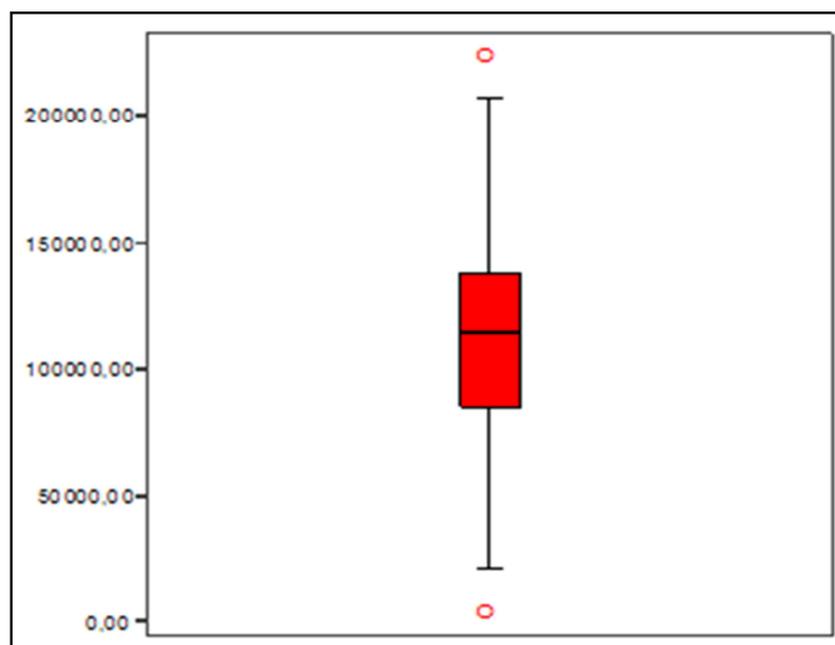


Figura 5.5 Caja grafica para elemento Hierro.

### **5.5 Comparación de resultados geoestadísticos para cada uno de los elementos**

Cabe destacar que la población estudiada presenta valores anómalos por encima del rango promedio de la familia de datos para el elemento oro (Au). Por lo que se consultaron las observaciones realizadas en el mapa de campo, encontrándose como observación: fragmentos de cuarzo y material rocoso en cada punto de muestra donde los valores están por encima del rango promedio, otra observación son los trabajos mineros en zonas adyacentes al punto de muestra. Este análisis se realiza a cada valor para determinar si están relacionados con acumulación de mineral o son producto de contaminación.

A partir de los valores obtenidos para cada elemento y realizado el análisis a través de la correlación de Pearson (Apéndice C.6) se pudo determinar que estos no guardan relación directa para el elemento blanco (Au). En el análisis se logra observar que el elemento hierro (Fe); plomo (Pb) y Zinc (Zn) están relacionado de manera directa con la roca caja, ya que es conocido que los depósitos auríferos presentes en la zona de estudio son de origen epigenético; es decir, que el emplazamiento de la mineralización se realizó posterior a la formación de la roca caja.

La presencia de valores altos dentro de las área definidas como anomalía principal para cada elemento, más las observaciones consultadas permiten inferir que estos valores fuera del rango promedio están relacionados con una estructura mineralizada.

## 5.6 Resultados de los análisis petrográficos

En la zona de estudio fueron recogidas un total de 14 muestras de rocas a las cuales posteriormente se les realizaron análisis petrográficos con la finalidad de determinar su composición mineralógica y así de esta manera poder identificarla, los análisis fueron realizados por la profesora, Anna Bandini, petrógrafo-mineralogista de la Universidad de Oriente.

### 5.6.1 Muestra 050576

En muestra de mano es una roca dura, fresca, homogénea, equigranular, de grano medio y de color verde oscuro con tonos claros, con presencia de pirita.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotromórfica granular, caracterizada por granos equidimensionales y de forma irregular (anhedral) parcialmente alterados, se observan cristales de piroxeno de tipo augita (35%), anhedrales con fracturas mostrando su clivaje rectangular y algunos de ellos maclados; están transformados en sus borde a hornblenda (5%), tremolita (15%) y clorita (5%) debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (5%).(Figura 5.6).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mescolanza de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (12%) y epidota (15%) producto de los efectos de la saussuritización sobre las plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca. También se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos (3%).

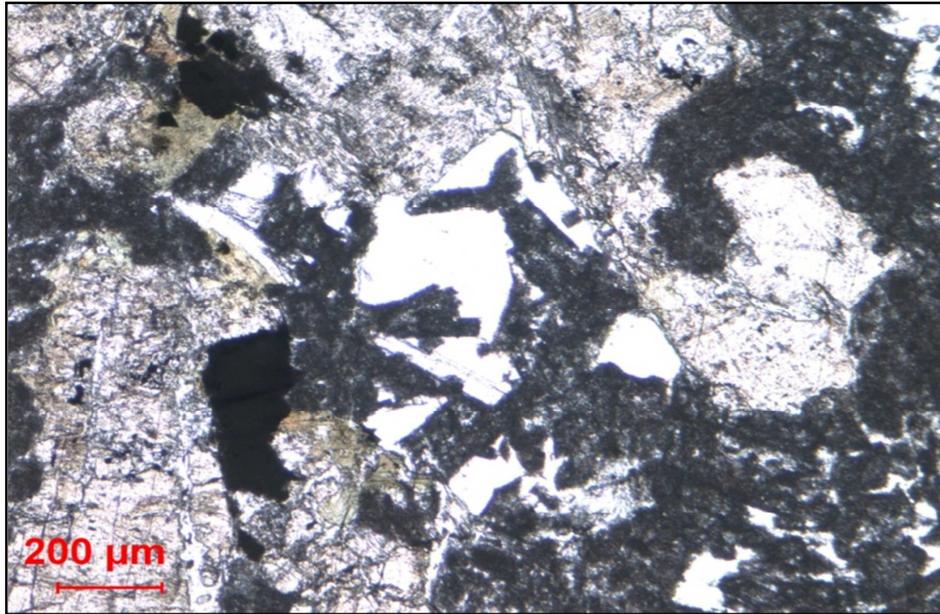


Figura 5.6 Muestra 050576 observada con el microscopio.

#### 5.6.2 Muestra 050577

Macroscópicamente es una roca dura, fresca, homogénea, de grano fino a medio, de color verde y con escasa vetillas.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotromórfica granular caracterizada por granos equidimensionales y de forma irregular parcialmente alterados se observan cristales de piroxeno tipo augita (40%), anhedrales con fracturas mostrando su clivaje rectangular y alguno de ellos maclados, están transformados en sus bordes a hornblenda (5%), tremolita (15%) y clorita (4%), debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (5%).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mezcla de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (10%), epidota (10%) y sericita (5%); producto de los efectos de saussuritización sobre plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca, también se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos (1%) alterados a oxihidróxido casi en su totalidad. (Figura 5.7)

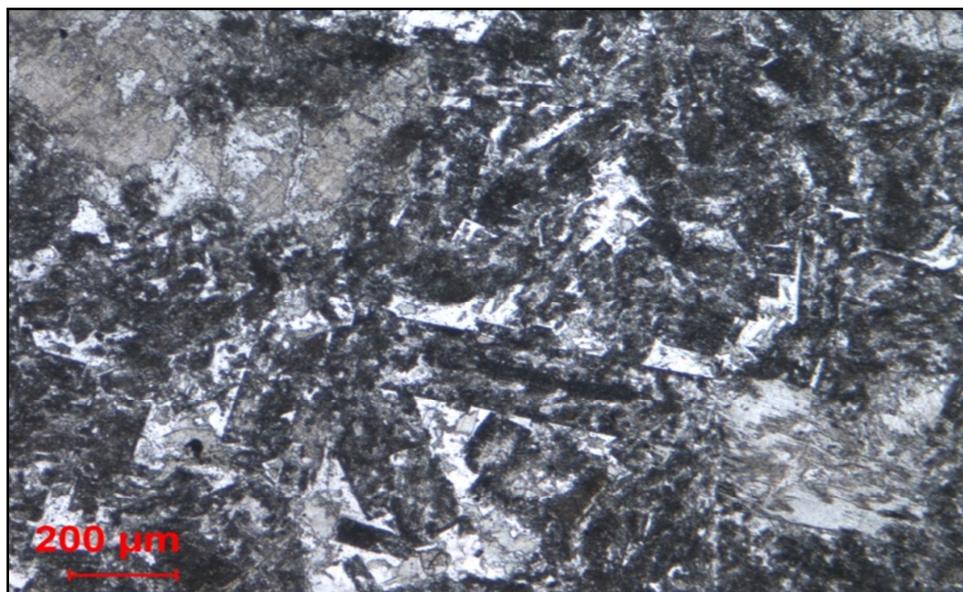


Figura 5.7 Muestra 050577 observada con el microscopio.

### 5.6.3 Muestra 050578

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, de grano fino y de color verde con tonos oscuros.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotrófica granular, caracterizada por granos

equidimensionales y de forma irregular (anhedral) parcialmente alterados, se observan cristales de piroxeno de tipo augita (25%), anhedrales con fracturas mostrando su clivaje rectangular y algunos de ellos maclados; están transformados en sus borde a hornblenda (5%), tremolita (20%) y clorita (1%) debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (5%).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mescolanza de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (15%) y epidota (20%) producto de los efectos de la saussuritización sobre las plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca. También se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos (4%).(Figura 5.8)

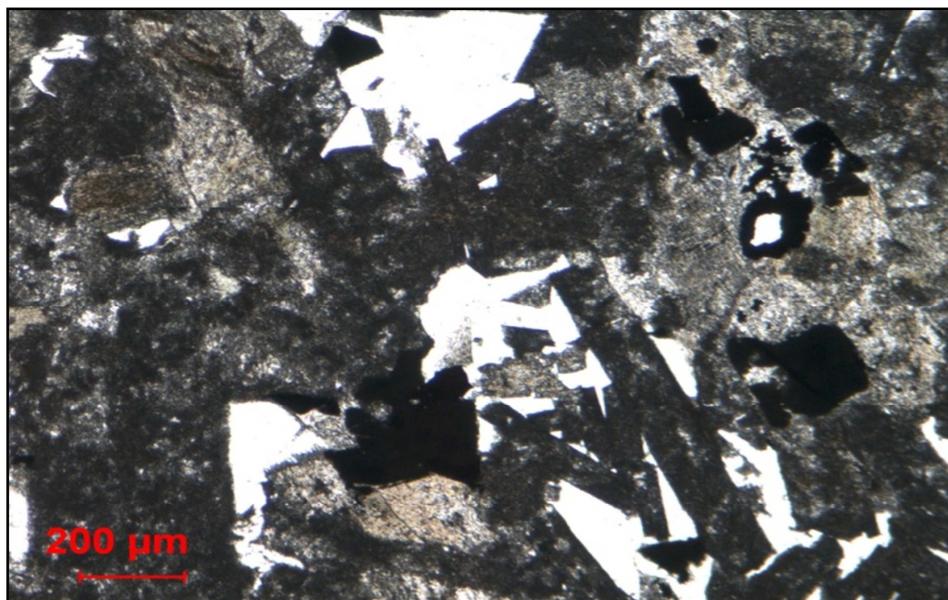


Figura 5.8 Muestra 050578 observada con el microscopio.

#### 5.6.4 Muestra 050579

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, de grano medio a fino y de color gris verdoso.

Al microscopio, la roca es una toba de composición dacítica formada por fragmentos de minerales en cristales de tamaño homogéneo de aproximadamente de 1mm a 0.2mm, los cuales se presentan en su mayoría rotos y corroídos con bordes irregulares y embebidas en una matriz microcristalina cuarzo feldespática (20%), los cristales que predominan son de plagioclasa de composición intermedia tipo oligoclasa-andesina (60%) con maclas polisintéticas, algunas de las cuales están ligeramente dobladas, la plagioclasa presenta una leve alteración sericítica (1%); también se identifica cuarzo (8%) con extinción ondulante y sin alteración, el cual en ocasiones se observa asociado a las plagioclasas formando fragmentos de roca. Toda la muestra está epidotizada (5%) en pequeños granos dispersos sobre todo en la matriz microcristalina y asociados con oxihidróxido de hierro (2%), clorita (1%) y minerales opacos (3%) a lo largo de algunas fracturas visibles en la muestra. (Figura 5.9).

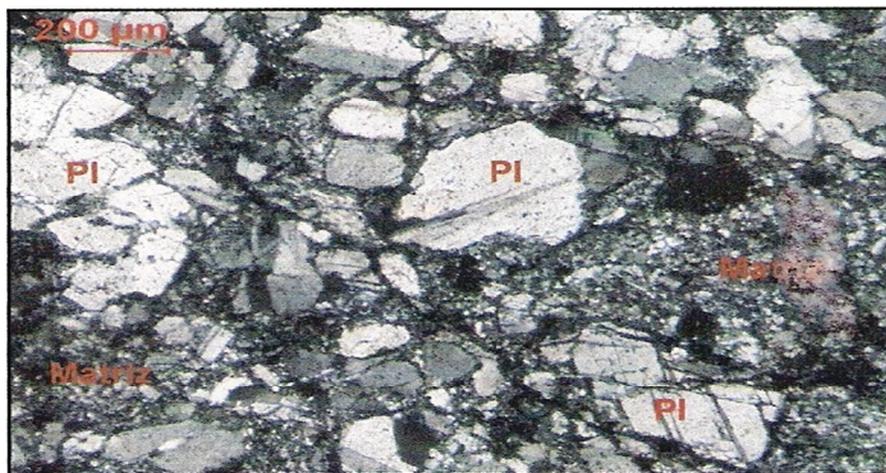


Figura 5.9 Muestra 050579 observada con el microscopio.

### 5.6.5 Muestra 050580

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, de grano fino a medio, fanerítica y de color gris verdoso claro.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotromórfica granular, caracterizada por granos equidimensionales y de forma irregular (anhedral) parcialmente alterados, se observan cristales de piroxeno de tipo augita (40%), anhedrales con fracturas mostrando su clivaje rectangular y algunos de ellos maclados; están transformados en sus borde a hornblenda (5%), tremolita (15%) y clorita (4%) debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (5%).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mezcla de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (10%) y epidota (15%) producto de los efectos de la saussuritización sobre las plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca. También se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos (1%). (Figura 5.10)

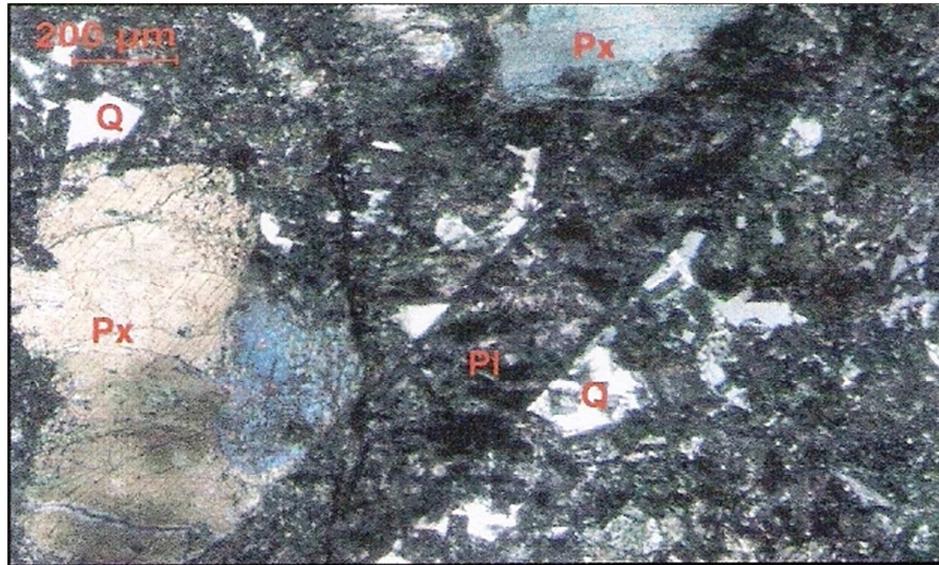


Figura 5.10 Muestra 050580 observada con el microscopio.

#### 5.6.6 Muestra 050583

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, de grano fino, y de color verde claro con tonos oscuros.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotromórfica granular, caracterizada por granos equidimensionales y de forma irregular, muy alterados se observan cristales de piroxeno de tipo augita (20%), anhedrales y transformados casi en su totalidad en actinolita (35%), con fracturas mostrando su clivaje rectangular y algunos de ellos maclados; están transformados en sus borde a hornblenda (5%), y clorita (4%) debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (2%).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mezcla de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (15%) y epidota (12%) producto de los efectos de la saussuritización sobre las plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca. También se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos (2%). (Figura 5.11)



Figura 5.11 Muestra 050583 observada con el microscopio.

#### 5.6.7 Muestra 050585

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, de grano muy fino, afanítica, en general la roca es de gris verdoso claro; además hay vetillas muy finas que atraviesan la roca en varias direcciones.

Al microscopio, es una toba cristalina que corresponde a la composición dacítica, está constituida por fragmentos de cristales con tamaños que varían entre 1 mm y 0.2 mm, los cuales se presentan corroídos y fracturados, predominan el feldespato tipo plagioclasa (60%) en sus variedades oligoclasa-andesina con maclas polisintéticas y una leve alteración sericítica (1%), le sigue en abundancia el cuarzo

(8%) también en granos angulosos y corroídos pero sin ninguna alteración, los granos de mayor tamaño son fragmentos de rocas constituidos por plagioclasa y cuarzo, los cuales evidencian la presencia de un evento piroclástico. Los granos están embebidos en una matriz microcristalina de composición cuarzo feldespática (15%) con granos de epidota (5%) dispersos por toda la muestra, escasa clorita (1%) y minerales opacos (3%); se observan fracturas rellenas de oxihidroxido de hierro (2%) y cuarzo microcristalino formando vetillas (5%) alguno de los cuales se entrecruzan entre sí. (Figura 5.12)

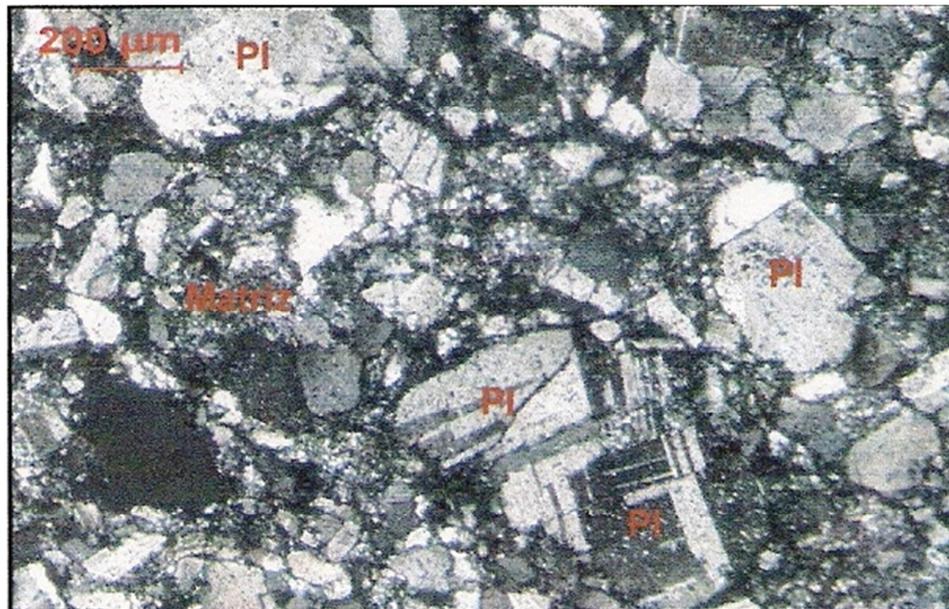


Figura 5.12 Muestra 050585 observada con el microscopio.

#### 5.6.8 Muestra 05086

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, densa, afanítica, y de color verde claro.

Al microscopio, es una toba cristalina que corresponde a la composición dacítica, está constituida por fragmentos de cristales con tamaños que varían entre 1 mm y 0.2 mm, los cuales se presentan corroídos y fracturados, predominan el feldespato tipo plagioclasas (60%) en sus variedades oligoclasa-andesina con maclas polisintéticas y una leve alteración sericítica (5%), le sigue en abundancia el cuarzo (10%) también en granos angulosos y corroídos pero sin ninguna alteración, los granos de mayor tamaño son fragmentos de rocas constituidos por plagioclasas y cuarzo, los cuales evidencian la presencia de un evento piroclástico. Los granos están embebidos en una matriz microcristalina de composición cuarzo feldespática (15%) con granos de epidota (5%) dispersos por toda la muestra, escasa clorita (1%) y minerales opacos (2%); se observan fracturas rellenas de oxihidroxido de hierro (2%).(Figura 5.13)



Figura 5.13 Muestra 050586 observada con el microscopio.

#### 5.6.9 Muestra 050587

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, densa, de grano medio y de color verde oscuro con tonos claros.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotromórfica granular, caracterizada por granos equidimensionales y de forma irregular, muy alterados se observan cristales de piroxeno de tipo augita (40%), con fracturas mostrando su clivaje rectangular y algunos de ellos maclados; están transformados en sus borde a hornblenda (5%), y clorita (6%) debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (8%).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mescolanza de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (10%) y epidota (20%) producto de los efectos de la saussuritización sobre las plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca. También se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos

(6%). (Figura 5.14)

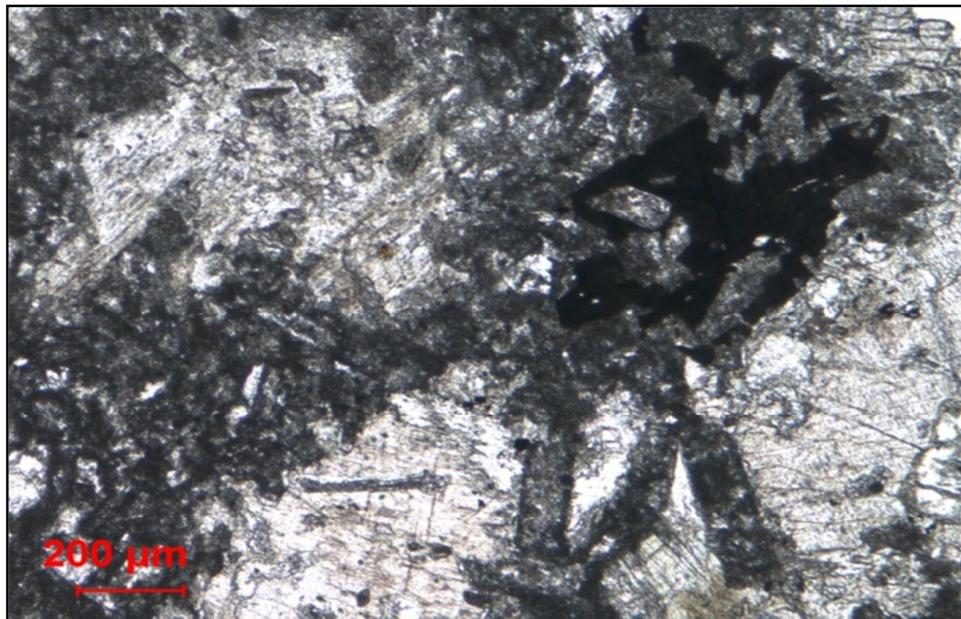


Figura 5.14 Muestra 050587 observada con el microscopio.

#### 5.6.10 Muestra 050588-A

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, densa, afanítica, de grano muy fino, de color rojizo con tonalidades grises.

Al microscopio, predomina el cuarzo microcristalino (88%) compuesto por granos equidimensionales con bordes suturados y extinción ondulante. Se observan finas bandas de granos de pirita (3%) de forma euhedral (forma cúbica) y oxihidróxido de hierro (2%) dispersos entre los granos de cuarzo. La roca está atravesada por finas vetillas de cuarzo entrecruzadas unas con otras (7%). (Figura 5.15).

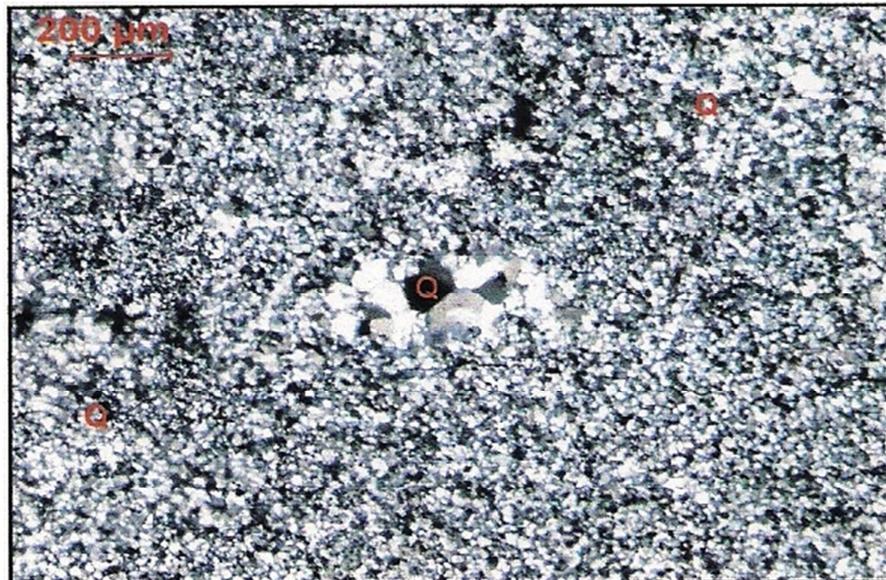


Figura 5.15 Muestra 050588-A Observada con el microscopio.

#### 5.6.11 Muestra 050588-B

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, densa de grano muy fino, afanítica de color rojizo, con tonalidades blancas y grises, además se observan vetas y vetillas que atraviesan la muestra.

Al microscopio, predomina el cuarzo microcristalino (88%) compuesto por granos equidimensionales con bordes suturados y extinción ondulante. Se observan bandas subparalelas de granos de pirita (10%) de forma euhedral (forma cúbica) y oxihidróxido de hierro (2%) dispersos entre los granos de cuarzo.

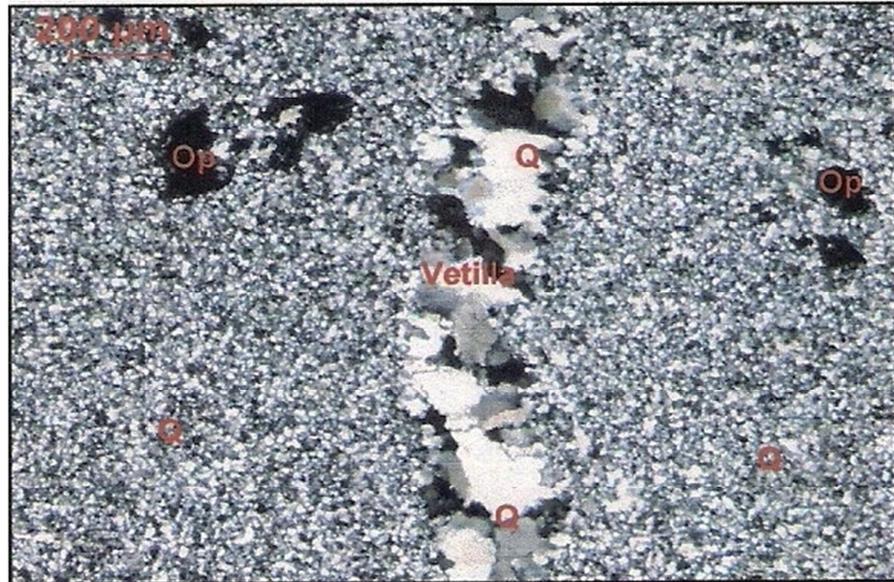


Figura 5.16 Muestra 050588-B observada con el microscopio.

#### 5.6.12 Muestra 050590

Macroscópicamente es una roca dura, fresca, homogénea, de grano fino a medio, de color verde claro con tonos oscuros.

Al microscopio, es una roca alterada por procesos que dieron lugar a la transformación de la mayoría de los minerales primarios, sin embargo, se observan reliquias de la textura original alotromórfica granular, caracterizada por granos equidimensionales y de forma irregular, muy alterados se observan cristales de piroxeno de tipo augita (40%), con fracturas mostrando su clivaje rectangular y algunos de ellos maclados; están transformados en sus borde a tremolita (5%), serpentina (10%) y clorita (1%) debido a procesos de uralitización que afectaron a la roca, junto a la augita se observan en iguales condiciones escasos cristales de enstatita (5%).

Estos procesos están rodeados de un campo de cristales totalmente alterados y transformados en una mezcla de pequeños granos de albita (5%), cuarzo (15%) y epidota (15%) producto de los efectos de la saussuritización sobre las plagioclasas cálcicas que originalmente formaban la roca. También se observan pequeños cristales anhedrales de minerales opacos (4%).(Figura 5.17)

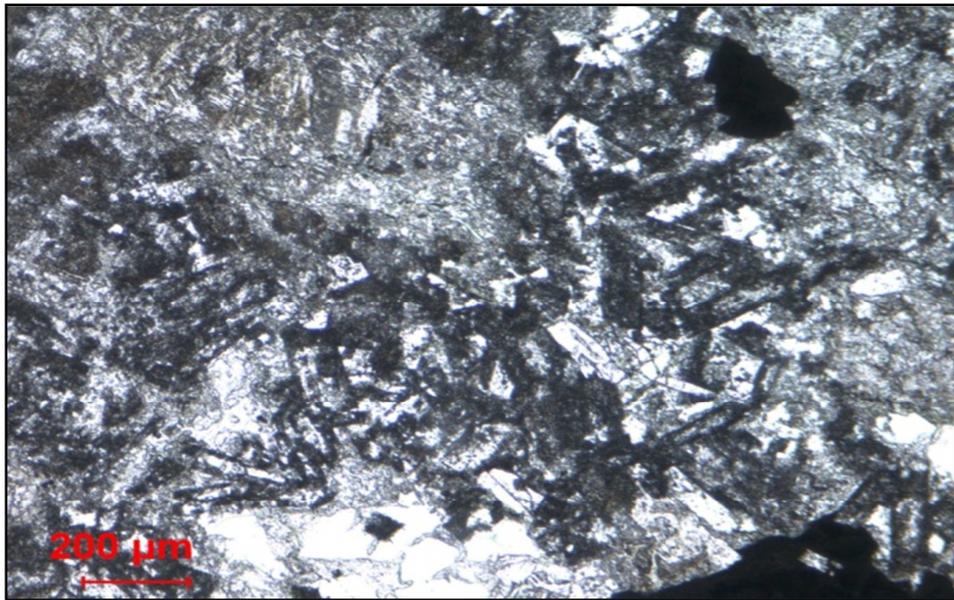


Figura 5.17 Muestra 050590 observada con el microscopio.

#### 5.6.13 Muestra 050591

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, densa, de grano muy fino, afanítica, de color gris verdoso claro con tonalidades grises oscuras, además se observan fracturas rellenas de material color rojizo.

Microscópicamente se observan cristales de cuarzo (92%) formando un mosaico de granos más o menos equidimensionales con fuerte tendencia al empaquetamiento, otros están formando vetillas, algunas se intersectan, otras son

discontinuas y forman cordones; además presenta clorita (5%) de tamaño muy fino y acicular; óxidos e hidróxidos de hierro (3%) emplazándose en grietas y otros formando cordones ligeramente anastomosadas y dispersos heterogéneamente. (Figura 5.18).

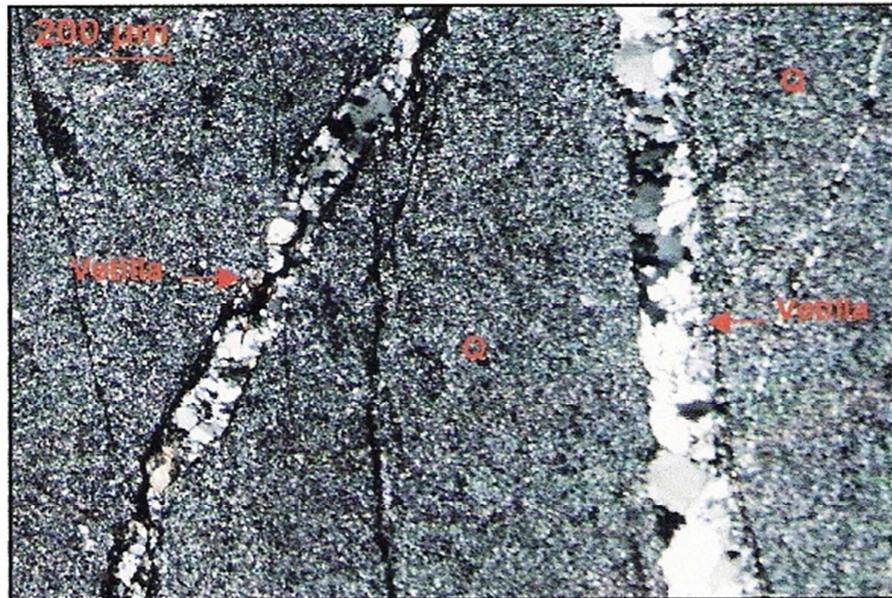


Figura 5.18 Muestra 050591 observada con el microscopio

#### 5.6.14 Muestra 050592

Macroscópicamente es una roca dura, homogénea, densa, afanítica, de color gris con tonos parduscos, principalmente en las fracturas y se observan vetillas que se entrecruzan.

Microscópicamente se observan cristales de cuarzo (50%) formando un mosaico equigranular, los de mayor tamaño se encuentra formando vetillas que la atraviesan, a veces recristalizados y en agregados granulares formando delgados paquetes; óxidos e hidróxidos de hierro (30%) formando paquetes ramificados entre

los intersticios de cuarzo; tremolita-actinolita (8%) columnar, en cristales individuales y en agregados granulares formando paquetes dispersos homogéneamente, además se observa epidota (8%) columnar y en agregados granulares y ligeramente orientados; clorita (2%) en láminas delgadas y cortas en los bordes de algunas vetillas y sericita (2%) de tamaño muy fino y laminar.(Figura 5.19).



Figura 5.19 Muestra 050592 Observada con el microscopio.

En la tabla 5.8 se presenta un resumen de la mineralogía predominante en la zona de estudio, tomada de los análisis petrográficos efectuados a las 14 muestras de roca, así mismo se presenta un cuadro comparativo en el que se observa la abundancia mineral por muestra, apoyándose en un histogramas de frecuencias en el se destacan minerales como, piroxenos, cuarzo, plagioclasas en sus variedades de oligoclasa-andesina, entre otros, esto se realiza con la finalidad de facilitar una evaluación del área, tomando en cuenta los porcentajes de cada mineral por muestra y

así determinar, en base a la composición mineralógica observada, las rocas que se encuentran en el área de estudio.(Figura 5.20)

Tabla 5.8 Resumen de análisis petrográficos.

Mineral	MUESTRAS													
	5057 6	5057 7	5057 8	5057 9	5058 0	5058 3	5058 5	5058 6	5058 7	50588- A	50588- B	5059 0	5059 1	5059 2
	Contenido porcentual mineralógico (%)													
<b>Augita</b>	35	40	25	0	40	20	0	0	40	0	0	40	0	0
<b>Enstatita</b>	0	5	5	0	5	2	0	0	5	0	0	5	0	0
<b>Albita</b>	5	5	5	0	5	5	0	0	5	0	0	5	0	0
<b>Oligoclasa- andesina</b>	0	0	0	60	0	0	60	60	0	0	0	0	0	0
<b>Cuarzo</b>	12	10	15	8	10	15	8	10	8	95	88	15	92	50
<b>Clorita</b>	5	4	1	1	4	4	1	1	1	0	0	1	5	2
<b>Epidota</b>	15	10	20	5	15	12	5	5	18	0	0	15	0	8
<b>chocó</b>	5	5	5	0	5	5	0	0	5	0	0	0	0	0
<b>Actinolita- Tremolita</b>	15	15	20	0	15	35	0	0	15	0	0	5	0	8
<b>Sericita</b>	0	5	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	0	2
<b>Serpentina</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
<b>Pirita</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0
<b>Minerales Opacos</b>	3	1	4	3	1	2	3	2	3	0	0	4	0	0
<b>Oxihidroxido de Hierro</b>	0	0	0	2	0	0	2	2	0	3	2	0	3	30

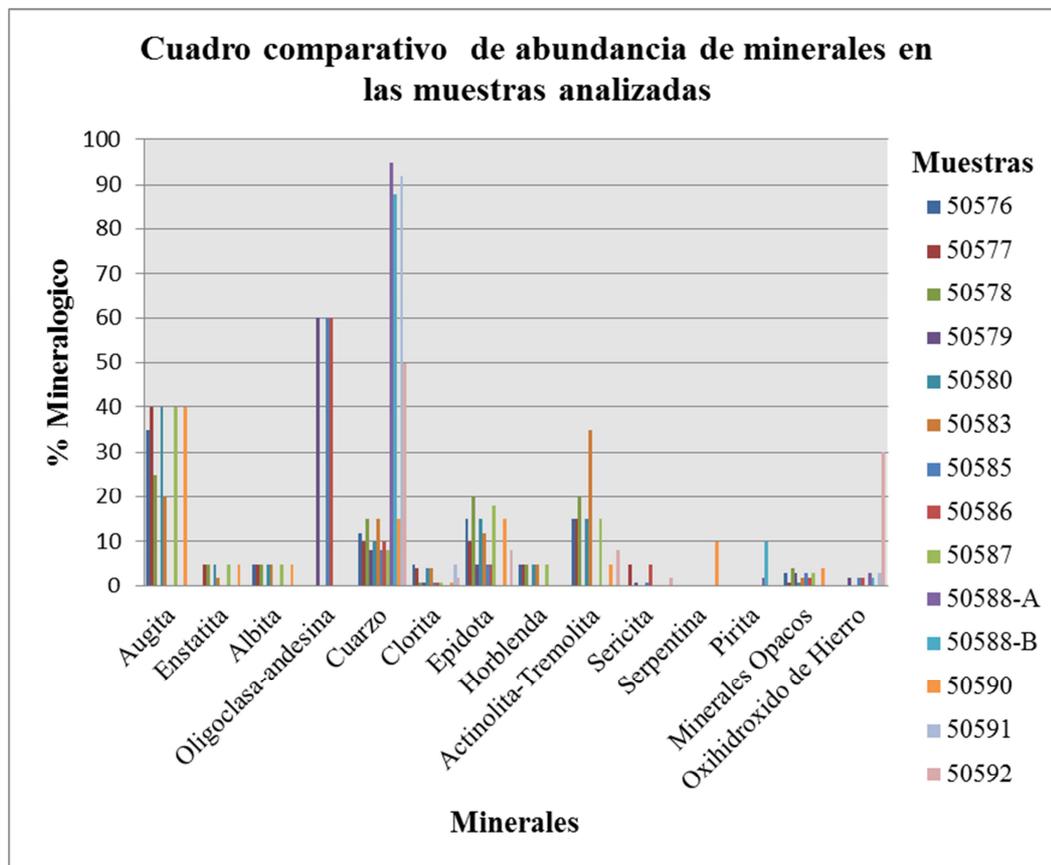


Figura 5.20 Cuadro comparativo de abundancia de minerales en las muestras analizadas.

Tomando en cuenta, la mineralogía secundaria existente indica que, las muestras 050576, 050577, 050578, 050580, 050583, 050587 y 0505590 pertenecen a la familia de los gabros, afectadas por procesos de saussuritización y uralitización que dieron lugar a la alteración de los minerales primarios de la roca, formando así minerales como: epidota, albita, clorita, entre otros; indicando de esta manera que el área de estudio, estuvo sometida a procesos de metamorfismo de bajo grado alcanzando las facies de los esquistos verdes. A su vez tenemos que las muestras 050579, 050585, 050586 corresponden a tobas cristalinas de composición dacítica y el resto de las muestras están constituidas por cuarzo microcristalino; considerando

las observaciones realizadas en campo, se deduce que esta roca pertenece a vetas cuarcíferas originadas a partir del emplazamiento de fluidos hidrotermales a través de las rocas que se encuentran en la zona, determinando así que la zona fue sometida a procesos metasomáticos donde se dio lugar a inyecciones de fluidos hidrotermales siendo la roca caja propilitizada y alcanzando así un enriquecimiento mineral de Au.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

El área se caracteriza por presentar un suelo laterítico, constituido por un material arcillo-arenoso, con una coloración de marrón rojiza a marrón oscuro con presencia de cuarzo diseminado y abundante pisolita.

De acuerdo a los análisis petrográficos realizados a las 14 muestras recolectadas se pueden distinguir 2 tipos de rocas: gabro y tobas de composición dacítica, Estos mismos análisis señalan que las rocas presentes en el área fueron sometidas a procesos hidrotermales de saussuritización y uralitización transformando los minerales primarios de la roca y obteniendo como mineralogía secundaria: epidota, clorita, albita, sericita, actinolita y hornblenda, por su parte las tobas señalan la existencia de eventos piroclástico en el área.

Tomando en cuenta, los resultados estadísticos se pudo determinar que para la población estudiada de mineral oro (Au), este presentó un comportamiento anómalo muy significativo, ya que se logró establecer un valor anómalo máximo de 9733.33 ppb para este elemento, presentando un valor medio de 758.64 ppb, la cual representa un valor muy importante en comparación del background regional el cual se encuentra entre 30-40 ppb teniendo una relación entre este y el local de 2241 %, indicando la zona rentable para labores de explotación.

A partir de los resultados obtenidos en el laboratorio se pudo determinar 2 zonas con un comportamiento anómalo:

1. Anomalía N° 1 presenta valores anómalos desde 1000ppb hasta 6000ppb aproximadamente, teniendo como dirección preferencial Norte-Sur y ubicándose entre las coordenadas mE 621300 – mE 622100, mN 809550 – mN 810400, siendo la de mayor interés en la zona

2. Anomalía N° 2 presenta valores desde 500ppb hasta 5000ppb ubicándose hacia el Norte del área con una dirección Este- Oeste, con coordenadas mE 621200 – mE 622100, mN 810600 – mN 811000

Es posible que las anomalías geoquímicas de los elementos Au encontradas en la zona de prospección, este reflejando en superficie una posible mineralización a profundidad.

Se pudo apreciar que ciertos valores anómalos se encuentran ubicados hacia partes bajas del área siendo posible que estas procedan de las partes de mayor altitud como consecuencia del transporte por medio de la acción hídrica y/o eólica.

### **Recomendaciones**

Tomando en cuenta que los cinturones de rocas verdes del proterozoico son potenciales en oro y lo resultados obtenidos se recomienda continuar la exploración más a detalle de esta zona a través de una campaña de perforaciones para determinar si estas anomalías son continuas tanto en profundidad como lateralmente.

Realizar análisis químicos más especializados que permitan establecer los elementos asociados directamente con la mineralización presente en el área, de manera que permitan determinar el tipo de yacimiento y a su vez el mejor método para recuperación del oro.

Las anomalías están estrechamente relacionadas; por lo tanto, es conveniente estudiarlas conjuntamente.

## REFERENCIAS

Ambioconsult, (2003). **PROYECTO DE CRACTERIZACIÓN AMBIENTAL EN EL DESARROLLO MINERO DISTRITO EL CALLAO, SECTOR CHOCÓ.** pp 1-31.

Corporación Venezolana de Guayana, Técnica Minera, C.A., (C.V.G).  
TECMIN. (1989). **PROYECTO EXPLORATORIO PARCELA CHOCÓ III.**  
Informe interno para C.V.G Minerven. Puerto Ordaz-Estado Bolívar. Venezuela. pp 10-21..

C.V.G Técnica Minera, C.A. TECMIN.(1989) **PROYECTO 060 DISTRITO AURÍFERO DE EL CALLAO. RESULTADO DE LA PROSPECCIONES.**  
Informe interno para C.V.G Minerven. Puerto Ordaz-Estado Bolívar. Venezuela. pp 24-44.

C.V.G Técnica Minera, C.A. TECMIN (1993). DELIMITACIONES DE ZONAS DE POSIBLES MINEARLIZACIONES AURÍFERAS DE INTERÉS ECONÓMICO, DEFINIR LITOLOGÍAS Y ESTRUCTURAS QUE PUDIERAN CONTROLAR MINEALIZACIONES.E

Ewel. J.J. y A. Madríz (1968). ZONAS DE VIDA DE VENEZUELA MEMORIAS EXLICATIVAS SOBRE EL MAPA ECOLÓGICO FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS, Ed, Caracas.

Foster, R. (1992). THE GEOLOGY GEOCHEMISTRY AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS. pp 389-416

Golfields, (2003). PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA EN EL DESARROLLO MINERO DISTRITO EL CALLAO, SECTOR CHOCÓ. pp 1-31

Guilloux, Louis. (1997). **CONTEXTO GEOLÓGICO Y LA POTENCIALIDAD MINERA DE LAS 12 CONCESIONES DE C.V.G. MINERVEN.** Informe interno para C.V.G Minerven Distrito autónomo de El Callao, Estado Bolívar. Venezuela. pp 30 – 34.

Mendoza, Vicente. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO).** Editorial instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. pp 55 – 78.

Mendoza, Vicente. (2005). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO ANDES VENEZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE).** Editorial Instituto Geográfico de Venezuela simon bolívar. pp 68 – 83.

Morales, A. (1985). **TÉCNICAS Y MÉTODOS UTILIZADOS EN PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA.** Manual pp 17.

Méndez, José Baamonde. (2006). **PETROGRAFÍA.** Facultad de Ciencias, U.C.V., Caracas-Venezuela. pp. 80.

Heinrich, E.W.M. (1980). **PETROGRAFÍA MICROSCÓPICA.** Editorial Omega, Barcelona-Venezuela. Pp. 113-114.

## APÉNDICES

### APÉNDICE A

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE SUELO A LAS CUALES  
SE LES REALIZARÓN ABSORCIÓN ATÓMICA EN LA DE CHOCÓ 3  
ZONA III

A.1 Resultados de análisis químico de la progresiva PO+000 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
CODIGO	Au g/t	ppb Au	ppb Cu	ppm Fe *	ppb Pb	ppb Zn
CH3Z3-M0-P0+000	9,733	9733	162200	181440	54200	112300
CH3Z3-M1-P0+000E	8,583	8583	144100	125140	67600	117300
CH3Z3-M2-P0+000E	37,600	37600	137200	160600	65600	117700
CH3Z3-M3-P0+000E	2,267	2267	164400	187620	29900	131900
CH3Z3-M4-P0+000E	2,683	2683	182600	187840	29200	117100
CH3Z3-M5-P0+000E	1,600	1600	180600	196060	31800	149900
CH3Z3-M6-P0+000E	1,133	1133	105800	116680	26000	111400
CH3Z3-M7-P0+000E	1,217	1217	158900	167660	36100	167700
CH3Z3-M8-P0+000E	1,983	1983	157500	145340	17800	161900
CH3Z3-M9-P0+000E	< 0,017	< 17	153200	159440	26000	162000
CH3Z3-M10-P0+000E	0,317	317	150800	130640	17000	189300
CH3Z3-M11-P0+000E	1,283	1283	137400	129000	16200	135000
CH3Z3-M12-P0+000E	1,367	1367	151700	131380	18600	147700
CH3Z3-M13-P0+000E	0,100	100	180000	122260	23100	156000
CH3Z3-M14-P0+000E	1,233	1233	166000	143000	27900	152500
CH3Z3-M15-P0+000E	2,083	2083	160100	151000	21600	131200
CH3Z3-M16-P0+000E	1,433	1433	145300	147380	18000	116100
CH3Z3-M17-P0+000E	1,100	1100	143900	139500	15200	95700
CH3Z3-M18-P0+000E	0,300	300	135400	131160	17000	112000
CH3Z3-M19-P0+000E	0,600	600	135000	115180	18200	120400
CH3Z3-M20-P0+000E	1,233	1233	126000	87080	19600	118800

CH3Z3-M1-P0+000W	1,183	1183	117000	117380	16200	95100
CH3Z3-M2-P0+000W	0,650	650	135700	130400	13200	100000
CH3Z3-M3-P0+000W	0,317	317	69900	64040	15500	62500
CH3Z3-M4-P0+000W	0,250	250	105100	96400	16200	90800
CH3Z3-M5-P0+000W	1,700	1700	61300	53640	17600	60400
CH3Z3-M6-P0+000W	0,200	200	77200	58900	18100	61400
CH3Z3-M7-P0+000W	0,917	917	63600	42680	18900	52700
CH3Z3-M8-P0+000W	< 0,017	< 17	82000	44500	16400	58400
CH3Z3-M9-P0+000W	0,883	883	73100	39840	26200	56900
CH3Z3-M10-P0+000W	0,017	17	63600	41860	21500	56700
CH3Z3-M11-P0+000W	0,250	250	26800	69960	17500	66100
CH3Z3-M12-P0+000W	0,800	800	74300	40360	20600	56200
CH3Z3-M13-P0+000W	1,467	1467	69500	54220	19000	58300
CH3Z3-M14-P0+000W	0,217	217	65600	48000	16300	63400
CH3Z3-M15-P0+000W	0,767	767	80100	51900	20900	57100
CH3Z3-M16-P0+000W	0,150	150	76000	50600	22300	68500
CH3Z3-M17-P0+000W	< 0,017	< 17	66100	73580	56400	80900
CH3Z3-M18-P0+000W	< 0,017	< 17	77700	52080	21800	71100
CH3Z3-M19-P0+000W	< 0,017	< 17	87000	69720	27600	99500
CH3Z3-M20-P0+000W	2,300	2300	199800	151180	44500	127500
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

### A.2 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 100 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO  </b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P0+100	< 0,017	< 17	129400	166300	35800	85200
CH3Z3-M1-P0+100E	< 0,017	< 17	147400	115060	45400	109200
CH3Z3-M2-P0+100E	< 0,017	< 17	159300	132400	38800	156000
CH3Z3-M3-P0+100E	< 0,017	< 17	149400	133300	35400	146400
CH3Z3-M4-P0+100E	< 0,017	< 17	153600	86020	41000	127600
CH3Z3-M5-P0+100E	< 0,017	< 17	140500	82880	35700	122400
CH3Z3-M6-P0+100E	< 0,017	< 17	142800	132440	35200	120900
CH3Z3-M7-P0+100E	< 0,017	< 17	134700	79180	38000	119000
CH3Z3-M8-P0+100E	< 0,017	< 17	142100	62040	34400	125000
CH3Z3-M9-P0+100E	< 0,017	< 17	154000	129140	37500	147400
CH3Z3-M10-P0+100E	< 0,017	< 17	156500	145460	37500	167700
CH3Z3-M11-P0+100E	< 0,017	< 17	158500	153080	39300	139100

CH3Z3-M12-P0+100E	< 0,017	< 17	146700	148480	35900	117400
CH3Z3-M13-P0+100E	< 0,017	< 17	156200	157660	39400	126700
CH3Z3-M14-P0+100E	< 0,017	< 17	157800	156520	39900	131800
CH3Z3-M15-P0+100E	< 0,017	< 17	152000	156620	41500	112600
CH3Z3-M16-P0+100E	0,617	617	147600	147360	37000	110400
CH3Z3-M17-P0+100E	1,850	1850	143400	152280	41300	97100
CH3Z3-M18-P0+100E	< 0,017	< 17	148100	151140	34600	94000
CH3Z3-M19-P0+100E	< 0,017	< 17	128100	123880	41200	83000
CH3Z3-M20-P0+100E	0,717	717	113800	143260	35200	70800
CH3Z3-M1-P0+100W	1,217	1217	119700	165920	36000	60700
CH3Z3-M2-P0+100W	0,100	100	114400	165340	74900	59600
CH3Z3-M3-P0+100W	6,017	6017	112400	157260	36300	60200
CH3Z3-M4-P0+100W	0,200	200	113100	163580	39600	66300
CH3Z3-M5-P0+100W	0,200	200	102900	148000	34700	68700
CH3Z3-M6-P0+100W	15,083	15083	99300	135180	34500	72900
CH3Z3-M7-P0+100W	< 0,017	< 17	88900	158700	62200	83000
CH3Z3-M8-P0+100W	< 0,017	< 17	97400	152000	30900	84800
CH3Z3-M9-P0+100W	< 0,017	< 17	62200	104320	25500	94300
CH3Z3-M10-P0+100W	< 0,017	< 17	92500	177200	29900	61400
CH3Z3-M11-P0+100W	0,683	683	109600	146940	25400	83100
CH3Z3-M12-P0+100W	< 0,017	< 17	122300	167060	122600	95400
CH3Z3-M13-P0+100W	20,050	20050	109600	156080	24000	89800
CH3Z3-M14-P0+100W	< 0,017	< 17	80300	162400	31300	85500
CH3Z3-M15-P0+100W	20,050	20050	68600	37560	28700	48600
CH3Z3-M16-P0+100W	< 0,017	< 17	69500	95820	28900	44100
CH3Z3-M17-P0+100W	2,467	2467	65500	105720	26900	55900
CH3Z3-M18-P0+100W	< 0,017	< 17	69700	90440	30200	63500
CH3Z3-M19-P0+100W	< 0,017	< 17	85300	36080	30400	55100
CH3Z3-M20-P0+100W	0,183	183	59300	86040	41800	152300
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

### A.3 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 200 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
CODIGO	Au g/t	ppb Au	ppb Cu	ppm Fe *	ppb Pb	ppb Zn
CH3Z3-M0-P0+200	1,717	1717	95400	115840	37600	nd
CH3Z3-M1-P0+200E	0,417	417	75000	96200	35900	nd
CH3Z3-M2-P0+200E	0,950	950	145500	189300	74300	nd

CH3Z3-M3-P0+200E	67,000	67000	129400	175680	51800	18100
CH3Z3-M4-P0+200E	5,017	5017	131300	166440	51300	35000
CH3Z3-M5-P0+200E	1,350	1350	114300	139660	42700	nd
CH3Z3-M6-P0+200E	0,200	200	99500	113060	39600	28000
CH3Z3-M7-P0+200E	0,833	833	117100	114460	40900	nd
CH3Z3-M8-P0+200E	0,783	783	135700	137020	41500	nd
CH3Z3-M9-P0+200E	< 0,017	< 17	169500	138100	55400	26100
CH3Z3-M10-P0+200E	0,033	33	157700	155500	37400	18200
CH3Z3-M11-P0+200E	0,183	183	164800	112060	33200	149900
CH3Z3-M12-P0+200E	< 0,017	< 17	183500	112700	33300	208500
CH3Z3-M13-P0+200E	0,300	300	172900	121080	41800	199100
CH3Z3-M14-P0+200E	< 0,017	< 17	166100	126080	39600	126100
CH3Z3-M15-P0+200E	< 0,017	< 17	161500	3320	29700	116100
CH3Z3-M16-P0+200E	< 0,017	< 17	144100	21180	24300	23100
CH3Z3-M17-P0+200E	< 0,017	< 17	130800	107680	27800	52600
CH3Z3-M18-P0+200E	< 0,017	< 17	127400	124120	35800	63700
CH3Z3-M19-P0+200E	< 0,017	< 17	124100	115600	28800	64000
CH3Z3-M20-P0+200E	< 0,017	< 17	109000	138080	46000	nd
CH3Z3-M1-P0+200W	2,300	2300	89400	77580	35200	nd
CH3Z3-M2-P0+200W	< 0,017	< 17	76300	71300	41100	nd
CH3Z3-M3-P0+200W	< 0,017	< 17	83800	83240	45400	nd
CH3Z3-M4-P0+200W	< 0,017	< 17	75300	68680	45300	nd
CH3Z3-M5-P0+200W	< 0,017	< 17	72700	24380	60600	nd
CH3Z3-M6-P0+200W	< 0,017	< 17	76900	57300	53800	nd
CH3Z3-M7-P0+200W	< 0,017	< 17	70200	32640	39000	nd
CH3Z3-M8-P0+200W	< 0,017	< 17	68200	35200	40500	nd
CH3Z3-M9-P0+200W	< 0,017	< 17	72200	37200	40600	nd
CH3Z3-M10-P0+200W	< 0,017	< 17	26600	32400	51300	nd
CH3Z3-M11-P0+200W	< 0,017	< 17	16600	20520	31200	nd
CH3Z3-M12-P0+200W	< 0,017	< 17	14200	20360	27800	nd
CH3Z3-M13-P0+200W	< 0,017	< 17	38800	81200	41800	nd
CH3Z3-M14-P0+200W	< 0,017	< 17	40000	31560	48900	nd
CH3Z3-M15-P0+200W	< 0,017	< 17	75600	65220	48200	nd
CH3Z3-M16-P0+200W	< 0,017	< 17	86500	118160	60900	nd
CH3Z3-M17-P0+200W	< 0,017	< 17	86000	120520	57300	nd
CH3Z3-M18-P0+200W	< 0,017	< 17	19280	25260	52000	nd
CH3Z3-M19-P0+200W	< 0,017	< 17	157900	25360	45600	nd
CH3Z3-M20-P0+200W	< 0,017	< 17	88200	106600	57100	nd
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

## A.4 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 300 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO.DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P0+300	1,133	1133	69400	93500	43100	1330000
CH3Z3-M1-P0+300E	1,867	1867	65000	83580	65600	3050000
CH3Z3-M2-P0+300E	0,733	733	62500	78140	48600	1460000
CH3Z3-M3-P0+300E	0,583	583	40200	131040	39700	1540000
CH3Z3-M4-P0+300E	1,833	1833	61500	88600	38500	1565000
CH3Z3-M5-P0+300E	0,817	817	70000	102500	42000	1650000
CH3Z3-M6-P0+300E	0,933	933	91300	161280	51200	685000
CH3Z3-M7-P0+300E	0,667	667	89000	111760	38800	730000
CH3Z3-M8-P0+300E	0,933	933	120700	169300	45000	1490000
CH3Z3-M9-P0+300E	0,700	700	100300	163000	39200	1355000
CH3Z3-M10-P0+300E	0,750	750	145400	179280	47100	1170000
CH3Z3-M11-P0+300E	1,467	1467	117200	135900	39100	1490000
CH3Z3-M12-P0+300E	1,200	1200	120900	147500	43200	1390000
CH3Z3-M13-P0+300E	1,383	1383	130400	156900	41400	700000
CH3Z3-M14-P0+300E	< 0,017	< 17	127600	142460	41900	415000
CH3Z3-M15-P0+300E	1,017	1017	118800	126800	44500	1540000
CH3Z3-M16-P0+300E	3,550	3550	122000	129860	31200	199100
CH3Z3-M17-P0+300E	< 0,017	< 17	113300	136280	27800	152000
CH3Z3-M18-P0+300E	< 0,017	< 17	115900	137420	31100	158400
CH3Z3-M19-P0+300E	0,383	383	130500	140840	29700	152400
CH3Z3-M20-P0+300E	1,667	1667	153200	146540	32300	145500
CH3Z3-M1-P0+300W	0,550	550	60500	82960	26500	109900
CH3Z3-M2-P0+300W	< 0,017	< 17	65800	85280	24200	105600
CH3Z3-M3-P0+300W	1,150	1150	76700	125660	29700	125100
CH3Z3-M4-P0+300W	0,783	783	132700	131680	30700	130400
CH3Z3-M5-P0+300W	0,600	600	32500	45640	16000	60500
CH3Z3-M6-P0+300W	0,567	567	47700	84780	23100	81100
CH3Z3-M7-P0+300W	0,400	400	30300	69280	18500	78500
CH3Z3-M8-P0+300W	1,350	1350	58000	76980	27200	84200
CH3Z3-M9-P0+300W	0,600	600	110700	114460	29100	119000
CH3Z3-M10-P0+300W	2,283	2283	189400	146300	64000	152600
CH3Z3-M11-P0+300W	1,267	1267	137500	146700	41000	124500
CH3Z3-M12-P0+300W	< 0,017	< 17	80000	115120	27600	102600

CH3Z3-M13-P0+300W	< 0,017	< 17	67800	108780	29500	80400
CH3Z3-M14-P0+300W	0,217	217	91100	112920	31200	87500
CH3Z3-M15-P0+300W	1,700	1700	98000	122920	33600	86800
CH3Z3-M16-P0+300W	0,383	383	66600	96740	16400	76700
CH3Z3-M17-P0+300W	1,317	1317	75700	154080	33100	57900
CH3Z3-M18-P0+300W	1,050	1050	130600	97340	24900	139200
CH3Z3-M19-P0+300W	0,833	833	94600	99600	29400	171000
CH3Z3-M20-P0+300W	0,350	350	120600	101980	38600	450000

\*debido a la alta concentración se reporta en ppm

#### A.5 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 400 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P0+400	2,200	2200	94200	144560	36800	116600
CH3Z3-M1-P0+400E	2,583	2583	75000	96260	27200	69500
CH3Z3-M2-P0+400E	1,533	1533	71700	70740	22000	62100
CH3Z3-M3-P0+400E	2,900	2900	63100	81440	25100	62200
CH3Z3-M4-P0+400E	17,250	17250	60400	74860	27700	57400
CH3Z3-M5-P0+400E	0,133	133	47200	80120	26200	50300
CH3Z3-M6-P0+400E	0,583	583	90700	105320	23100	86800
CH3Z3-M7-P0+400E	< 0,017	< 17	101100	147380	26400	76300
CH3Z3-M8-P0+400E	1,433	1433	148400	167240	36900	105300
CH3Z3-M9-P0+400E	< 0,017	< 17	125900	158100	46200	104600
CH3Z3-M10-P0+400E	< 0,017	< 17	166800	165860	38800	134300
CH3Z3-M11-P0+400E	< 0,017	< 17	205700	171940	42800	188300
CH3Z3-M12-P0+400E	< 0,017	< 17	119100	147080	33800	100400
CH3Z3-M13-P0+400E	0,317	317	102500	135320	38700	122600
CH3Z3-M14-P0+400E	< 0,017	< 17	109400	143800	33200	97800
CH3Z3-M15-P0+400E	< 0,017	< 17	117400	128480	33600	108000
CH3Z3-M16-P0+400E	< 0,017	< 17	119400	131820	29700	85400
CH3Z3-M17-P0+400E	< 0,017	< 17	129000	120500	28500	111100
CH3Z3-M18-P0+400E	< 0,017	< 17	113900	124120	36800	86900
CH3Z3-M19-P0+400E	< 0,017	< 17	118400	104780	23500	100300
CH3Z3-M20-P0+400E	0,400	400	132500	141260	24700	107200
CH3Z3-M1-P0+400W	< 0,017	< 17	163100	175140	32500	117200
CH3Z3-M2-P0+400W	< 0,017	< 17	95500	149340	42500	101000
CH3Z3-M3-P0+400W	< 0,017	< 17	99400	114840	33500	72700

CH3Z3-M4-P0+400W	< 0,017	< 17	82700	115840	31000	80400
CH3Z3-M5-P0+400W	< 0,017	< 17	81900	104520	34300	68700
CH3Z3-M6-P0+400W	< 0,017	< 17	85100	97920	35000	72500
CH3Z3-M7-P0+400W	< 0,017	< 17	127300	117540	27700	92000
CH3Z3-M8-P0+400W	< 0,017	< 17	75400	111220	28100	43900
CH3Z3-M9-P0+400W	< 0,017	< 17	119800	107240	37000	96400
CH3Z3-M10-P0+400W	< 0,017	< 17	104400	102240	42000	100600
CH3Z3-M11-P0+400W	< 0,017	< 17	98100	117060	40900	87500
CH3Z3-M12-P0+400W	< 0,017	< 17	93100	50800	35600	80300
CH3Z3-M13-P0+400W	1,633	1633	72700	101260	36000	78900
CH3Z3-M14-P0+400W	< 0,017	< 17	75400	132460	41800	123900
CH3Z3-M15-P0+400W	< 0,017	< 17	70800	142520	47500	73100
CH3Z3-M16-P0+400W	< 0,017	< 17	102200	107220	37200	63700
CH3Z3-M17-P0+400W	1,033	1033	82700	106540	32400	95600
CH3Z3-M18-P0+400W	< 0,017	< 17	157400	115260	41700	128200
CH3Z3-M19-P0+400W	< 0,017	< 17	122500	112820	41900	120200
CH3Z3-M20-P0+400W	< 0,017	< 17	93500	108160	43300	115300
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

A.6 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 500 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P0+500	2,167	2167	108500	107980	44000	109900
CH3Z3-M1-P0+500E	1,817	1817	105400	119220	24700	73700
CH3Z3-M2-P0+500E	2,417	2417	98200	147240	31200	104000
CH3Z3-M3-P0+500E	1,200	1200	77200	100880	25900	74100
CH3Z3-M4-P0+500E	0,733	733	68100	96940	30500	79200
CH3Z3-M5-P0+500E	1,933	1933	65500	87860	34000	76100
CH3Z3-M6-P0+500E	< 0,017	< 17	85700	98940	59900	141500
CH3Z3-M7-P0+500E	103,200	103200	88700	114500	74300	182700
CH3Z3-M8-P0+500E	7,067	7067	84100	99240	75200	182600
CH3Z3-M9-P0+500E	1,200	1200	78100	95660	76500	184100
CH3Z3-M10-P0+500E	5,633	5633	127000	134560	79900	195800
CH3Z3-M11-P0+500E	1,033	1033	102500	123320	52200	138400
CH3Z3-M12-P0+500E	0,617	617	94000	124820	47900	131500
CH3Z3-M13-P0+500E	< 0,017	< 17	116100	140100	62300	177000
CH3Z3-M14-P0+500E	< 0,017	< 17	103300	123660	50100	143400

CH3Z3-M15-P0+500E	1,033	1033	123100	115420	38800	141100
CH3Z3-M16-P0+500E	< 0,017	< 17	122900	124920	47600	141800
CH3Z3-M17-P0+500E	< 0,017	< 17	92700	142400	40300	104300
CH3Z3-M18-P0+500E	< 0,017	< 17	115900	129480	41700	92800
CH3Z3-M19-P0+500E	< 0,017	< 17	127300	124720	42000	84400
CH3Z3-M20-P0+500E	< 0,017	< 17	111200	126580	41500	108600
CH3Z3-M1-P0+500W	< 0,017	< 17	111100	106120	42200	75900
CH3Z3-M2-P0+500W	< 0,017	< 17	105400	132200	48200	101500
CH3Z3-M3-P0+500W	< 0,017	< 17	118300	111340	47100	92800
CH3Z3-M4-P0+500W	< 0,017	< 17	141300	134540	46800	94700
CH3Z3-M5-P0+500W	0,633	633	113800	133180	47000	84100
CH3Z3-M6-P0+500W	< 0,017	< 17	131200	116880	47400	102000
CH3Z3-M7-P0+500W	< 0,017	< 17	91700	107380	43400	141000
CH3Z3-M8-P0+500W	< 0,017	< 17	100400	121360	53000	106700
CH3Z3-M9-P0+500W	< 0,017	< 17	104800	141260	60100	137400
CH3Z3-M10-P0+500W	< 0,017	< 17	103900	136880	60300	149000
CH3Z3-M11-P0+500W	290,333	290333	87600	120560	53600	102100
CH3Z3-M12-P0+500W	0,150	150	75700	155060	54700	86600
CH3Z3-M13-P0+500W	< 0,017	< 17	66000	120040	45700	102400
CH3Z3-M14-P0+500W	< 0,017	< 17	38100	58020	39800	32000
CH3Z3-M15-P0+500W	< 0,017	< 17	61900	138300	48200	46800
CH3Z3-M16-P0+500W	< 0,017	< 17	83200	94340	40800	55900
CH3Z3-M17-P0+500W	< 0,017	< 17	91800	84820	48900	66800
CH3Z3-M18-P0+500W	1,050	1050	76800	82260	46700	61200
CH3Z3-M19-P0+500W	< 0,017	< 17	83000	94600	43100	64800
CH3Z3-M20-P0+500W	< 0,017	< 17	36700	101540	112100	660000

A.7 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 600 Chocó 3 zona III.

DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL						
DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO						
Resultados análisis muestras CHOCÓ 3						
CODIGO	Au g/t	ppb Au	ppb Cu	ppm Fe *	ppb Pb	ppb Zn
CH3Z3-M0-P0+600	4,117	4117	153600	129880	28800	88900
CH3Z3-M1-P0+600E	2,367	2367	122400	111140	34700	204600
CH3Z3-M2-P0+600E	2,250	2250	106300	120160	31000	84900
CH3Z3-M3-P0+600E	0,550	550	174500	117780	24600	102100
CH3Z3-M4-P0+600E	0,400	400	86300	96320	27500	71700
CH3Z3-M5-P0+600E	3,483	3483	103500	109540	35700	73000
CH3Z3-M6-P0+600E	0,500	500	143500	118900	32200	87100

CH3Z3-M7-P0+600E	2,167	2167	115900	105720	36700	93200
CH3Z3-M8-P0+600E	1,217	1217	101300	97260	32400	86200
CH3Z3-M9-P0+600E	2,383	2383	35700	57440	28000	41900
CH3Z3-M10-P0+600E	3,017	3017	115500	103700	38000	83600
CH3Z3-M11-P0+600E	5,100	5100	98800	108040	39800	102700
CH3Z3-M12-P0+600E	1,983	1983	119000	107120	31900	95800
CH3Z3-M13-P0+600E	1,983	1983	124300	122880	45800	145500
CH3Z3-M14-P0+600E	1,567	1567	147200	133720	41500	177100
CH3Z3-M15-P0+600E	3,000	3000	209400	123940	55500	880000
CH3Z3-M16-P0+600E	1,517	1517	143600	140980	53300	142600
CH3Z3-M17-P0+600E	0,950	950	152400	125320	26200	94300
CH3Z3-M18-P0+600E	3,517	3517	147100	140180	24300	57800
CH3Z3-M19-P0+600E	1,317	1317	131000	142520	34500	61100
CH3Z3-M20-P0+600E	1,317	1317	146500	152400	29100	76500
CH3Z3-M1-P0+600W	1,783	1783	120800	115040	36200	90600
CH3Z3-M2-P0+600W	0,483	483	148800	113780	42500	105500
CH3Z3-M3-P0+600W	0,217	217	145100	106440	40300	117500
CH3Z3-M4-P0+600W	0,083	83	123100	146040	42100	58400
CH3Z3-M5-P0+600W	0,867	867	80300	101280	37100	86300
CH3Z3-M6-P0+600W	1,467	1467	119800	122300	44100	92500
CH3Z3-M7-P0+600W	0,450	450	136500	146480	45200	95000
CH3Z3-M8-P0+600W	2,750	2750	195200	144940	53000	144200
CH3Z3-M9-P0+600W	3,833	3833	189600	159680	41900	148800
CH3Z3-M10-P0+600W	0,967	967	145500	141840	51100	107600
CH3Z3-M11-P0+600W	0,083	83	131900	151860	61200	128400
CH3Z3-M12-P0+600W	1,367	1367	74700	115140	39300	82400
CH3Z3-M13-P0+600W	1,833	1833	62000	104360	31300	60400
CH3Z3-M14-P0+600W	2,900	2900	70000	113520	41500	77700
CH3Z3-M15-P0+600W	2,317	2317	76800	123160	37400	83600
CH3Z3-M16-P0+600W	0,600	600	77100	118000	43900	81200
CH3Z3-M17-P0+600W	1,367	1367	71500	132520	42000	85000
CH3Z3-M18-P0+600W	0,950	950	72600	123000	44600	86200
CH3Z3-M19-P0+600W	1,100	1100	36900	86880	35000	34900
CH3Z3-M20-P0+600W	2,300	2300	43100	80360	62600	94900

## A.8 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 700Chocó II zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P0+700	5,033	5033	124500	145940	69100	181500
CH3Z3-M1-P0+700E	3,067	3067	117800	149020	60100	167000
CH3Z3-M2-P0+700E	1,450	1450	138000	170300	60500	163400
CH3Z3-M3-P0+700E	< 0,017	< 17	111600	145540	48000	130000
CH3Z3-M4-P0+700E	1,000	1000	99000	148360	55400	140000
CH3Z3-M5-P0+700E	0,933	933	117500	141160	51500	142800
CH3Z3-M6-P0+700E	0,467	467	112200	130760	51000	170600
CH3Z3-M7-P0+700E	1,067	1067	87600	117420	52200	160700
CH3Z3-M8-P0+700E	0,550	550	84700	154500	51100	150800
CH3Z3-M9-P0+700E	0,833	833	75300	106280	39300	142300
CH3Z3-M10-P0+700E	0,700	700	82300	111460	39900	148500
CH3Z3-M11-P0+700E	0,867	867	100600	139380	44900	161600
CH3Z3-M12-P0+700E	< 0,017	< 17	100800	133960	45300	131800
CH3Z3-M13-P0+700E	0,167	167	93400	133680	35300	135900
CH3Z3-M14-P0+700E	< 0,017	< 17	144600	107380	39800	154500
CH3Z3-M15-P0+700E	0,650	650	108800	140640	37400	100100
CH3Z3-M16-P0+700E	3,450	3450	103200	146200	38800	135300

CH3Z3-M17-P0+700E	2,417	2417	113600	137540	36200	112000
CH3Z3-M18-P0+700E	2,967	2967	77400	139460	34900	109000
CH3Z3-M19-P0+700E	2,000	2000	84600	129240	36800	86000
CH3Z3-M20-P0+700E	1,733	1733	95000	120580	26200	95500
CH3Z3-M1-P0+700W	1,250	1250	73600	110580	26400	123500
CH3Z3-M2-P0+700W	1,000	1000	57800	84100	21600	129800
CH3Z3-M3-P0+700W	0,367	367	57800	98620	25400	106000
CH3Z3-M4-P0+700W	1,250	1250	66300	135560	31900	142500
CH3Z3-M5-P0+700W	< 0,017	< 17	57300	70800	25200	111200
CH3Z3-M6-P0+700W	0,050	50	100400	118340	28500	111000
CH3Z3-M7-P0+700W	0,933	933	93700	138700	30400	116500
CH3Z3-M8-P0+700W	0,900	900	82400	131480	23700	105500
CH3Z3-M9-P0+700W	< 0,017	< 17	71400	136420	27000	95500
CH3Z3-M10-P0+700W	< 0,017	< 17	57300	127760	26700	79400
CH3Z3-M11-P0+700W	< 0,017	< 17	53500	126240	24200	71300
CH3Z3-M12-P0+700W	< 0,017	< 17	38200	116300	16500	61200
CH3Z3-M13-P0+700W	< 0,017	< 17	41600	114140	15400	65900
CH3Z3-M14-P0+700W	< 0,017	< 17	35000	85140	19800	78100
CH3Z3-M15-P0+700W	< 0,017	< 17	49800	154760	36300	97800
CH3Z3-M16-P0+700W	0,283	283	102100	138640	30300	98500
CH3Z3-M17-P0+700W	0,383	383	111200	138100	31100	100200

P0+700W						00
CH3Z3-M18-P0+700W	0,017	17	109300	95940	25600	92200
CH3Z3-M19-P0+700W	0,533	533	164800	136120	33500	110200
CH3Z3-M20-P0+700W	0,017	17	109400	97440	30800	103500
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

A.9 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 800 Chocó 3 zona III.

DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL						
DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO						
Resultados análisis muestras CHOCÓ 3						
CODIGO	Au g/t	ppb Au	ppb Cu	ppm Fe *	ppb Pb	ppb Zn
CH3Z3-M0-P0+800	2,583	2583	76600	165140	58900	71600
CH3Z3-M1-P0+800E	2,767	2767	84900	147600	59200	81200
CH3Z3-M2-P0+800E	1,117	1117	48700	77980	36600	65800
CH3Z3-M3-P0+800E	1,500	1500	51900	94680	44800	60400
CH3Z3-M4-P0+800E	0,200	200	67100	106260	45000	62900
CH3Z3-M5-P0+800E	< 0,017	< 17	79000	106360	49400	75700
CH3Z3-M6-P0+800E	< 0,017	< 17	105700	131100	57100	87400
CH3Z3-M7-P0+800E	< 0,017	< 17	122000	129340	50200	95600
CH3Z3-M8-P0+800E	< 0,017	< 17	109200	116260	45000	87300
CH3Z3-M9-P0+800E	< 0,017	< 17	157400	160000	64600	88200
CH3Z3-M10-P0+800E	< 0,017	< 17	86500	131680	82500	129200
CH3Z3-M11-P0+800E	< 0,017	< 17	115600	116540	62200	88600
CH3Z3-M12-P0+800E	< 0,017	< 17	94400	117540	64400	108500
CH3Z3-M13-P0+800E	< 0,017	< 17	89800	100020	61600	101400
CH3Z3-M14-P0+800E	< 0,017	< 17	121800	123740	73900	116700
CH3Z3-M15-P0+800E	< 0,017	< 17	130900	151560	76800	103800
CH3Z3-M16-P0+800E	< 0,017	< 17	78200	105340	54800	77500
CH3Z3-M17-P0+800E	< 0,017	< 17	85200	130980	69700	93900
CH3Z3-M18-P0+800E	< 0,017	< 17	77400	104020	62900	80400
CH3Z3-M19-P0+800E	< 0,017	< 17	86600	109180	66600	114500
CH3Z3-M20-P0+800E	< 0,017	< 17	89500	151400	81300	84600
CH3Z3-M1-P0+800W	< 0,017	< 17	63800	114400	67300	48900
CH3Z3-M2-P0+800W	< 0,017	< 17	53500	72500	48000	48200
CH3Z3-M3-P0+800W	< 0,017	< 17	95000	171400	72600	67200
CH3Z3-M4-P0+800W	< 0,017	< 17	61000	156540	64800	50100

CH3Z3-M5-P0+800W	< 0,017	< 17	95500	138220	63000	82600
CH3Z3-M6-P0+800W	< 0,017	< 17	92500	150620	79400	64100
CH3Z3-M7-P0+800W	< 0,017	< 17	97400	190980	67000	69100
CH3Z3-M8-P0+800W	< 0,017	< 17	110900	182320	80700	60400
CH3Z3-M9-P0+800W	< 0,017	< 17	92100	148620	67000	89200
CH3Z3-M10-P0+800W	< 0,017	< 17	72300	119380	64200	69200
CH3Z3-M11-P0+800W	< 0,017	< 17	112700	112720	61600	67600
CH3Z3-M12-P0+800W	< 0,017	< 17	88500	151020	70500	69300
CH3Z3-M13-P0+800W	< 0,017	< 17	101500	138160	56900	69000
CH3Z3-M14-P0+800W	< 0,017	< 17	120800	125000	63000	77000
CH3Z3-M15-P0+800W	15,000	15000	89100	120300	64300	76400
CH3Z3-M16-P0+800W	< 0,017	< 17	115000	135400	70800	100500
CH3Z3-M17-P0+800W	< 0,017	< 17	117400	102000	63800	94400
CH3Z3-M18-P0+800W	< 0,017	< 17	169800	143920	79500	220300
CH3Z3-M19-P0+800W	< 0,017	< 17	121700	116440	76000	142700
CH3Z3-M20-P0+800W	< 0,017	< 17	112800	99200	84200	96400
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

A.10 Resultados del análisis químico de la progresiva PO+ 900 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M1-P0+900W	< 0,017	< 17	106200	87740	50000	105100
CH3Z3-M2-P0+900W	< 0,017	< 17	87200	70760	51100	80800
CH3Z3-M3-P0+900W	< 0,017	< 17	84800	33320	49900	101400
CH3Z3-M4-P0+900W	< 0,017	< 17	95000	61520	98000	93000
CH3Z3-M5-P0+900W	0,367	367	102200	29460	52000	75300
CH3Z3-M6-P0+900W	0,250	250	95300	63840	52600	91800
CH3Z3-M7-P0+900W	< 0,017	< 17	115600	43200	47500	72800
CH3Z3-M8-P0+900W	< 0,017	< 17	62000	42080	45100	48800
CH3Z3-M9-P0+900W	< 0,017	< 17	98900	118600	61100	89800
CH3Z3-M10-P0+900W	< 0,017	< 17	85800	71020	45000	47100
CH3Z3-M11-P0+900W	< 0,017	< 17	175600	82820	47200	72600
CH3Z3-M12-P0+900W	< 0,017	< 17	170400	84940	47200	72300
CH3Z3-M13-P0+900W	< 0,017	< 17	142300	61340	48300	93200
CH3Z3-M14-P0+900W	< 0,017	< 17	156800	60080	50000	69500
CH3Z3-M15-P0+900W	< 0,017	< 17	76500	21580	30000	41800
CH3Z3-M16-P0+900W	< 0,017	< 17	93500	30760	49800	108100

CH3Z3-M17-P0+900W	2,000	2000	107000	44240	120600	77700
CH3Z3-M18-P0+900W	< 0,017	< 17	96900	34780	40000	87100
CH3Z3-M19-P0+900W	< 0,017	< 17	105400	51540	39900	94500
CH3Z3-M20-P0+900W	< 0,017	< 17	98900	41700	44000	106200
CH3Z3-M0-P1+900	< 0,017	< 17	100600	65660	44900	95300
CH3Z3-M1-P0+900E	< 0,017	< 17	131800	60960	42500	74300
CH3Z3-M2-P0+900E	< 0,017	< 17	115700	50980	43900	80800
CH3Z3-M3-P0+900E	< 0,017	< 17	66900	66380	41800	66400
CH3Z3-M4-P0+900E	< 0,017	< 17	80700	72180	38800	75600
CH3Z3-M5-P0+900E	< 0,017	< 17	65300	88380	40400	60800
CH3Z3-M6-P0+900E	0,300	300	70200	61620	31300	59600
CH3Z3-M7-P0+900E	< 0,017	< 17	1300	106560	36400	69100
CH3Z3-M8-P0+900E	< 0,017	< 17	90100	55860	39500	66700
CH3Z3-M9-P0+900E	< 0,017	< 17	112000	82420	37800	70400
CH3Z3-M10-P0+900E	< 0,017	< 17	86000	64040	35300	62100
CH3Z3-M11-P0+900E	< 0,017	< 17	119000	101060	37700	72500
CH3Z3-M12-P0+900E	< 0,017	< 17	108200	117640	50100	98000
CH3Z3-M13-P0+900E	< 0,017	< 17	127800	93980	49300	115600
CH3Z3-M14-P0+900E	< 0,017	< 17	128300	77040	54700	110800
CH3Z3-M15-P0+900E	< 0,017	< 17	96800	116960	44400	65900
CH3Z3-M16-P0+900E	< 0,017	< 17	133400	26380	59800	138500
CH3Z3-M17-P0+900E	< 0,017	< 17	72400	106920	52900	109300
CH3Z3-M18-P0+900E	< 0,017	< 17	101300	186060	52200	121300
CH3Z3-M19-P0+900E	< 0,017	< 17	109400	128000	41700	98900
CH3Z3-M20-P0+900E	2,883	2883	147200	119180	38700	142100
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

## A.11 Resultados del análisis químico de la progresiva P1+ 000 Chocó 3 zona III.

DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL						
DPTO.DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO						
Resultados análisis muestras CHOCÓ 3						
CODIGO	Au g/t	ppb Au	ppb Cu	ppm Fe *	ppb Pb	ppb Zn
CH3Z3-M0-P1+000	< 0,017	< 17	97900	74300	70400	63800
CH3Z3-M1-P1+000E	< 0,017	< 17	99100	93900	75700	86200
CH3Z3-M2-P1+000E	< 0,017	< 17	71700	66820	60400	90000
CH3Z3-M3-P1+000E	< 0,017	< 17	97400	80760	61600	60800
CH3Z3-M4-P1+000E	< 0,017	< 17	119800	96920	65300	81500
CH3Z3-M5-P1+000E	< 0,017	< 17	63600	88280	69000	89500
CH3Z3-M6-P1+000E	< 0,017	< 17	90900	148920	83100	114100

CH3Z3-M7-P1+000E	< 0,017	< 17	85200	43060	67900	107700
CH3Z3-M8-P1+000E	< 0,017	< 17	77900	76000	66900	68700
CH3Z3-M9-P1+000E	< 0,017	< 17	109200	136800	84600	74200
CH3Z3-M10-P1+000E	< 0,017	< 17	66900	73100	72400	58200
CH3Z3-M11-P1+000E	< 0,017	< 17	71900	102040	61000	52500
CH3Z3-M12-P1+000E	0,267	267	81600	82500	59100	56000
CH3Z3-M13-P1+000E	< 0,017	< 17	78500	166260	74600	189800
CH3Z3-M14-P1+000E	< 0,017	< 17	96400	177880	67500	78000
CH3Z3-M15-P1+000E	1,130	1130	103800	98400	65700	74100
CH3Z3-M16-P1+000E	< 0,017	< 17	99800	83820	69900	105500
CH3Z3-M17-P1+000E	< 0,017	< 17	100200	80160	72900	81200
CH3Z3-M18-P1+000E	< 0,017	< 17	86300	84000	68600	67800
CH3Z3-M19-P1+000E	< 0,017	< 17	90200	88060	66600	67900
CH3Z3-M20-P1+000E	< 0,017	< 17	91200	89000	70700	56800
CH3Z3-M1-P1+000W	< 0,017	< 17	79100	63100	72800	60400
CH3Z3-M2-P1+000W	< 0,017	< 17	85400	79560	58300	76200
CH3Z3-M3-P1+000W	< 0,017	< 17	74500	63260	83600	75800
CH3Z3-M4-P1+000W	< 0,017	< 17	80600	47120	66800	68000
CH3Z3-M5-P1+000W	< 0,017	< 17	94200	64780	73100	84200
CH3Z3-M6-P1+000W	< 0,017	< 17	84900	74880	61800	92500
CH3Z3-M7-P1+000W	< 0,017	< 17	98000	116140	74700	82300
CH3Z3-M8-P1+000W	< 0,017	< 17	94800	109080	68600	100400
CH3Z3-M9-P1+000W	< 0,017	< 17	108600	89480	65900	79500
CH3Z3-M10-P1+000W	< 0,017	< 17	97400	116780	67900	111400
CH3Z3-M11-P1+000W	< 0,017	< 17	47100	73900	69500	88200
CH3Z3-M12-P1+000W	< 0,017	< 17	72300	155260	76200	55700
CH3Z3-M13-P1+000W	< 0,017	< 17	95300	166560	75700	66300
CH3Z3-M14-P1+000W	< 0,017	< 17	76400	67120	63500	49700
CH3Z3-M15-P1+000W	< 0,017	< 17	78400	81920	68400	86100
CH3Z3-M16-P1+000W	< 0,017	< 17	75800	101460	65900	77900
CH3Z3-M17-P1+000W	< 0,017	< 17	82800	43380	70200	62500
CH3Z3-M18-P1+000W	< 0,017	< 17	54900	93480	59500	70500
CH3Z3-M19-P1+000W	< 0,017	< 17	86200	85500	88900	89300
CH3Z3-M20-P1+000W	< 0,017	< 17	87500	77900	74200	81100
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

## A.12 Resultados del análisis químico de la progresiva P1+ 100 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P1+100	15,317	15317	143400	178020	31000	78800
CH3Z3-M1-P1+100E	2,100	2100	143900	183260	32400	83900
CH3Z3-M2-P1+100E	1,717	1717	121600	176380	28300	64400
CH3Z3-M3-P1+100E	0,017	< 17	142200	166580	32200	97400
CH3Z3-M4-P1+100E	2,067	2067	91600	139380	27200	87300
CH3Z3-M5-P1+100E	3,883	3883	102500	135940	26900	70900
CH3Z3-M6-P1+100E	3,583	3583	125600	155300	28300	74800
CH3Z3-M7-P1+100E	39,100	39100	159000	154520	27200	87100
CH3Z3-M8-P1+100E	2,600	2600	109200	165860	17700	67700
CH3Z3-M9-P1+100E	0,050	50	83500	128900	24700	75200
CH3Z3-M10-P1+100E	5,617	5617	79800	113400	21000	63200
CH3Z3-M11-P1+100E	0,017	< 17	80000	116400	16300	56300
CH3Z3-M12-P1+100E	0,017	< 17	114900	119880	13900	57400
CH3Z3-M13-P1+100E	0,017	< 17	155500	111620	6100	57100
CH3Z3-M14-P1+100E	9,633	9633	130500	102880	14900	75600
CH3Z3-M15-P1+100E	0,017	< 17	119100	103860	4200	65400
CH3Z3-M16-P1+100E	2,383	2383	106000	122860	6800	75700
CH3Z3-M17-P1+100E	0,017	< 17	111400	123940	10400	100400
CH3Z3-M18-P1+100E	0,850	850	85200	138840	3200	88900
CH3Z3-M19-P1+100E	0,017	< 17	79000	119560	3600	85400
CH3Z3-M20-P1+100E	0,017	< 17	101700	119980	2200	85600
CH3Z3-M1-P1+100W	0,017	< 17	124300	133940	4300	111700
CH3Z3-M2-P1+100W	0,017	< 17	149800	190880	3700	100500
CH3Z3-M3-P1+100W	0,017	< 17	146900	176060	18500	94500
CH3Z3-M4-P1+100W	0,017	< 17	91300	154940	1800	69700
CH3Z3-M5-P1+100W	0,017	< 17	86500	160980	5700	79600
CH3Z3-M6-P1+100W	0,017	< 17	70400	180040	4600	79900
CH3Z3-M7-P1+100W	0,017	< 17	44800	178500	2300	105100
CH3Z3-M8-P1+100W	0,017	< 17	61400	119560	200	100200
CH3Z3-M9-P1+100W	0,017	< 17	28300	114000	800	100000
CH3Z3-M10-P1+100W	0,017	< 17	69000	137000	32000	100200
CH3Z3-M11-P1+100W	0,017	< 17	33600	144380	32400	99700
CH3Z3-M12-P1+100W	0,017	< 17	48100	159500	45500	100100
CH3Z3-M13-P1+100W	0,017	< 17	47400	161060	46100	88300

CH3Z3-M14-P1+100W	0,017	< 17	44200	160140	46000	85900
CH3Z3-M15-P1+100W	0,017	< 17	37400	155280	34400	80500
CH3Z3-M16-P1+100W	0,017	< 17	53100	170400	44400	90000
CH3Z3-M17-P1+100W	0,017	< 17	42500	138000	32100	82100
CH3Z3-M18-P1+100W	0,017	< 17	53200	159820	42300	80500
CH3Z3-M19-P1+100W	0,017	< 17	56900	162720	38500	77800
CH3Z3-M20-P1+100W	4,350	4350	36900	140940	32000	76500
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

A.13 Resultados del análisis químico de la progresiva P1+ 200 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P1+200	4,550	4550	105700	202180	53800	119400
CH3Z3-M1-P1+200E	3,383	3383	96600	109360	50100	109100
CH3Z3-M2-P1+200E	2,800	2800	98100	115780	52300	108300
CH3Z3-M3-P1+200E	2,933	2933	87000	115560	45300	93400
CH3Z3-M4-P1+200E	1,450	1450	58900	69420	26300	48000
CH3Z3-M5-P1+200E	2,250	2250	68000	81320	33700	53600
CH3Z3-M6-P1+200E	2,000	2000	80900	100120	43400	55500
CH3Z3-M7-P1+200E	2,117	2117	88300	132940	32900	63100
CH3Z3-M8-P1+200E	2,150	2150	29000	62620	33900	46100
CH3Z3-M9-P1+200E	2,017	2017	64300	70500	37700	48200
CH3Z3-M10-P1+200E	1,767	1767	57000	55920	32700	39000
CH3Z3-M11-P1+200E	2,217	2217	70200	89360	37500	41600
CH3Z3-M12-P1+200E	1,483	1483	64800	88640	41700	45300
CH3Z3-M13-P1+200E	1,967	1967	106900	89840	37700	53900
CH3Z3-M14-P1+200E	2,417	2417	128800	84060	47300	47300
CH3Z3-M15-P1+200E	2,583	2583	81300	103220	34500	53100
CH3Z3-M16-P1+200E	1,317	1317	110800	120020	37800	52100
CH3Z3-M17-P1+200E	1,400	1400	156200	95680	39000	53900
CH3Z3-M18-P1+200E	1,250	1250	78600	68960	40300	46500
CH3Z3-M19-P1+200E	2,083	2083	129800	103760	41700	48600
CH3Z3-M20-P1+200E	1,367	1367	77400	65940	32600	50700
CH3Z3-M1-P1+200W	1,433	1433	87600	118740	42100	55900
CH3Z3-M2-P1+200W	1,750	1750	90400	110820	42800	52300
CH3Z3-M3-P1+200W	1,667	1667	60800	137760	35000	51900

CH3Z3-M4-P1+200W	1,283	1283	60900	131540	39000	63000
CH3Z3-M5-P1+200W	1,467	1467	16100	117880	36900	71400
CH3Z3-M6-P1+200W	1,850	1850	17800	79560	30800	50900
CH3Z3-M7-P1+200W	1,250	1250	17600	101420	33000	79300
CH3Z3-M8-P1+200W	2,250	2250	20600	109680	37500	64300
CH3Z3-M9-P1+200W	1,333	1333	59400	91640	30900	57600
CH3Z3-M10-P1+200W	1,633	1633	70100	100080	36800	60300
CH3Z3-M11-P1+200W	1,333	1333	52400	119480	3930	72300
CH3Z3-M12-P1+200W	1,150	1150	48800	154760	40100	60000
CH3Z3-M13-P1+200W	1,867	1867	70100	206480	53600	70200
CH3Z3-M14-P1+200W	1,467	1467	48500	128800	39200	93300
CH3Z3-M15-P1+200W	1,417	1417	40500	117260	41000	79300
CH3Z3-M16-P1+200W	1,500	1500	28300	116720	35200	72000
CH3Z3-M17-P1+200W	1,950	1950	28300	126120	44300	76300
CH3Z3-M18-P1+200W	1,883	1883	20800	91300	41600	58100
CH3Z3-M19-P1+200W	1,583	1583	25900	126760	31100	57800
CH3Z3-M20-P1+200W	1,367	1367	47100	40400	27600	46200
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

A.14 Resultados del análisis químico de la progresiva P1+ 300 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M1-P1+300W	3,217	3217	105000	118640	45600	127000
CH3Z3-M2-P1+300W	1,067	1067	106500	149060	26700	117500
CH3Z3-M3-P1+300W	2,817	2817	116900	149160	25700	143200
CH3Z3-M4-P1+300W	< 0,017	< 17	56000	101640	21200	114200
CH3Z3-M5-P1+300W	0,017	17	56500	71340	16000	89100
CH3Z3-M6-P1+300W	0,250	250	46400	64340	13900	82700
CH3Z3-M7-P1+300W	0,083	83	55800	64720	14500	86700
CH3Z3-M8-P1+300W	0,933	933	61400	67200	14100	97500
CH3Z3-M9-P1+300W	0,017	17	63900	72020	21000	87400
CH3Z3-M10-P1+300W	0,017	17	53400	59460	13200	85900
CH3Z3-M11-P1+300W	1,383	1383	27300	97600	19100	135400
CH3Z3-M12-P1+300W	1,383	1383	31000	104260	18400	131800
CH3Z3-M13-P1+300W	< 0,017	< 17	55300	98180	16900	97700
CH3Z3-M14-P1+300W	< 0,017	< 17	46100	79120	14600	76000
CH3Z3-M15-P1+300W	< 0,017	< 17	49400	78220	15200	71800

CH3Z3-M16-P1+300W	1,200	1200	53100	85960	11100	73300
CH3Z3-M17-P1+300W	< 0,017	< 17	45300	73620	16900	62800
CH3Z3-M18-P1+300W	< 0,017	< 17	44800	64660	18400	67200
CH3Z3-M19-P1+300W	< 0,017	< 17	39000	71740	16000	43000
CH3Z3-M20-P1+300W	< 0,017	< 17	118300	178460	9500	97800
CH3Z3-M0-P1+300	< 0,017	< 17	94500	146040	56700	108900
CH3Z3-M1-P1+300E	< 0,017	< 17	104400	131660	19200	112000
CH3Z3-M2-P1+300E	< 0,017	< 17	57700	131660	6900	97800
CH3Z3-M3-P1+300E	< 0,017	< 17	69900	156600	2500	113400
CH3Z3-M4-P1+300E	< 0,017	< 17	83800	86360	8200	122400
CH3Z3-M5-P1+300E	< 0,017	< 17	81300	117660	9200	114200
CH3Z3-M6-P1+300E	< 0,017	< 17	76300	110720	8500	113400
CH3Z3-M7-P1+300E	< 0,017	< 17	78200	106620	3500	105000
CH3Z3-M8-P1+300E	< 0,017	< 17	71700	107640	11500	107500
CH3Z3-M9-P1+300E	< 0,017	< 17	59300	78340	3100	79100
CH3Z3-M10-P1+300E	< 0,017	< 17	56300	82720	5700	78800
CH3Z3-M11-P1+300E	< 0,017	< 17	68200	75700	700	99400
CH3Z3-M12-P1+300E	< 0,017	< 17	65100	84640	3700	100700
CH3Z3-M13-P1+300E	< 0,017	< 17	80100	139040	11900	127400
CH3Z3-M14-P1+300E	< 0,017	< 17	76800	103000	3800	114200
CH3Z3-M15-P1+300E	< 0,017	< 17	68700	150060	8300	121300
CH3Z3-M16-P1+300E	< 0,017	< 17	105700	148840	14200	120900
CH3Z3-M17-P1+300E	< 0,017	< 17	105600	145940	15200	115900
CH3Z3-M18-P1+300E	< 0,017	< 17	106600	153900	15700	116400
CH3Z3-M19-P1+300E	< 0,017	< 17	78100	134560	10900	117500
CH3Z3-M20-P1+300E	< 0,017	< 17	78500	112160	3500	105600
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

## A.15 Resultados del análisis químico de la progresiva P1+ 400 Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
M0-P1+400E	0,117	117	70700	98740	18100	87900
M1-P1+400E	0,233	233	74000	109660	22600	92900
M2-P1+400E	0,233	233	44700	79460	17800	132300
M3-P1+400E	0,617	617	68900	76680	18100	119200
M4-P1+400E	0,017	17	69600	80940	23600	144200
M5-P1+400E	0,017	17	67600	81060	18000	139600
M6-P1+400E	1,300	1300	83600	95440	20800	174600
M7-P1+400E	0,017	17	113900	162080	19000	155500
M8-P1+400E	0,733	733	68100	87360	21900	151500
M9-P1+400E	0,017	17	66200	37600	31400	139100
M10-P1+400E	0,017	17	69000	74120	23700	140600
M11-P1+400E	0,017	17	83000	87240	19400	133000
M12-P1+400E	0,017	17	60800	71680	19200	114200
M13-P1+400E	0,017	17	58600	78600	20000	117600
M14-P1+400E	0,017	17	91100	135080	15600	158800
M15-P1+400E	0,017	17	85200	128400	15700	143200
M16-P1+400E	20,517	20517	59000	108300	23200	155800
M17-P1+400E	0,017	17	54100	104500	24000	151600
M18-P1+400E	0,017	17	65400	223920	17000	148800
M19-P1+400E	0,017	17	79200	123520	20700	108200
M20-P1+400E	0,133	133	76500	114800	17900	215400
M1-P1+400W	3,283	3283	86700	93440	1500	199800
M2-P1+400W	5,233	5233	102200	125760	4400	184000
M3-P1+400W	4,933	4933	90500	111480	3100	182700
M4-P1+400W	1,017	1017	93100	119100	3800	179600
M5-P1+400W	0,917	917	46100	77860	7700	151100
M6-P1+400W	1,750	1750	78700	95680	100	163900
M7-P1+400W	2,033	2033	73600	93040	9200	166300
M8-P1+400W	1,717	1717	35700	67560	1300	168700
M9-P1+400W	1,800	1800	21300	45600	6400	117900
M10-P1+400W	3,333	3333	35700	102900	18300	127700
M11-P1+400W	2,400	2400	16700	59660	16800	114900
M12-P1+400W	0,017	17	18200	55660	3100	131400
M13-P1+400W	1,233	1233	12000	52860	600	123300

M14-P1+400W	0,017	17	17400	62260	15600	128500
M15-P1+400W	0,017	17	19100	55520	7300	128400
M16-P1+400W	1,217	1217	28100	67660	5100	128900
M17-P1+400W	0,017	17	32800	139960	11300	125500
M18-P1+400W	0,017	17	38800	130000	14100	166300
M19-P1+400W	0,017	17	25200	82100	8300	139500
M20-P1+400W	0,017	17	27700	99880	12300	114200

\*debido a la alta concentración se reporta en ppm

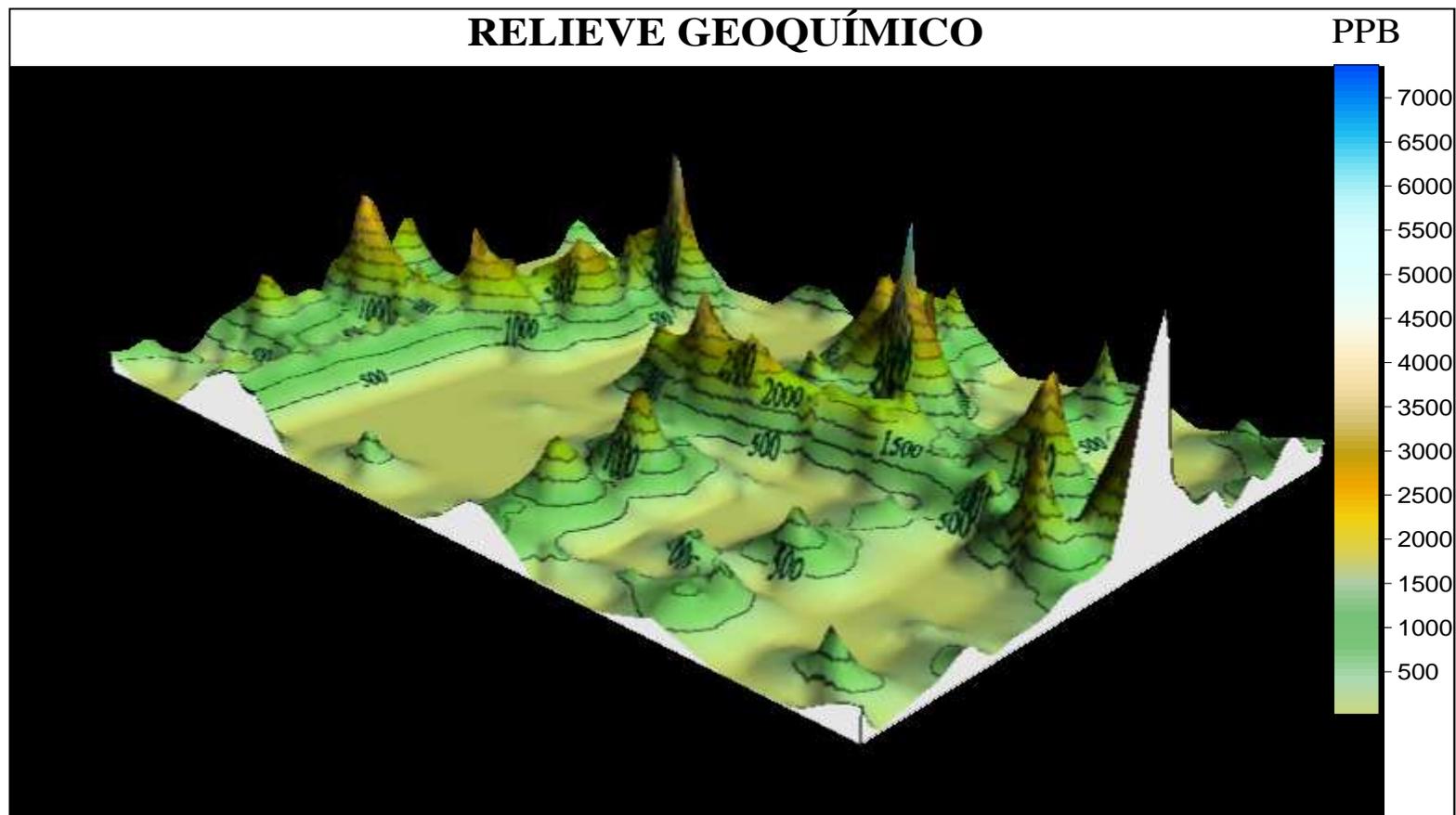
A.16 Resultados del análisis químico de la progresiva P1+ 500Chocó 3 zona III.

<b>DIVISIÓN DE LABORATORIO INDUSTRIAL</b>						
<b>DPTO. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO</b>						
<b>Resultados análisis muestras CHOCÓ 3</b>						
<b>CODIGO</b>	<b>Au g/t</b>	<b>ppb Au</b>	<b>ppb Cu</b>	<b>ppm Fe *</b>	<b>ppb Pb</b>	<b>ppb Zn</b>
CH3Z3-M0-P1+500	0,917	917	73300	67800	57800	109700
CH3Z3-M1-P1+500E	2,800	2800	31200	71660	32200	145600
CH3Z3-M2-P1+500E	1,533	1533	31900	73840	30000	170400
CH3Z3-M3-P1+500E	4,633	4633	72200	87680	35400	176000
CH3Z3-M4-P1+500E	3,017	3017	66100	74200	21800	174300
CH3Z3-M5-P1+500E	1,050	1050	71500	89380	18600	174600
CH3Z3-M6-P1+500E	0,683	683	66000	91080	21900	175500
CH3Z3-M7-P1+500E	< 0,0017	< 17	62100	80380	23500	184200
CH3Z3-M8-P1+500E	< 0,0017	< 17	94400	107880	12900	171900
CH3Z3-M9-P1+500E	< 0,0017	< 17	87500	95020	24800	192500
CH3Z3-M10-P1+500E	< 0,0017	< 17	122300	161360	24300	196600
CH3Z3-M11-P1+500E	< 0,0017	< 17	79700	114420	18600	209800
CH3Z3-M12-P1+500E	< 0,0017	< 17	63900	81380	17500	199800
CH3Z3-M13-P1+500E	< 0,0017	< 17	64100	94980	14500	201100
CH3Z3-M14-P1+500E	< 0,0017	< 17	73000	89740	12100	206200
CH3Z3-M15-P1+500E	< 0,0017	< 17	62000	87720	17800	183800
CH3Z3-M16-P1+500E	< 0,0017	< 17	62200	87580	17500	171500
CH3Z3-M17-P1+500E	< 0,0017	< 17	67400	95800	14800	185200
CH3Z3-M18-P1+500E	1,500	1500	67100	89740	14900	187300
CH3Z3-M19-P1+500E	1,717	1717	60900	89740	15000	180700
CH3Z3-M20-P1+500E	1,000	1000	83900	129080	12200	203100
CH3Z3-M1-P1+500W	1,067	1067	52200	64780	16100	1790000
CH3Z3-M2-P1+500W	0,883	883	67600	91320	16800	1859000
CH3Z3-M3-P1+500W	2,783	2783	67600	117740	7500	1989000
CH3Z3-M4-P1+500W	0,500	500	67300	142000	22800	1915000

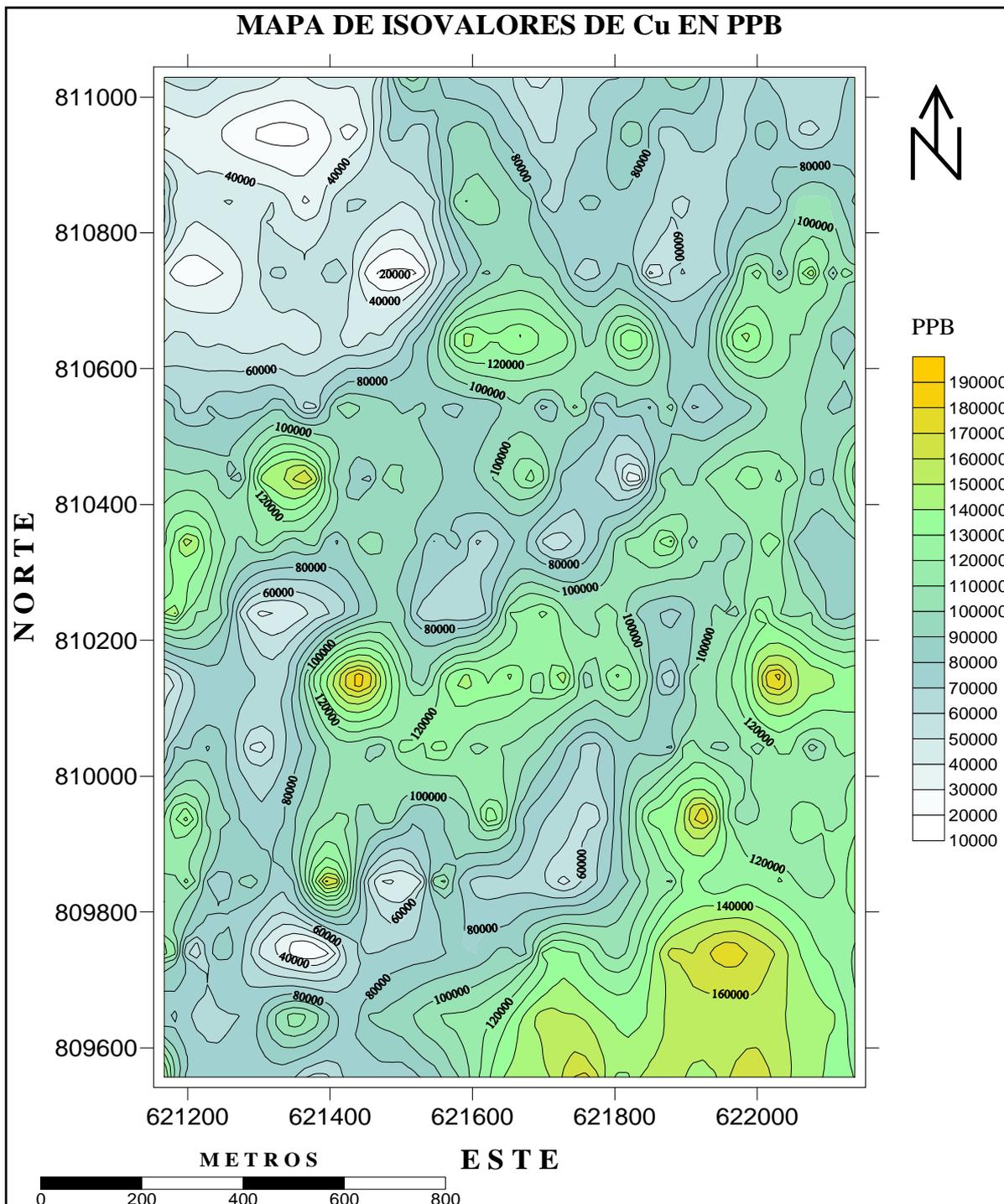
CH3Z3-M5-P1+500W	0,450	450	115600	143140	25200	188500
CH3Z3-M6-P1+500W	0,733	733	126200	95420	23600	174100
CH3Z3-M7-P1+500W	0,400	400	45600	157020	9200	162600
CH3Z3-M8-P1+500W	0,867	867	37500	179800	15900	158300
CH3Z3-M9-P1+500W	1,317	1317	44900	51860	4000	158200
CH3Z3-M10-P1+500W	1,167	1167	47600	190700	19300	169400
CH3Z3-M11-P1+500W	0,617	617	48900	165500	8200	187200
CH3Z3-M12-P1+500W	1,517	1517	36700	93960	18600	168800
CH3Z3-M13-P1+500W	0,200	200	44500	110420	12900	175100
CH3Z3-M14-P1+500W	< 0,0017	< 17	55900	129180	12700	176400
CH3Z3-M15-P1+500W	< 0,0017	< 17	51500	113520	12600	166100
CH3Z3-M16-P1+500W	< 0,0017	< 17	45700	117960	1600	164400
CH3Z3-M17-P1+500W	2,000	2000	62000	138680	2800	173400
CH3Z3-M18-P1+500W	< 0,0017	< 17	61500	139260	8200	164500
CH3Z3-M19-P1+500W	1,483	1483	54700	129120	15300	175400
CH3Z3-M20-P1+500W	0,517	517	55400	64500	78190	123100
*debido a la alta concentración se reporta en ppm						

## **APÉNDICE B**

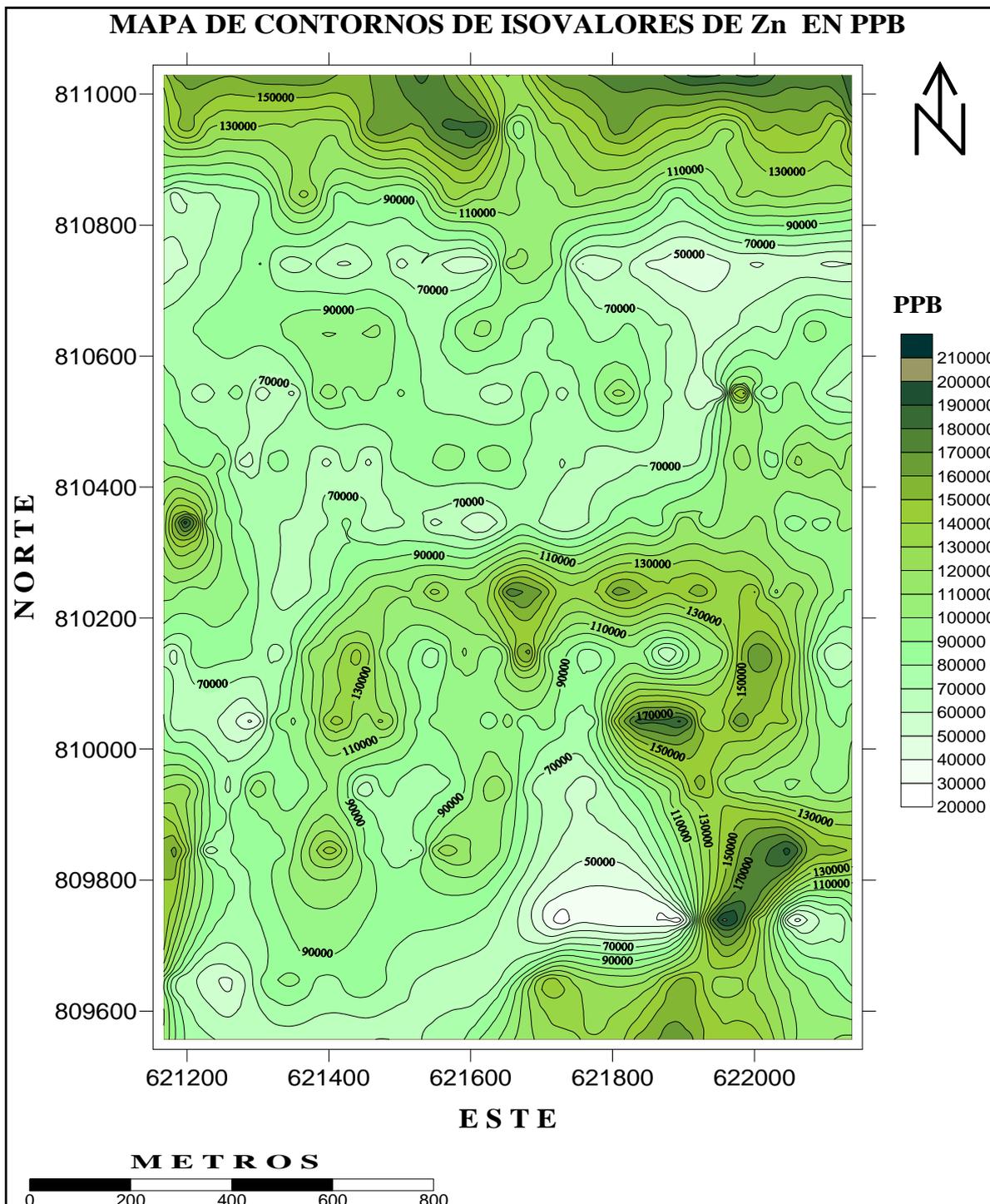
### **RESULTADOS DE LA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA**



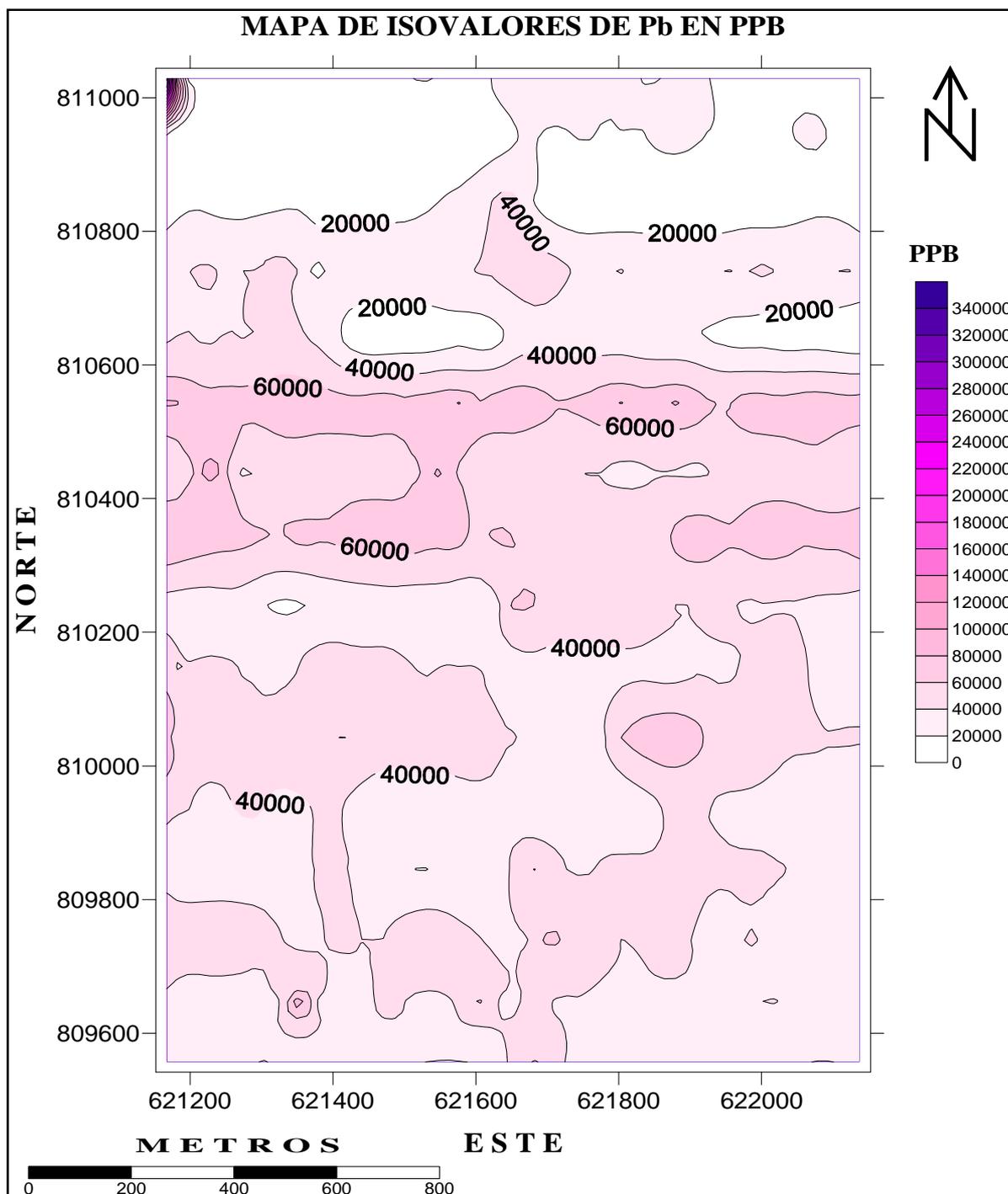
B.1 Representación gráfica en 3D de los valores de Au en ppb



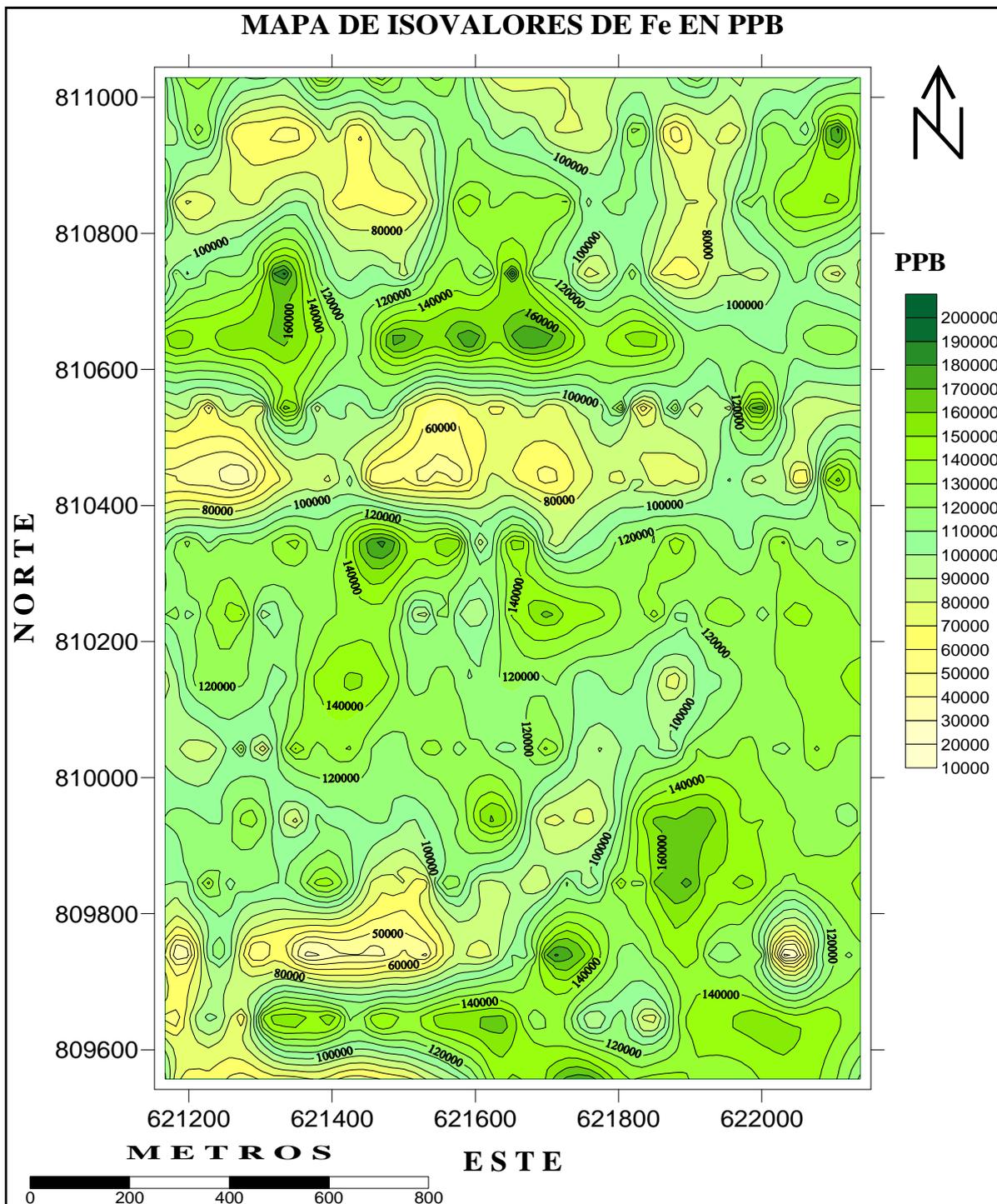
B.2 Mapa de contornos de valores de Cu en ppb.



B.3 Mapa de contornos de valores de Zn en ppb.



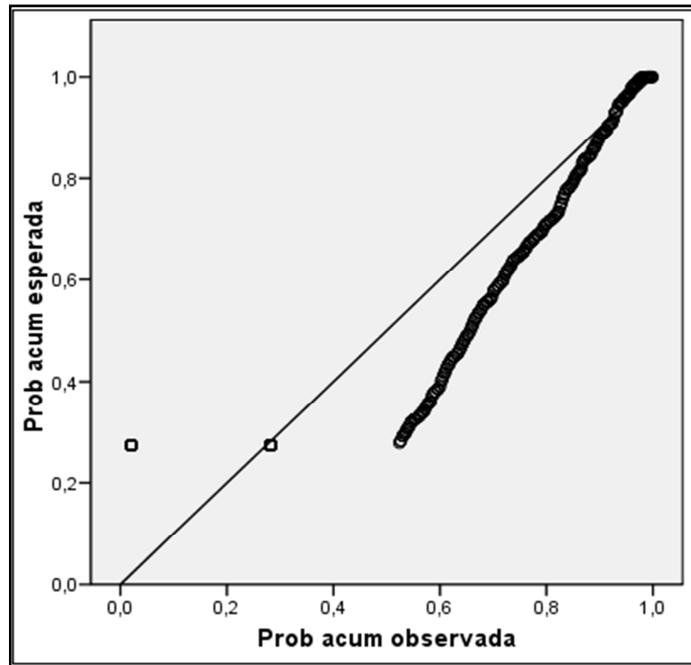
B.4 Mapa de contornos de valores de Pb en ppb.



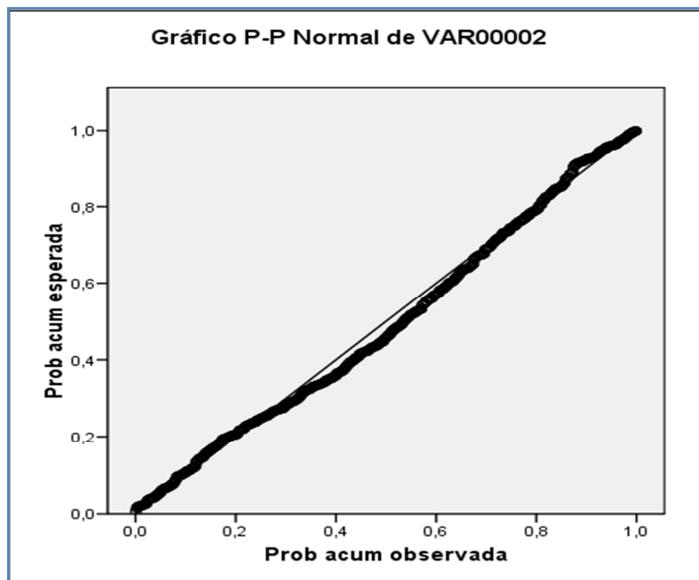
B.5 Mapa de contornos de valores de Fe en ppm.

## APÉNDICE C

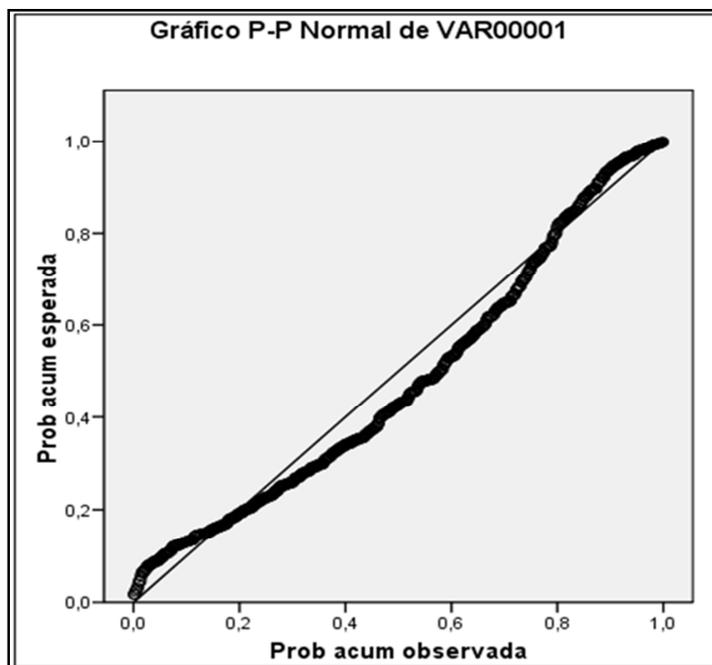
### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS



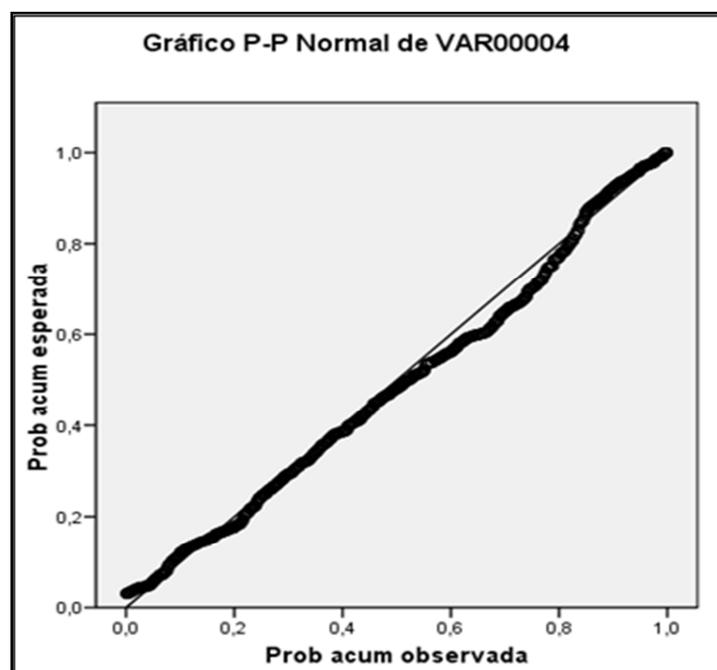
C.1. Gráfica de probabilidad esperada Vs probabilidad observada para elemento Au.



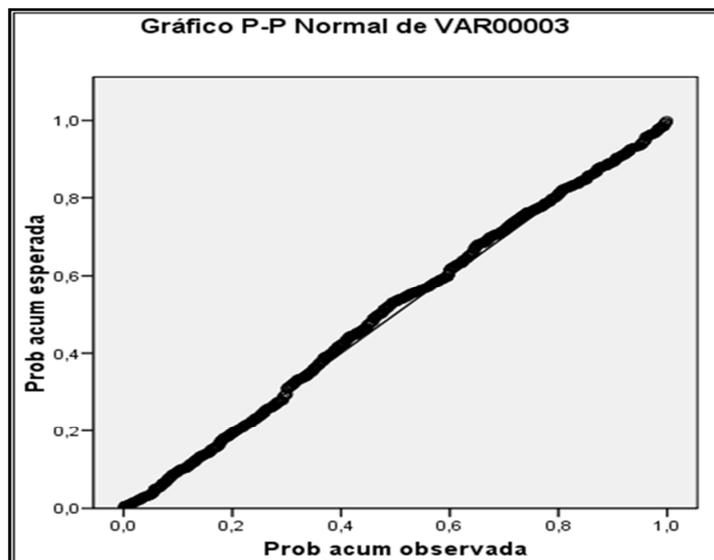
C.2 Gráfica de probabilidad esperada Vs probabilidad observada para elemento Cu.



C.3. Gráfica de probabilidad esperada Vs probabilidad observada para elemento Zn.



C.4. Gráfica de probabilidad esperada Vs probabilidad observada para elemento Pb.



C.5. Gráfica de probabilidad esperada Vs probabilidad observada para elemento Fe.

Correlación de Pearson						
		Au	Cu	Fe	Pb	Zn
Au	Correlación de Pearson	1	-0,0182252	-0,0119118	0,24456327	0,003571
	Sig. (bilateral)		0,82657166	0,88613608	0,00293007	0,9662368
	N	147	147	147	146	143
Cu	Correlación de Pearson	-0,0182252	1	0,3467207	0,10257905	0,1417461
	Sig. (bilateral)	0,82657166		1,5819E-05	0,21632783	0,0901329
	N	147	148	148	147	144
Fe	Correlación de Pearson	-0,0119118	0,3467207	1	0,1061458	0,1131387
	Sig. (bilateral)	0,88613608	1,5819E-05		0,20069251	0,176961
	N	147	148	148	147	144
Pb	Correlación de Pearson	0,24456327	0,10257905	0,1061458	1	-0,401466
	Sig. (bilateral)	0,00293007	0,21632783	0,20069251		6,717E-07
	N	146	147	147	147	143
Zn	Correlación de Pearson	0,00357102	0,14174613	0,11313872	-0,401466	1
	Sig. (bilateral)	0,96623681	0,09013294	0,17696101	6,7167E-07	
	N	143	144	144	143	144
Valores empleados en la correlacion						
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).						

C.6. Gráfica de correlación de Pearson.

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

<b>Título</b>	<b>CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA Y PETROGRÁFICA PARA DETERMINAR ANOMALÍAS AURÍFERA, EN LA CONCESIÓN MINERA CHOCÓ 3 ZONA III PERTENECIENTE A C.V.G MINERVEN, UBICADA EN EL MUNICIPIO AUTÓNOMO EL CALLAO, ESTADO BOLÍVAR.</b>
<b>Subtítulo</b>	

### Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Silva A., Escarlin C.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 18.012.825</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Silva.escarlin@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Nieves, Issac A.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>C.I 18.014.227</b>
	<b>e-mail</b>	<b>ingissacnieves@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

### Palabras o frases claves:

<b>Caracterización Geoquímica</b>
<b>Anomalía Aurífera</b>
<b>Determinar</b>
<b>Petrografía</b>
<b>Concesión</b>

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/5

## Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Geología	Geología
Departamento de Geotecnia	Ingeniería Geológica

## Resumen (abstract):

El presente trabajo se desarrolló específicamente en la Zona III del Chocó 3, concesión perteneciente a la empresa C.V.G Minerven; el área sujeta a estudio consta de 150Has aproximadamente, se encuentra ubicada a 12 Km al Oeste de la población El Callao en la ruta que conduce a El Manteco, municipio autónomo El Callao, estado Bolívar, Venezuela. El propósito principal de este proyecto consiste en realizar una caracterización geoquímica y petrográfica para determinar anomalías auríferas en dicho sector y de esta manera conocer si el área puede ser un prospecto económicamente rentable para la compañía. La superficie está enmarcada geológicamente dentro de la Provincia Geológica de Pastora, del Supergrupo Pastora; geomorfológicamente se caracteriza por ser una zona de lomas bajas con pendiente suave bordeada por quebradas de régimen intermitente. El proyecto se llevó a cabo mediante la elaboración de una red de muestreo de suelo con un mallado de 100m x 25m el cual estaba conformado por un eje central de 1500m de extensión en dirección N-S y 16 picas transversales a éste de 1000m de extensión en dirección E-W; de igual forma se realizó la recolección de muestras de rocas extraídas de los afloramientos encontrados en el área. La recolección de muestras de suelo, tuvo como finalidad determinar mediante método de absorción atómica la cantidad de Oro (Au), Cobre (Cu), Plomo (Pb), Hierro (Fe) y Zinc (Zn) expresadas en ppb y/o ppm contenidas en dichas muestras, para luego ser analizadas mediante métodos estadísticos (Diagrama de Cajas Gráficas) y ser representadas gráficamente en mapas de isovalores, todo esto con la ayuda de programas como Excel, SPSS 15.0 y Surfer 8.0. A partir de esto se determinó tres zonas anómalas, ya que presentan valores considerables de oro de hasta 9000 ppb, dichas anomalías fueron enumeradas como I, II, III siendo la anomalía I la que presenta mayor respuesta anómala con una dirección Norte-Sur. Considerando los altos valores obtenidos es posible que las anomalías geoquímicas encontradas en la zona de prospección este reflejando en superficie una posible mineralización a profundidad. La litología del área fue definida mediante 14 análisis petrográficos los cuales indican que se pueden distinguir 2 tipos de rocas posibles: Gabro y tobas de composición dacítica. Estos mismos análisis señalan que las rocas presentes en el área fueron sometidas a eventos hidrotermales y piroclásticos, ya que los minerales constituyentes de las rocas se encuentran alterados física y químicamente de acuerdo a su estructura original.

---

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Gómez H., Miguel	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	4031652
	e-mail	ing_miguelgomezh@yahoo.com
	e-mail	
Bandini, Anna	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12601683
	e-mail	
	e-mail	
Gabriella, Ciatti	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	11167753
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año      Mes      Día

2010	10	14
------	----	----

Lenguaje:      spa

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Characterización geoquímica y petrograficas.doc	Application/msword

Alcance:

Espacial: C.V G MINERVEN, El Callao, estado Bolívar (Opcional)

---

Temporal: 10 años (Opcional)

---

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo, Ingeniero Geólogo

---

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-grado

---

Área de Estudio: Departamento de Geología, Departamento de Geotecnia

---

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

---

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

Derechos:

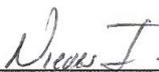
**De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado  
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la  
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros  
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,  
quien lo participara al Consejo Universitario”**

Condiciones bajo las cuales los autores aceptan que el trabajo sea distribuido. La idea es dar la máxima distribución posible a las ideas contenidas en el trabajo, salvaguardando al mismo tiempo los derechos de propiedad intelectual de los realizadores del trabajo, y los beneficios para los autores y/o la Universidad de Oriente que pudieran derivarse de patentes comerciales o industriales.



---

AUTOR 1



---

AUTOR 2

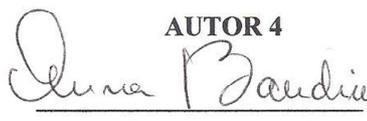
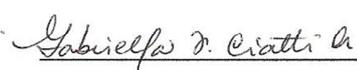
---

AUTOR 3



---

TUTOR

AUTOR 4  
  


---

JURADO 1

JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:



---