

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



**CARACTERIZACIÓN DE LOS SEDIMENTOS PRESENTES
EN EL CAUCE DE RÍO CLARO, SECTOR LA ELVIRA,
MUNICIPIO ANGOSTURA, ESTADO BOLÍVAR.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES APONTE P. HILDA C
Y WILLIAMS VICTOR E.
PARA OPTAR AL TÍTULO
DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, JUNIO DE 2010

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado intitulado “**Caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, Sector La Elvira, Municipio Angostura, estado Bolívar**”, presentado por el bachiller: **Aponte P. Hilda C. y Williams Víctor E.**, ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesor Jacques Edlibi

(Asesor)

Profesora Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de Geología

Ciudad Bolívar, Junio de 2.010

DEDICATORIA

A mi Dios Todopoderoso el que me dio y sustenta mi vida.

A mis padres *Hilda Pinto* y *Carlos Aponte* y mi hermana *Stephania Aponte* por su apoyo incondicional.

A mi esposo *Miguel Suárez* e hijo *Ángel Suárez* por su comprensión en todo momento.

A mi abuela, amigas que de alguna u otra manera me dieron fuerza, ánimo y apoyo en mi formación universitaria

Hilda Aponte

DEDICATORIA

Primeramente a *Dios* Todopoderoso quien me lo ha dado todo en esta vida.

A mis padres *Denis Williams, Víctor Williams y Reinaldo Williams*, por su apoyo y amor de padre que me han dado en la vida.

A mis hermanos, *Juan, Víctor Alberto, Reggie, Rodney, Reinaldo, Orlando, Víctor Manuel y Rosario*, por su cariño, amor y apoyo. A mis tíos *Lorenzo, Iris, Zulay, Oneida, Ivonne y Lisa*, por su apoyo, cariño y amor. A mis abuelos *Jhon, Cynthia, Mila y Delfin*, por su apoyo, cariño y amor.

A mi novia *Génesis Acosta*, por su amor y apoyo durante nuestra relación. A mis amigos *Williams Velásquez, Cargelis, Agustina, Carolina, Beberlin, Alexandra, Orlenis, Malena, Maglys, Bedelly, Jhosmart, Edwar, Asdrúbal, Santos, Danny, José Antonio y Jairo*, por su apoyo, fuerza y amistad brindada hacia mi persona y disculpen los ausentes de esta lista, esto no quiere decir que su amistad sea menos que la de los presentes.

Víctor Williams

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, proveedor y sustentador de nuestras vidas

A la ilustre Universidad de Oriente (UDO) Núcleo Bolívar, nuestra casa de estudio por darnos formación tanto profesional como personal.

Al Profesor Edlibi por su valiosa asesoría y amistad brindada en este trabajo de grado y durante nuestra carrera profesional.

A los profesores María Sampol, Argenis Rodríguez, Enrique Acosta y Wilmer Zerpa, por su incentivo, cada uno desde su área, a entender y amar nuestra carrera. A la Geóloga Inés Rendón, por su valiosa colaboración en el laboratorio de sedimentología.

A la Profesora Rosario Rivadulla, Jefa del Departamento de Geología por su apoyo en el suministro de equipo de campo y asesoría en el mismo. Al Señor Carlos Aponte, Asdrúbal Pérez y Blanca de Pérez, quienes nos acompañaron como guía en las diferentes idas a campo y por su colaboración en el transporte y logística.

Hilda A. y Víctor W.

RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicada en el Sureste de Ciudad Bolívar, estado Bolívar, específicamente en el cauce de Río Claro – sector La Elvira. La investigación consistió en una caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, a través de una exploración geológica. La metodología aplicada para el desarrollo de este proyecto se basó en tres etapas: etapa de oficina, etapa de campo y etapa de laboratorio; en la etapa de oficina se realizó una recopilación bibliográfica y cartográfica con el fin de obtener información acerca del área de estudio, se planificó el trabajo de campo y la ubicación de los sitios de muestreo; la etapa de campo consistió en el reconocimiento de la zona de estudio, el posicionamiento del área y la recolección de muestras, así como también permitió verificar la información geológica obtenida en trabajos realizados y en la etapa de laboratorio se realizaron los siguientes análisis: Granulométrico, morfológico, mineralógico y químico; los mismos se llevaron a cabo en El Instituto Geológico de minas (INGEOMIN), Sedimentología y geociencias de la Universidad de Oriente Núcleo. Una vez analizadas las muestras, en los diferentes laboratorios, se pudo constatar que los sedimentos que se encuentran presente en el cauce de Río Claro, presentan un buen escogimiento, de fracciones gruesas y no uniformes, con una morfología que varía de subangular (71%) a angular (21%), lo que nos indica que sufrieron poco transporte y cuya procedencia es cercana al área de estudio, con alto contenido de minerales livianos como el cuarzo y poca proporción de minerales pesados como la ilmenita, magnetita y trazas de oro. En lo referente a las rocas de la zona son de tipo metamórfico pertenecientes al Complejo Geológico de Imataca. Se recomienda realizar a futuro estudios geoquímicos más detallado en el cauce Río Claro – sector La Elvira de los sedimentos, para determinar posibles mineralizaciones de oro, titanio y otros de rendimiento económico.

CONTENIDO

Página

HOJA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABLAS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	3
1.1 Situación objeto de estudio.....	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivo específicos.....	4
1.3 Justificación	5
1.4 Alcance	5
CAPÍTULO II.....	6
GENERALIDADES	6
2.1 Ubicación geográfica del área	6
2.2 Acceso al área	7
2.3 Características físicas y naturales de la zona de estudio.....	7
2.3.1 Suelo	7
2.3.2 Hidrografía.....	9
2.3.3 Vegetación	9

2.3.3.1 Vegetación herbácea de sabana	10
2.3.3.2 Vegetación arbustivo de sabana tropical	10
2.3.4 Fauna.....	11
2.3.5 Clima.....	11
2.3.6 Geomorfología.....	12
2.4 Geología general.....	15
2.4.1 Geología regional.....	15
2.4.2 Provincia Geológica de Imataca	16
2.4.2.1 Faja de La Encrucijada	19
2.4.2.2 Faja de Ciudad Bolívar	20
2.4.2.3 Faja de Santa Rosa.....	20
2.4.2.4 Faja La Naranjita	20
2.4.2.5 Faja de Cerro La Ceiba.....	21
2.4.3 Remanentes de Cinturones de Rocas Verdes (CRV – Anfibolita de Río Claro).....	22
2.4.4 Formaciones Bandeadas de Hierro	23
2.5 Geología estructural regional.....	23
2.5.1 Estructuras mayores.....	24
2.5.1.1 Falla de Gurí	24
2.5.1.2 Falla de río Carapo.....	25
2.5.1.3 Falla de Santa Bárbara.....	25
2.5.1.4 Falla de Río Claro.....	25
2.5.2 Estructuras menores.....	25
2.5.2.1 Pliegues.....	26
2.5.2.2 Domos.....	26
2.5.2.3 Pliegues menores	26
2.5.2.4 Foliación	26
2.5.2.5 Fractura	26

2.5.2.6 Diques	27
2.6 Geología local	27
CAPÍTULO III.....	31
MARCO TEÓRICO	31
3.1 Antecedentes.....	31
3.2 Bases teóricas.....	33
3.2.1 Meteorización	33
3.2.2 Sedimentos.....	34
3.2.3 Trabajo de las corrientes en medios fluviales.....	35
3.2.3.1 Transporte	35
3.2.3.2 Erosión.....	37
3.2.3.3 Sedimentación.....	37
3.2.4 Tipo de régimen y circulación de corrientes.....	37
3.2.4.1 Flujo laminar.....	37
3.2.4.2 Flujo turbulento	37
3.2.5 Morfología de los ríos.....	38
3.2.5.1 Canales rectilíneos	38
3.2.5.2 Canales entrelazados.....	38
3.2.5.3 Canales meandriformes	38
3.2.6 Características de los depósitos fluviales	39
3.2.6.1 Depósitos de barras de meandros	39
3.2.6.2 Depósitos de corrientes entrelazadas	39
3.2.7 Ambientes sedimentarios.....	40
3.2.8 Análisis granulométrico.....	40
3.2.8.1 Rechazo.....	41
3.2.8.2 Cernido	41
3.2.9 Propiedades de los clastos	41
3.2.9.2 Forma de los clastos	44

3.2.10 Minerales	45
3.2.11 Marmita.....	46
3.2.12 Pliegues.....	46
3.2.13 Formación de pliegues.....	46
3.2.13.1 Materiales frágiles	46
3.2.13.2 Materiales dúctiles	47
3.2.14 Plegamiento	47
3.2.15 Elementos para describir un pliegue.....	47
3.2.15.1 Eje del pliegue	47
3.2.15.2 Charnela.....	48
3.2.15.3 Dirección.....	48
3.2.15.4 Plano axial	48
3.2.15.5 Núcleo.....	48
3.2.15.6 Flancos	48
3.2.15.7 Cabeceo.....	48
3.2.15.8 Cresta	49
3.2.15.9 Valle.....	49
3.2.16 Anticlinal / Sinclinal	49
3.2.16.1 Características del anticlinal y sinclinal	50
3.2.17 Diaclasas	51
3.2.18 Fallas.....	52
3.2.18.1 Fallas con desplazamiento vertical	52
3.2.18.2 Fallas con desplazamiento horizontal.....	53
3.2.19 Indicadores directos de fallas.....	54
3.2.19.1 Desplazamiento.....	54
3.2.19.2 Estrías	54
3.2.19.3 Diaclasas plumosas de cizalla.....	55
3.2.19.4 Arrastres.....	55

3.2.19.5 Brechas de falla (Kataclasita)	56
3.2.20 Dirección de inclinación	57
3.2.21 Rumbo	57
3.2.22 Buzamiento	57
3.2.23 Gneis	57
3.2.24 Anfibolita.....	58
3.2.25 Cuarzitas ferruginosas	58
CAPÍTULO IV	59
METODOLOGÍA DE TRABAJO	59
4.1 Nivel de la investigación	59
4.2 Diseño de la investigación	59
4.2.1 Etapas para el desarrollo del proyecto	61
4.2.1.1 Selección del área de estudio	61
4.2.1.2 Etapa de oficina	61
4.3 Interpretación y análisis de resultados.....	73
4.4 Digitalización del mapa geológico señalando el drenaje y los sitios de muestreo	73
4.5 Redacción del informe final.....	73
CAPÍTULO V	74
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	74
5.1 Unidades geológicas	74
5.2 Análisis granulométrico.....	76
5.2.1 Resultados.....	76
5.2.2 Interpretación.....	77
5.3 Análisis morfológico	77
5.3.1 Resultados.....	77
5.3.2 Interpretación.....	78
5.4 Análisis mineralógico	78

5.4.1 Resultados.....	79
5.4.2 Interpretación.....	79
5.5 Análisis químico	82
5.5.1 Resultados.....	82
5.5.2 Interpretación.....	82
CAPÍTULO VI	84
GEOLOGÍA ECONÓMICA	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
Conclusiones.....	86
Recomendaciones	87
REFERENCIAS	88
APÉNDICES	92
APÉNDICE A.....	92
Análisis Granulométrico.....	92

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 Ubicación del área de estudio (Modificado de Encarta, 2008).	6
Figura 2.2 Vegetación típica del área de estudio.	10
Figura 2.3 Ilustración que muestra la geomorfología, fisiografía y topografía del área de estudio.	14
Figura 2.4 Cerro Buenos Aires.	15
Figura 2.5 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2.000).	17
Figura 2.6 Complejo Geológico de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (Simplificado de Ascanio, 1975).	19
Figura 2.7 Afloramiento de anfibolita con diques de cuarzo.	23
Figura 2.8 Afloramiento de cuarzo lechozo, en las adyacencias de río Claro.	27
Figura 2.9 Pliegue de composición ácida en el cauce de Río Claro.	28
Figura 2.10 Falla Transcurrente dextral en el lecho del río.	29
Figura 2.11 Marmitas en el cauce del río.	30
Figura 3.1 Determinación de la redondez y esfericidad de las partículas de los sedimentos (Acosta, 2.006).	45
Figura 3.2 Partes de un pliegue (Wolfgang Griem, 2005).	48
Figura 3.3 Partes del pliegue – Anticlinal y sinclinal (Wolfgang Griem, 2005).	49
Figura 3.4 Conjunto de pliegues – Sinclinorio y Anticlinorio. (Wolfgang Griem, 2005).	50
Figura 3.5 Características del anticlinal (Wolfgang Griem, 2005).	50
Figura 3.6 Características del sinclinal (Wolfgang Griem, 2005).	51
Figura 3.7 Fallas con desplazamiento vertical (Wolfgang Griem, 2005).	53
Figura 3.8 Fallas con desplazamiento horizontal (Wolfgang Griem, 2005).	53
Figura 3.9 Desplazamiento de una unidad geológica (Wolfgang Griem, 2005).	54

Figura 3.10 Estrías arriba de un plano de falla (Wolfgang Griem, 2005).	55
Figura 3.11 Diaclasas plumosas de cizalla (Wolfgang Griem, 2005).	55
Figura 3.12 Zona de arrastre con leve monoclinal hacia el plano de la falla (Wolfgang Griem, 2005).	56
Figura 3.13 Zona de Brecha de falla (Tomado de Wolfgang Griem, 2005).	56
Figura 4.1 Flujograma de la investigación.	60
Figura 5.1 Afloramiento de Anfibolita con vetas de cuarzo paralelas a la foliación.	75
Figura 5.2 Llanura de inundación en Río Claro.	76
Figura 5.3 Resultados del Análisis Morfológico de los sedimentos del cauce de Río Claro.	78
Figura 5.4 Resultado del Análisis mineralógico de M1.	80
Figura 5.5 Resultado del Análisis mineralógico de M2.	80
Figura 5.6 Resultado del Análisis mineralógico de M3.	81
Figura 5.7 Resultado del Análisis mineralógico de M4.	82
Figura 5.8 Resultado del Análisis mineralógico de M5.	82

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 3.1 Escala de Wentworth. (Encarta 2009).	43
Tabla 4.1 Coordenadas de puntos de muestreo.	62
Tabla 4.2 Peso específico de los Minerales livianos, semipesados y pesados (Krumbeinm y Sloss, 1969 en Cañas, 2005).	64
Tabla 5.1 Resultado del análisis granulométrico.	77
Tabla 5.2 Resultados de Análisis morfológico de los aluviones de Río Claro.	77
Tabla 5.3 Resultado de los análisis químicos en muestras de los aluviones de Río Claro.	83

INTRODUCCIÓN

La Guayana Venezolana está constituida por cuatro Provincias Geológicas diferentes, que de acuerdo a su edad, litología, grado metamórfico y tectónica, fueron separadas por Menéndez, (1968), en las Provincias Geológicas de: Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima. Posteriormente Mendoza, (1.977), propuso la división del Escudo de Guayana en cuatro Provincias Estructurales denominadas: Bolívar, Esequibo, Amazonas y Canaima.

Geológicamente la zona de estudio se encuentra en el Complejo Geológico de Imataca específicamente en el cauce de Río Claro, dicho complejo conforma el basamento ígneo metamórfico de las rocas pertenecientes al Escudo Precámbrico de Guayana, estando en contacto discordante con los sedimentos del Reciente y la presencia de remanentes de los Cinturones de Rocas Verdes (CRV) de dicho complejo, presentando características especiales por encontrarse enmarcada en una zona de falla, las cuales son propicias para la acumulación de minerales económicamente explotables.

La Cuenca del río Caroní está dividida en tres Subcuencas: Alto Caroní, Medio Caroní y Bajo Caroní en el cual se encuentra el área objeto de estudio de esta investigación, la misma consiste en la caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, Municipio Angostura, estado Bolívar .

Bajo condiciones de abundantes precipitaciones periódicas, la formación ha sido erosionada formando grandes cantidades de barras de sedimentos. Estos sedimentos y aluviones recientes, están constituidos por material limo-areno-arcilloso, bastantes sueltos y sumamente porosos, éstos son arrastrados y depositados

por las aguas de escorrentía, el viento y los ríos, constituyendo geomorfológicamente planicies aluvionales que representan las áreas de inundación de las cuencas.

Todo lo antes expuesto, nos motivo a realizarle una serie de estudios a los sedimentos del Río Claro, ubicado al sureste de Ciudad Bolívar en el Municipio Angostura, siendo éstos los siguientes: análisis mineralógico, granulométricos, morfológico y químicos, los cuales además de arrojar su composición mineral también determinará de donde provienen dichos sedimentos.

Así como también, su importancia económica y posibilidades de explotación de una manera responsable acatando las diferentes normas ambientales previstas para ello.

A través de este trabajo de grado se presentan los capítulos exigidos, donde en el Capítulo I se describe la situación a investigar y los objetivos de investigación; en el Capítulo II, se detallan las generalidades del área de estudio; el Capítulo III se refiere al marco teórico; el Capítulo IV contiene la metodología del trabajo, el cual hace mención de los aspectos relacionados al tipo de investigación, fuentes de información, los pasos metodológicos en este estudio; el Capítulo V, contiene el análisis e interpretación de los resultados obtenidos, y por último las conclusiones, recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

La zona de estudio se encuentra enmarcada en la Subcuenca baja del río Caroní en el Complejo Geológico de Imataca, el cual forma parte del Escudo Precámbrico de Guayana, donde las rocas de dicho complejo se ven deformadas por la acción de esfuerzos tectónicos, muchas veces imperceptibles al ojo humano.

Adicionalmente a lo largo del río Caroní, es decir en sus afluentes como el de Río Claro, reciben gran cantidad de material detrítico conformado por arenas y gravas producto de la alteración de las rocas pertenecientes a la provincia geológica de Imataca. Estos materiales se enriquecen con minerales y fragmentos de rocas que han resistido la meteorización, transporte y al desgaste, formando depósitos secundarios de minerales de importancia económica; que junto a la resistencia química y elevado peso específico (minerales pesados), llamados así porque presentan un peso específico mayor a 2.85 como lo son: oro, magnetita, ilmenita, etc., son entre algunos de los minerales que por acción de la gravedad caen durante los procesos de sedimentación y durante el transporte, experimentando una separación mecánica natural llegando a concentrarse en grandes volúmenes, representando yacimientos de origen secundario de gran relevancia económica. Los minerales pesados ocurren en un rango restringido, y son muy útiles para la interpretación de la fuente de roca.

Debido a esta situación se plantea realizar una caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, a partir de los análisis granulométricos, morfológico, mineralógico y químicos, a los aluviones presentes del área de estudio, así como la descripción de las unidades geológicas y el entorno

natural de la zona; determinar de ese modo la factibilidad de explotación de minerales que representarían una fuente de ingreso y empleos a la industria minera del estado Bolívar.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar una caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, Municipio Angostura, estado Bolívar.

1.2.2 Objetivo específicos

1. Identificar las unidades geológicas presentes en el área de estudio.
2. Clasificar los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro mediante la escala Wentworth.
3. Analizar las características morfológicas de los sedimentos.
4. Analizar la composición mineralógica de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro.
5. Analizar la composición química de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro.
6. Elaborar el mapa geológico ubicando el drenaje y los sitios de muestreo.

1.3 Justificación

Las investigaciones geológicas tratan de cumplir con la actualización de los trabajos previos y la cartografía que existe sobre la zona, representando estas un beneficio para los proyectos que a posteriori se deseen desarrollar.

Esta investigación tiene como finalidad, constatar la procedencia de los sedimentos clásticos y la existencia de minerales pesados que son de interés económico para la explotación de la pequeña minería y el beneficio que esto generaría a la economía del estado Bolívar. Tomando en consideración todos los aspectos relacionados con la extracción de minerales, en cuanto a: el impacto que cause realizar esta actividad al medio ambiente, la preservación, supervisión y concientización.

1.4 Alcance

Consiste en caracterizar los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, con el fin de analizar su composición mineralogía, química, características morfológicas y su clasificación según la escala de Wentworth.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área

La zona de estudio se encuentra al sureste de Ciudad Bolívar, en la jurisdicción del municipio Angostura, Estado Bolívar entre las coordenadas geográficas $63^{\circ} 06' 801''$, $63^{\circ} 07' 939''$ de longitud Oeste y $7^{\circ} 55' 618''$, $7^{\circ} 54' 433''$ de latitud Norte, según las hojas N° 7539 I NE, 7539 I NO, 7539 I SE, 7539 I SO. (Tomadas como referencia para hacer el mapa base).



Figura 2.1 Ubicación del área de estudio (Modificado de Encarta, 2008).

2.2 Acceso al área

El acceso a la zona de estudio se efectuó por vía terrestre, utilizando la carretera asfaltada que unen los centros poblados entre Puerto Ordaz y Ciudad Piar, específicamente en el cauce Río Claro – sector La Elvira.

El desplazamiento dentro del área se efectuó a pie por medio de caminos de tierra que permiten llegar a los afloramientos rocosos y al río sin mayor dificultad. La recolección de muestras de sedimentos se realizó en época de verano.

2.3 Características físicas y naturales de la zona de estudio

2.3.1 Suelo

La clasificación de los suelos se basó en los diferentes paisajes, relieves y formas del terreno adyacentes al área de estudio. En general los suelos están laterizados de origen residual y en la zona de estudio se encuentran suelos de origen aluvial que se caracterizan por, guardar, una estrecha relación con el basamento litológico. Asimismo se hallan tres tipos de suelos en las adyacencias del área de estudio que se clasifican taxonómicamente en: Kanhaplutuls, Kandistuls, Ustorthents, Quartzipsamments y Entisoles (C.V.G TECMIN, 1988).

Los tres primeros ocurren a menudo en relieves de lomas y están asociados a afloramientos rocosos moderados (25 – 50%) del Complejo de Imataca, son de origen residual formados a partir de rocas metamórficas del tipo gneis granítico y cuarcitas ferruginosas, presentando un avanzado desarrollo pedogenético. Por lo general, son suelos moderadamente profundos a superficiales, el horizonte A yace sobre un horizonte B (Argílico/Kándico) de textura franco arcillosa, mezclada con moderadas

a altas (30-60%) proporciones de esqueleto grueso de naturaleza férrica (C.V.G – TECMIN, 1988).

De acuerdo con las características químicas poseen muy bajos niveles nutricionales, debido a la presencia de pH extremadamente ácido a fuertemente ácido; la capacidad de intercambio catiónico, es de baja a muy baja (0.83meq/100g-2,24meq/100); saturación en bases baja a muy baja (<15%) (C.V.G TECMIN, 1988).

Los suelos Quartzipsamments, localizados en las llanuras aluviales en los relieves planos, de origen aluvial formados a partir de sedimentos de la Formación Mesa mostrando un avanzado desarrollo pedogenético (C.V.G TECMIN, 1988).

Presentan texturas arenosas a franco arenosas en superficie y arenosa a franco areno arcillosa en el horizonte B, los niveles de carbono orgánico son bajos a muy bajos, el pH varía fuerte a extremadamente ácido y los niveles de capacidad de intercambio catiónico y saturación con bases son bajos a muy bajos, lo que le confiere a los suelos una baja fertilidad natural (C.V.G TECMIN, 1988).

En el área también están presentes suelos Entisoles, que se caracterizan por la ausencia de horizontes no evolucionados. Éstos se encuentran asociados con afloramientos rocosos y gravas.

Son de textura arenosa, con respecto a sus características químicas poseen niveles muy bajos de fertilidad natural por la acidez del suelo debido al pH que presenta.

2.3.2 Hidrografía

Desde el punto de vista hidrográfico el área de estudio está conformada por la cuenca de Río Claro, quien presenta un patrón de drenaje dendrítico y se encuentra bien definido por sus taludes, este en su mayoría está dominado por quebradas y lagunas intermitentes que contienen agua solamente en los meses de invierno Mayo – Agosto y el resto de los meses del año, totalmente seco. El tipo de depósito presente en el río es de canal; el cual se caracteriza por sedimentos más gruesos del río.

A menudo son acumulaciones de grava que forman depósitos residuales tapizando el fondo del canal. Por encima de estos depósitos residuales, se acumulan arenas gruesas.

A medida que se van estabilizando las islas de sedimentos, puede llegar a desarrollarse en ellas una vegetación pionera primera y más estable después, aprovechando la dotación de agua que proporciona el propio río.

2.3.3 Vegetación

La vegetación de esta sección es variada correspondiente a un Bioclima Tropófilo Macrotérmico a consecuencia del ambiente predominantemente seco, que corresponde a formaciones boscosas que se desarrollan en lomeríos medios en suelos muy evolucionados producto de la meteorización de granito, gneis y cuarcita ferruginosa (Figura 2.2).



Figura 2.2 Vegetación típica del área de estudio.

Según C.V.G TECMIN (1988) en Jiménez, (1997), se distinguen dos grandes tipos de vegetación:

2.3.3.1 Vegetación herbácea de sabana: tiene una cobertura variable con una altura promedio entre (15 y 80) centímetros formada principalmente por gramíneas y Cyperáceas. Entre las gramíneas tenemos: paja peluda, Saeta y pasto sabanero y entre las Cyperáceas: Cadillo, paja de agua, dormidera, mastranto entre otras.

2.3.3.2 Vegetación arbustivo de sabana tropical: distribuidas de manera dispersa, tales como las especies: aceite, chaparro, merey, alcornoque, guayabita sabanera, entre otras.

2.3.4 Fauna

Es el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica, que son propias de un período geológico o que se pueden encontrar en un ecosistema determinado.

La fauna se puede considerar un recurso natural en función de los valores económicos, ecológicos, recreativos, culturales y de alimentación. En el área existen gran variedad de especies de fauna silvestre entre las cuales tenemos:

La fauna silvestre en el área de estudio se encuentra bastante intervenida por el hombre, es decir, es relevante, escasa y poco variada. Considerándose un tipo de hábitat esporádico; sin embargo esta zona desarrolla condiciones normales adecuadas para la adaptación al medio de algunas especies. Según datos tomados de informantes locales: morrocoy, iguana, mato, sapo, rana, algarrobo, baba, lagartija, ratón, cascabel, conejo sabanero, conejo de monte, onza, acure , oso hormiguero, cachicamo, rabipelado, cochino de monte; y por observación directa en la zona de estudio: iguana, mato, rabipelado, sapo, peces, algarrabo, zamuro.

2.3.5 Clima

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir. Por una parte hay tendencias a largo plazo debidas, normalmente, a variaciones sistemáticas como el aumento de la radiación solar o las variaciones orbitales pero, por otra parte, existen fluctuaciones más o menos caóticas debidas a la interacción entre forzamientos, retroalimentaciones y moderadores. La definición de clima está dada por la combinación de una serie de fenómenos atmosféricos. La palabra clima proviene del griego klima, que hace referencia a la inclinación del Sol, el cual es sólo uno de los factores que lo definen.

El área de estudio recibe una precipitación total media anual de 1400 mm. La temporada de lluvias comienza en Mayo y termina en Octubre, Junio y Julio son los meses más lluviosos. La época seca abarca los meses de Noviembre hasta Abril (Servicio de Meteorología de las Fuerzas Armadas, 2008).

La evaporación total media de la zona es de 2100 mm. El máximo principal ocurre en los meses de Marzo y Abril, y el mínimo durante el mes de Junio (Servicio de Meteorología de las Fuerzas Armadas, 2008).

La temperatura media de la zona es de 28° C. Los períodos de máxima temperatura son Abril, Septiembre y Octubre y los meses menos cálidos son Enero, Febrero, Junio y Julio (Servicio de Meteorología de las Fuerzas Armadas, 2008).

La humedad relativa promedio anual es de 72 %, es mayor en Junio – Julio y menor en Marzo – Abril. La dirección prevaleciente del viento es en sentido ENE (Este – Noreste) con una velocidad media de 17.8 m/s (Servicio de Meteorología de las Fuerzas Armadas, 2008).

Según metodología de Thornthwaite en la Estación Meteorológica de las Fuerzas Armadas Venezolanas de Ciudad Bolívar es representativo en esta zona un clima sub-húmedo a seco, con poco exceso de agua y mega térmico o cálido. El lapso de enero a mayo presenta deficiencia de agua en el suelo, ya que la evapotranspiración potencial es mayor que la precipitación en dichos meses, es decir toda el agua que cae es evapotranspirada.

2.3.6 Geomorfología

El estudio geomorfológico de un área cualquiera no se limita solamente a la descripción de sus formas de relieve, sino que trata de establecer su origen y

evolución; así como también los procesos geomorfológicos que cambian el relieve, teniendo siempre en cuenta una finalidad práctica en vista de la gran influencia que tiene el relieve en la actividad humana.

Las formas de relieve son la resultante de la interacción entre los materiales de la corteza terrestre, su dinámica interna y los procesos externos relacionados principalmente con la acción del clima y agua de escorrentía. De allí que un análisis geomorfológico cualquiera debe partir siempre del conocimiento de la geología del área.

La geomorfología del área de estudio se caracteriza por presentar en sus márgenes un relieve suave de colinas y ligeras elevaciones estructurales con alineamientos y alturas que oscilan 100 – 200 m.s.n.m., estos rasgos topográficos están relacionados con la geología y son el resultado de una intensa erosión diferencial.

Esta área se encuentra enmarcada dentro la Provincia Geológica de Imataca y desde el punto de vista geomorfológico se encuentra representada por un conjunto de peniplanicies y lomas suaves. Constituidas por una serie de plutones o afloramientos graníticos que tienen una altura promediada entre los 5 ó 30 m.s.n.m; cuya litología está representada por las rocas ígneo- metamórficas de la zona. (Figura 2.3).



Figura 2.3 Ilustración que muestra la geomorfología, fisiografía y topografía del área de estudio.

También se observan montañas alargadas y angostas con cotas superiores a los 200 m.s.n.m., las cuales tienen un alto contenido de hierro (cuarcitas ferruginosas), así como un paisaje muy suavizado, relativamente plano el cual resulta de llanuras de inundación (Figura 2.4).

El relieve predominante en el área es moderado, con pequeñas ondulaciones y colinas bajas sin mucha relevancia de accidentes fisiográficos. Las pendientes promedios naturales del terreno están en el orden del 5 a 10 %, lo que permite clasificarlas como pendientes suaves.



Figura 2.4 Cerro Buenos Aires.

2.4 Geología general

2.4.1 Geología regional

El Escudo de Guayana se extiende al Sur del río Orinoco y ocupa algo más del 50% de la superficie de Venezuela. Está litológicamente formada por rocas precámbricas, es decir antes de la Era Paleozoica o Primaria.

Estas rocas constituyen una de las formaciones geológicas más antiguas del mundo. La composición del macizo guayanés está representado fundamentalmente por rocas ígneas producidas por la solidificación magmática en el fondo de los mares primitivos, que posteriormente emergieron como grandes bloques continentales;

luego el metamorfismo influyó en la transformación de parte de estas rocas y de otras más jóvenes que fueron apareciendo (González de Juana, 1980).

En base a caracteres petrológicos y tectónicos, el Escudo de Guayana ha sido dividido en Venezuela en cuatro provincias geológicas que en orden de edad, desde la más antigua a la más joven las denominó: Provincia Geológica de Imataca, Provincia Geológica de Pastora, Provincia Geológica de Cuchivero y Provincia Geológica de Roraima (Menéndez, 1972).

Como el área de estudio está enmarcada en la franja correspondiente a la Provincia Geológica de Imataca, a continuación se realiza una breve descripción de la misma:

2.4.2 Provincia Geológica de Imataca

Según Mendoza, V. (2005), la Provincia Geológica de Imataca se extiende en dirección SW – NE desde el río Caura hasta el delta del Orinoco y en dirección NW – SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Gurí por unos 550 Km. y 80 Km, respectivamente (Figura. 2.5). No parecen existir razones para que Imataca no se extienda al Norte del Orinoco, ni al Oeste del río Caura, y por su puesto en tiempo pre-disrupción de Pangea a África Occidental.

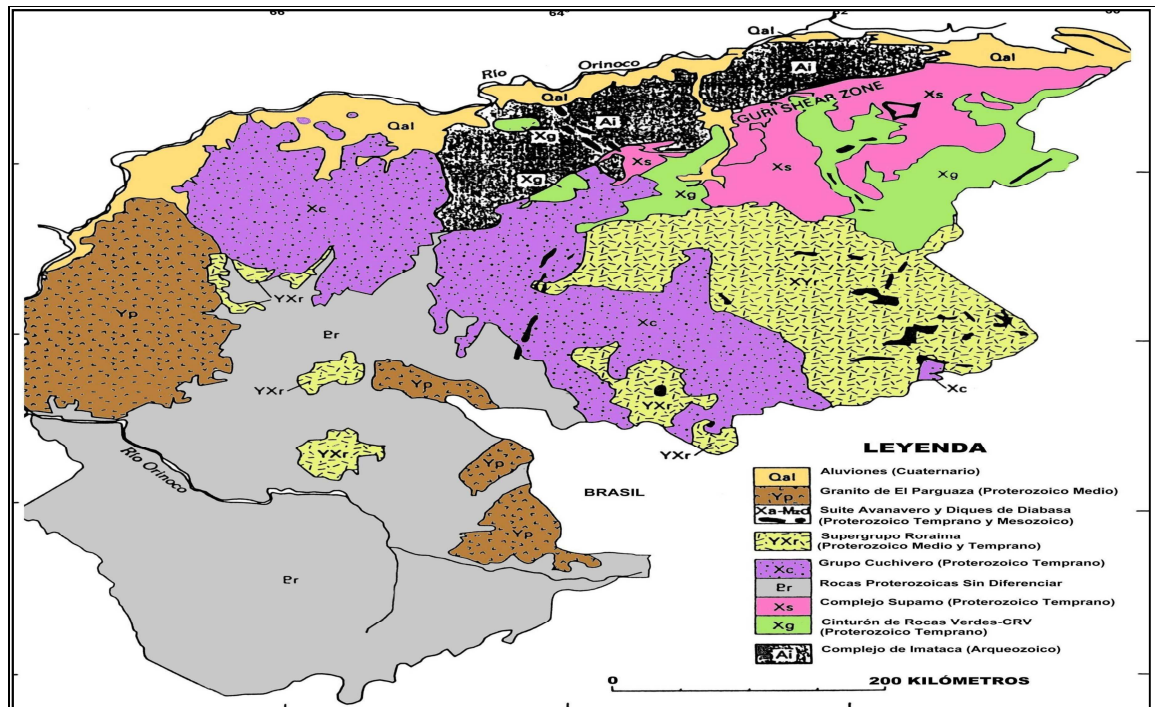


Figura 2.5 Mapa geológico generalizado del Escudo de Guayana destacando la Provincia Geológica de Imataca (Mendoza, V. 2.000).

Sin embargo, rocas similares a las del Complejo de Imataca no han sido observadas al Oeste del río Caura y esto se interpreta como que tal río marca el límite de borde continental próximo a una zona de subducción; o representa una corteza sílica parcialmente asimilada y parcialmente cubierta por las intrusiones de la Asociación Cuchivero y del Rapakivi de Parguaza.

Litológicamente la Provincia Geologica de Imataca está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (15%-20%), migmatitas y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro (BIF), dolomitas, charnockitas, cuarcitas, anortositas, y granitos intrusivos mas jóvenes CRT-TTG gnéisicos (El Torno – Real Corona), con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfizada, roca rodonítica – granatífera, roca cuarzo – granatífero – grafitica y

esquisto bronzítico – hornabléndico-biotítico. La secuencia esta intrusionada por cuerpos graníticos básicos.

La Provincia Geológica de Imataca se caracteriza por estructuras anticlinales bien desarrolladas y estructuras sinclinales mal definidos, con rumbo este – noreste (Mendoza, V. 2005).

El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la Mina de Hierro de el Pao, con granulitas de dos piroxeno en charnockitas, anortosita y granulito máficas y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de 750 °C – 850 °C y moderadas a levadas presiones de 8 a 8.5 Kbs, equivalentes a menos d 30 Km de presión de roca) hacia la zona de Guri, con anfibolitas, granulitos y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita-sillimanita (que implica temperaturas de 650°C-700°C y presiones de 4 a 7 Kbs, o sean menores de 20 Kms de espesor de rocas).

Ascanio, (1975) en Mendoza, (2005), postuló que parte al menos del Complejo Geológico de Imataca, está formado por varias fajas tectónicas que representan microcontinentes que por deriva chocaron uno con otro con obducción y subducción quedando separados entre sí por grandes corrimientos. Ascanio, denominó a estas fajas como: La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba y La Laja Negra, como se muestra en la figura 2.6.

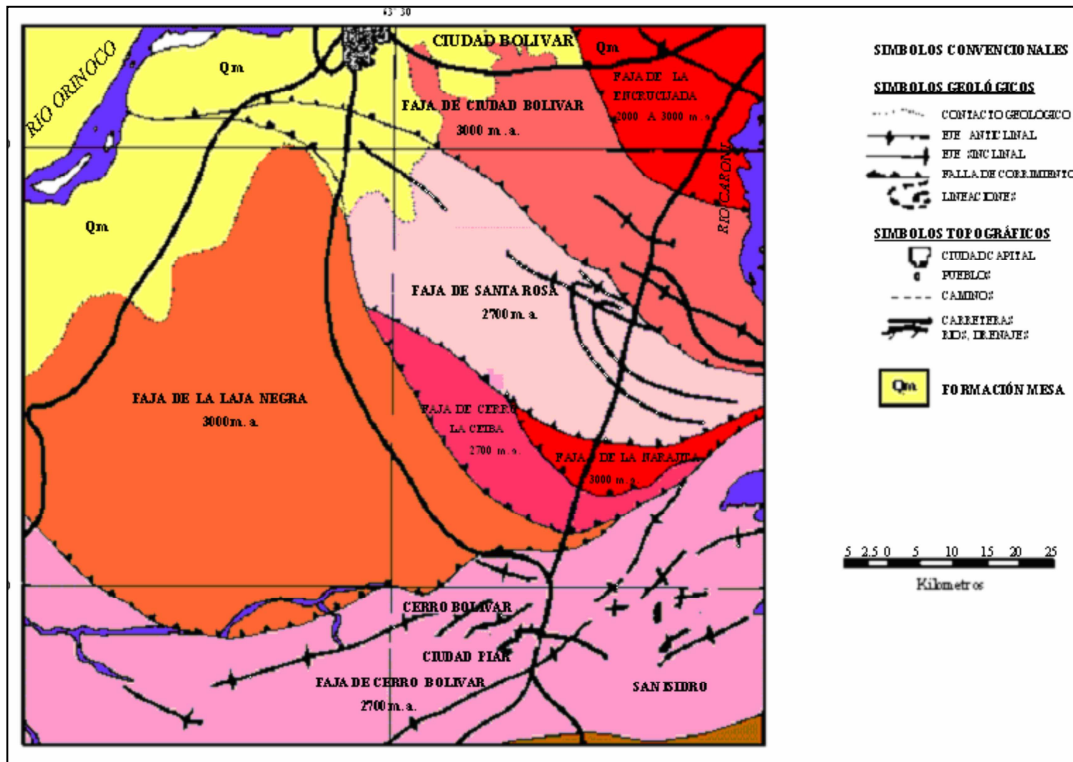


Figura 2.6 Complejo Geológico de Imataca en los alrededores del Cerro Bolívar (Simplificado de Ascanio, 1975).

2.4.2.1 Faja de La Encrucijada: conformada principalmente por gneises piroxénicos monzogranitos de colores verdes, grises y rosados, con textura de grano medio grueso, se presentan bandeados, a veces granulares y en ocasiones porfídicos dentro de los cuales se han emplazado sienitas cuarcíferas y los granitos de La Encrucijada. A lo lejos, alrededor del afloramiento se observan colinas desnudas redondeadas que son las formas topográficas dominantes que producen estas rocas graníticas, cuando tienen textura granular. En cambio producen colinas alargadas cubiertas de vegetación cuando tienen textura gnéisica y cuando están intercaladas con formaciones de hierro.

2.4.2.2 Faja de Ciudad Bolívar: constituida por gneises cuarzo – feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolita. Contiene formaciones de hierro de grano medio, entre los cuales el de mayor importancia es el Cerro María Luisa. Las estructuras presentan un rumbo general N 60° W. Al Norte del Cerro María Luisa y hacia el Sur de la Serranía, María Luisa presenta el desarrollo de gneises monzograníticos, sienograníticos y granodioríticos con textura de grano grueso, de color rosado dentro de los cuales se observa la presencia de restos de gneises anfibolíticos. De esto se deduce, que ocurrió un proceso de cuarzo feldespatización que avanzó reemplazando la plagioclasa por microclina formando vetas de cuarzo en el contacto de los gneises con las anfibolitas.

2.4.2.3 Faja de Santa Rosa: reposa sobrecogida sobre la Faja de Ciudad Bolívar y debajo de las Fajas de la Naranjita, La Ceiba y Laja Negra, La Faja de Santa Rosa se encuentra representada litológicamente por gneises cuarzo – feldespático – biotítico, grises, bandeados e intercalados con anfibolitas y capas delgadas de “formación de hierro” y cuarcitas blancas. El rumbo general de la faja es N 60° W.

2.4.2.4 Faja La Naranjita: Esta faja constituye un codo estructural de la Provincia Geológica de Imataca. Al Este del sitio denominado La Naranjita, las estructuras se presentan con una dirección Noreste, mientras que al Oeste toman un rumbo preferencial al Noroeste. Litológicamente está representada básicamente en afloramiento de gneises de grano grueso, ocasiones bien bandeados, intercalados con anfibolitas y con lentes delgados de formación de hierro. Un detalle geológico muy característico de esta faja, es la presencia de estructuras de doble declive.

2.4.2.5 Faja de Cerro La Ceiba: aflora desde 18 km al Oeste del Cerro La Ceiba hasta el río Tocomá, al pie del Cerro Toribio. La faja presenta una forma lenticular con una anchura que no va más allá de los 10 kilómetros y está conformada litológicamente por gneises cuarzo – monzoníticos de color rosado con textura de grano grueso, contorsionados, con desarrollo de pegmatitas paralelas al bandeamiento. El conjunto litológico es bastante uniforme que al sufrir los efectos de los agentes de intemperismo, se erosionan, produciendo formas topográficas dómicas, redondeadas y desnudas. Las estructuras presentan un rumbo general de N 45° E.

2.4.2.6 Faja de Cerro Bolívar: en esta se observa afloramiento desde la falla de Gurí al río Carapo, su composición litológica la define como gneises cuarzo – feldespático de colores grises y rosados, formaciones bandeadas de hierro de poco espesor, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. Las formaciones hierro de grano fino, en las cuales se encuentran alojadas en la parte superior de los geosinclinales, llegan a alcanzar hasta los 200 m.s.n.m., de espesor. Las estructuras de esta faja presentan un rumbo preferencial N 60° E.

La importancia de la Provincia Geológica de Imataca radica en que los únicos recursos minerales explotados hasta el presente son los depósitos de hierro de El Pao (tipo Algoma) y de Cerro Bolívar – San Isidro etc (tipo dos Carajas), manganeso en pocas cantidades y bauxita y caolines (producto de la meteorización y lixiviación de rocas graníticas). Se desconoce la presencia de depósitos de níquel, cromo, cobre, platinoides y oro (Mendoza, 2005).

2.4.3 Remanentes de Cinturones de Rocas Verdes (CRV – Anfibolita de Río Claro)

Los remanentes de Cinturones de Rocas Verdes (CRV), pertenecientes al Complejo de Imataca, compuesto por afloramientos de anfibolita de grano fino, se les asignó una edad de 2.750 millones de años según dataciones realizadas por el método U/Pb (La Deeber, 2004 en Sampol M. 2004).

Kalliokoski, (1965), emplea este término para designar la unidad constituida por anfibolita de grano fino que se intercalan con algunas capas manganesíferas que forma parte del núcleo del sinclinal expuesto en Río Claro, en el paso de la carretera Encrucijada - Ciudad Piar y la incluyó en su Asociación Carichapo - Pastora. El sinclinal está limitado tanto al sur como al norte por fallas que ponen a la unidad en contacto con rocas del Complejo de Imataca. Menéndez (1994; 1995) sugiere que representa un remanente erosional de un cinturón de rocas verdes y concuerda con la observación hecha por Kalliokoski, quién la correlaciona con su Serie Real Corona - El Torno y con la Anfibolita de Carichapo.

La composición mineralógica de las anfibolitas está caracterizada por: Plagioclasas de tamaño fino a medio, escasa mica biotita, poco cuarzo, originada por metamorfismo de contacto, en el espacio interior de zonas de contacto.

Estas rocas se presentan bastante plegadas y distorsionadas por efecto de fallas cercanas, presentando numerosas vetillas de cuarzo, muchas de ellas discontinuas y microfalladas (Figura 2.7).



Figura 2.7 Afloramiento de anfibolita con diques de cuarzo.

2.4.4 Formaciones Bandeadas de Hierro

Afloran capas en la secuencia de los cinturones de gneises y anfibolitas, tienen un espesor aproximado de 10 a 150 metros, se presentan formando bandas ricas en óxidos de hierro, intercaladas con bandas de sílice, su contenido de hierro es variable (Sampol M. 2004).

2.5 Geología estructural regional

A lo largo de la carretera Gurí – La Encrucijada Km 70, se observan muchas estructuras plegadas y fuerte foliación de los afloramientos rocosos, típicos del

Complejo de Imataca. La orientación general de las estructuras es de rumbo NE-SO, con una longitud entre los 65 – 70 km, entre las estructuras regionales tenemos:

2.5.1 Estructuras mayores

2.5.1.1 Falla de Gurí: es el rasgo megatectónico más relevante de todo el Escudo Guayana, esta falla separa la Provincia Geológica de Imataca, al norte de la Provincia geológica de Pastora, al sur, la falla de Gurí, la interpreta el autor como una estructura muy antigua y evolucionada, es decir, como una fractura o “rift” continental que separó Imataca norte, y Kanukú al sur (su traza equivale hoy a la falla de Takutú en Guayana) y dio origen al Océano Atlántico en el cual se formaron los subsiguientes cinturones de rocas verdes (CRV de Pastora – Botanamo, Baraima – Mazzarui, etc.), siguiendo luego su evolución hacia una zona de sutura o subducción (Pastora / Imataca) y localmente de obducción (La Flor de Carapo).

La apertura y cierre Oceánico, o ciclo de Wilson, fue mucho más largo que los ciclo modernos, y pudo extenderse desde 2600 m.a (apertura) hasta 2000 m.a (cierre). Posteriormente la falla de Gurí evolucionó de una falla inversa o sutura hacia una falla transcurrente con desplazamientos mayores horizontales (actual zona del lago embalse Gurí) como consecuencias del evento Transamazónico (Proterozoico medio, 1950 m.a. – 1.7 m.a.) con la formación del Frente Tectónico Caura (de dirección N 10° - 30° W, en ángulo con la Falla de Gurí, N 70° E) y finalmente la Falla de Gurí evolucionó a una transformación durante la separación de África de Sur América (o Ghana de Guayana) y formación del Océano Atlántico (hacen unos 2500 m.a, aproximadamente, Mesozoico).

2.5.1.2 Falla de río Carapo: controla estructuralmente las aguas del río Carapo y se extiende con rumbo aproximado este – oeste hasta interceptar la falla de Gurí, afectando la falda norte del cerro Bolívar.

2.5.1.3 Falla de Santa Bárbara: también presenta un rumbo aproximado E – W de extensión superior a los 80 Km. Se intercepta con la falla de Gurí a unos 5 Km. de la población La Negra, esta falla parece controlar las aguas del río Santa Bárbara, por espacio de unos 8 Km. al S – E de la población del mismo nombre. Esta falla inversa, constituye el límite principal entre los terrenos de Imataca y Carichapo al sur de Ciudad Piar. Kalliokoski, (1965) en Mendoza V. (2000).

2.5.1.4 Falla de Río Claro: se extiende en dirección Este-Oeste aproximadamente al sur del puente de Río Claro, cortando la carretera de Ciudad Piar y la Vía Férrea. Presenta una zona de rocas trituradas que incluyen milonitas de unos 300 m de ancho, existen otros grupos de fallas de Rumbo NE a NO que afectan en menor grado al Complejo de Imataca (Sampol M. 2004).

2.5.2 Estructuras menores

Están conformadas por foliaciones, diaclasas y pliegues menores, las cuales son nombradas a continuación:

2.5.2.1 Pliegues: en la Provincia Geológica de Imataca los pliegues principalmente son estructuras cerradas, donde ha sido posible el transporte lateral, la mayoría son anticlinales alargados, donde los componentes horizontales del esfuerzo han sido uniformes: las estructuras resultantes son ovaladas o redondeadas. Según Kalliokoski (1965) en Mendoza V. (2000) los pliegues de mayor tamaño son estructuras amplias, definido por la foliación gnéica y por las lomas de cuarcitas ferruginosas. Los pliegues de mayor importancia son los siguientes: Gran Sinclinoide del río Claro, Anticlinoides del río Espíritu, Cerro María Luisa, La Naranjita, Laguna Alta, Mundo Nuevo, El Purgatorio.

2.5.2.2 Domos: Son estructuras desarrolladas por intrusivos graníticos que originan plutones concordantes, dando origen a un doble declive (domos alargados) en las crestas de los anticlinales.

2.5.2.3 Pliegues menores: Al Sur del cerro Buenos Aires y la Puri, se observan buenos ejemplos de pliegues con longitudes de onda de los 100 m.

2.5.2.4 Foliación: Es paralela a los ejes de los anticlinales.

2.5.2.5 Fractura: Presenta extensiones que van desde cortas hasta largas, con direcciones preferenciales N – E y N – W. Una gran mayoría presenta rumbos aproximados parecidos a la Falla de Guri y los ejes de los anticlinales predominantes en la zona. Se presentan abundantes alineaciones las cuales se pueden observar en las localidades del río Claro, Agua Blanca, río Caño del Medio, Buenos Aires, Tocomá, San Juan de Tocomá, Truito, cerro Toribio, Cruajillal, Moitaco, Carareño, Paraguacito, y Entrada del Cristo entre otros.

2.5.2.6 Diques: se presentan dos ejemplares de diques de diabasas, separados aparentemente por la falla de río Claro, el primero se presenta con un rumbo N 30° W.

2.6 Geología local

Localmente se distinguen cinco (5) tipos de litología representadas por gneises, cuarcitas ferruginosas, metabasaltos, así como también anfibolitas de granos muy finos de color negro verdoso y sedimentos recientes presentes en el cauce de río Claro.

Los sedimentos recientes están formados por materiales producto de la disgregación de rocas del Complejo Geológico de Imataca. En su mayor parte están constituidos por gravas, arenas, limo y arcillas arrastrados por las aguas y el viento, los cuales principalmente se han depositado en los cauces de los ríos (Sampol, M. 2004), como se muestra en la figura 2.8.



Figura 2.8 Afloramiento de cuarzo lechozo, en las adyacencias de río Claro.

Las rocas se presentan fuertemente deformadas debido a una serie de esfuerzos generados por actividades tectónicas que actuaron sobre las rocas presentes en el área, lo cual se evidencia con la presencia de estructuras geológicas como: las diaclasas, fallas, pliegues, micropliegues y foliación presentes en las rocas.

En el cauce de Río Claro, las estructuras más resaltantes son pliegues de composición ácida típicos de un proceso de migmatización, fallas transcurrentes dextral con rumbo $N50^{\circ}W$, como estructuras secundarias se encuentran pequeños diques de cuarzo cizallado e inyecciones pegmatíticas con rumbo $S 51^{\circ} W$, formándose concordantes con la foliación presente. En el cauce de Río Claro sector La Elvira se presentan rocas gnéisicas con sistema de diaclasas paralelas con rumbo $N 40^{\circ} W$ y buzamiento subvertical. Así como también se presentan una serie de cavidades en la roca anfibolita denominada marmita (Figura 2.9, 2.10, 2.11).



Figura 2.9 Pliegue de composición ácida en el cauce de Río Claro.



Figura 2.10 Falla Transcurrente dextral en el lecho del río.



Figura 2.11 Marmitas en el cauce del río.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

La Provincia de Imataca comprende las rocas más antiguas del Escudo de Guayana. Según la define Menéndez (1972), está situada en el extremo Norte de la Guayana venezolana, y ocupa una faja angosta entre el río Caura al Oeste y el estado Delta Amacuro al Este. La Provincia de Imataca, petrológicamente forma parte del cinturón granulítico. La Provincia de Imataca fue motivo de investigación de varios autores:

Ríos (1972), sugiere que las litologías de Imataca provienen de una sedimentación tipo Eugeosinclinal, en donde las rocas más abundantes del complejo representan a la sedimentación original de grauvacas en la cuenca, las rocas máficas podrían representar flujos basálticos metamorizados, las cuarcitas ferruginosas, y en general las formaciones de hierro, pueden representar sedimentos químicos metamorizados.

Candiales et al (1975), en su estudio de reconocimiento geológico comprendido entre Río Claro y el Cerro Buenos Aires localizó anfibolitas, esquistos anfibolíticos, meta-areniscas feldespáticas y delgadas capas de mármol dolomítico.

Ascanio (1975), en la región comprendida entre los ríos Aro y Caroní, describen siete franjas de rocas cuarzo-feldespáticas, separadas por fallas de corrimientos. Señala que la Faja de Ciudad Bolívar está constituida por gneises cuarzo-feldespáticos de grano grueso generalmente granatíferos, intercalados con

esquistos y anfibolitas. La Faja de Ciudad Bolívar reposa encima de la Faja de La Encrucijada.

Córcega A. y Pulido K. (2003) “Estudio Geológico y Evaluación del Potencial Geo – económico como roca ornamental de los afloramientos ubicados en el fundo “Buenos Aires”, entre las Fajas Tectónicas: La Encrucijada – Ciudad Bolívar, sector La Elvira, vía Gurí – Ciudad Piar del Municipio Autónomo Raúl Leoni – Estado Bolívar”. Este trabajo se basa en el estudio geológico de unos afloramientos con la finalidad de calcular las reservas del fundo Buenos Aires.

Sampol M. (2004) realizó actualización de la hoja geológica campamento Gurí (7539) a escala 1:100000 que forma parte del programa de cartografía geológica nacional, que está desarrollando el Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN), esta hoja refleja la geología de la parte Norte-Central del estado Bolívar cubriendo un área de 2046 km² (hasta el dique de Santa María).

Betancourt M. Sonia I. y La Rosa G. Deivis de la T (2006). “Estudio de las tendencias estructurales y grados metamórficos de las rocas aflorantes en el triángulo Ciudad Bolívar – km 70 – Ciudad Piar de la Provincia geológica de Imataca. Estado Bolívar – Venezuela. Este estudio se basa en observar las estructuras y grados de metamorfismo de las rocas presentes en el Km 70 de la vía de Puerto Ordaz, Ciudad Bolívar.

Gutiérrez J. y Ramos M. (2008) “Caracterización geológica para determinar la presencia de minerales pesados de importancia económica, en el cauce de Río Claro – sector La Elvira–, Municipio Raúl Leoni, estado Bolívar. Este trabajo se realizó con la finalidad de obtener minerales de gran importancia a nivel económico.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Meteorización

La meteorización es el proceso por el cual las rocas, y sus componentes minerales son alterados in situ por factores mecánicos como el agua, viento, hielo y/o químicos como el agua rica en iones o dióxido de carbono, que se percola a través de las rocas. La remoción del material meteorizado se conoce como erosión. La meteorización mecánica y química son por lo general fenómenos paralelos o contemporáneos pero, bajo diferentes condiciones climáticas uno de ellos puede predominar sobre el otro (PDVSA Intevep, 2005).

Todas las rocas, independientemente de su génesis, serán de algún modo alteradas por los factores de la meteorización. Los minerales constituyentes en una roca mostrarán variados grados de resistencia a la meteorización. Los minerales ferromagnesianos como anfíboles, piroxenos, olivino y micas se alteran a minerales de arcilla (mayormente a illitas y montmorilonitas), carbonatos y óxidos de hierro. Los feldespatos se alteran a minerales de arcilla (mayormente caolinita), mientras que el cuarzo permanece frecuentemente inalterado bajo estos procesos de alteración. En condiciones especiales, estos materiales permanecen in situ en forma de suelos o niveles lateríticos. Los suelos son depósitos de arena, arcilla y además, materia orgánica producto de la descomposición de seres vivos.

Los niveles lateríticos son depósitos ricos en arcillas de aluminio e hidróxidos de hierro con menor proporción de sílice. Exhiben una coloración rojiza, marrón o amarillenta, dependiendo de la presencia de hidróxidos de hierro, y se generan en condiciones de humedad bajo climas tropicales (PDVSA Intevep, 2005).

3.2.2 Sedimentos

Son depósitos de origen detrítico, químicos u orgánico producto de la destrucción mecánica o de la alteración de las rocas, de las precipitaciones de elementos disueltos en el agua o de la acumulación de materia orgánica en un medio continental o marino. Según el lugar de deposición o los medios de transporte que han acarreado el material sedimentario, los sedimentos pueden ser fluviales, limnicos, criógenos, eólicos. Según su génesis los sedimentos pueden ser: químicos cuando provienen de precipitaciones o concentraciones químicas (calizas, dolomitas, sal) y clásticos cuando proceden de material rocoso que ha sufrido una destrucción mecánica (conglomerado, arenisca, pizarras arcillosas).

En la investigación realizada los sedimentos son de tipo clástico porque provienen del desgaste mecánico de los afloramientos del área que son arrastrados o removidos por la acción del río y son depositados en forma de terrazas, bancos de arena y conos de derrubios (Brito et al, 1998)

Las corrientes de agua desempeñan un papel fundamental en la sedimentación de depósitos en medios fluviales, ya que influyen en la erosión y consecuente remoción de material proveniente del fondo del canal del río, así como aquel de las orillas del cauce.

Las partículas erosionadas son transportadas por los procesos de tracción, arrastre y suspensión los cuales condicionan la geometría o configuración del río, así como también el tipo de depósito, de manera que las arenas y gravas son transportadas en el fondo del río, bien sea por saltación o arrastre; mientras que las arcillas, limos y arenas finas son transportadas por suspensión debido a la acción de los elementos ascendentes, producto del flujo turbulento (remolinos) (Brito et al, 1998).

Las crecidas ejercen un papel importante y determinante en cuanto a la definición de los periodos de máximo aporte sedimentario. Durante este lapso el nivel de agua aumenta y el río desborda el canal, provocando de esta manera la sedimentación de los materiales que se encuentran en suspensión en el margen del canal, originando así los diques. Los diques poseen un importante papel geomorfológico, ya que estos tienden a limitar y estructurar la geometría del canal, cuando las crecidas son extremadamente fuertes, la escorrentía es muy rápida y el nivel de agua alcanza su cota máxima ocasionando que el río pueda erosionar algunos puntos del canal y abrir brechas a través de los diques, lo que permite a una parte de la escorrentía fluvial depositarse directamente sobre las zonas bajas o llanuras de inundación de las corrientes en medios fluviales (Brito et al, 1998).

3.2.3 Trabajo de las corrientes en medios fluviales

Una corriente tiene una capacidad de transportar partículas de diferentes tamaños; según sea la corriente y la densidad del material, habrá una distribución en zonas diversas de la sección del cauce (Brito et al, 1998). El agua que fluye a lo largo de los cauces de los ríos realiza varios trabajos:

3.2.3.1 Transporte: es la cantidad de material que una corriente lleva en cualquier momento y que constituye su carga es normalmente menor que su capacidad, es decir, la cantidad total que puede transportar bajo una serie de condiciones. El tamaño máximo de las partículas capaz de mover una corriente determina la competencia de dicha corriente (Brito et al, 1998).

El transporte de los materiales se puede producir de diferentes maneras:

- Solución: cantidad de materia disuelta contenida en el agua, es transportada en forma de iones químicos y se mide en términos de partes de materia disuelta por millón de partes de agua.

- Flotación: en el agua, los materiales menos densos que ella son transportados por la superficie si hundirse.

- Suspensión: las partículas de materias solidas que son barridas por la corriente turbulenta de un río constituyen el material en suspensión, que también se le denomina carga en suspensión.

- Saltación: los materiales se desplazan dando saltos empujados por el agua o por el viento.

- Rodadura: los materiales ruedan empujados por el agua o por el viento.

- Reptación: el viento o el agua empujan los materiales, arrastrándolos por el suelo o por el fondo del río o del mar.

- Carga de fondo: los materiales que se mueven a lo largo del fondo de una corriente constituye la carga de dicha corriente, en contraste con la carga suspendida y la carga en solución. La arena, la grava y los fragmentos todavía mayores quedan confinados en la base del fondo constituyendo tal carga.

Las partículas de la carga de fondo se mueven hacia delante de las siguientes maneras: por tracción o saltación, cuando una partícula brinca de un punto a otro del lecho de la corriente, levantada por una corriente de agua turbulenta y es despedida hacia adelante, si es demasiada pesada para mantenerse en suspensión, cae otra vez al fondo en algún sitio corriente abajo; por rodamiento o deslizamiento, algunas

partículas son excesivamente grandes y pesadas para ser levantadas; aun momentáneamente por la corriente y de acuerdo con su forma, moverse hacia delante ya sea por rodamiento o deslizamiento (Brito et al, 1998).

3.2.3.2 Erosión: es el proceso de eliminación, disolución y arrastre de suelos, sedimentos y rocas alteradas sobre la superficie de la tierra. Generalmente la erosión incluye la meteorización, solución, corrosión y transporte. La erosión con el posterior transporte de las partículas y granos es uno de los factores predominantes en la formación de los sedimentos y rocas de origen clástico o detrítico (Méndez, 2006).

3.2.3.3 Sedimentación: la sedimentación es la acumulación progresiva de las partículas transportadas sobre el lecho del río, sobre el lecho de inundación o el fondo de una masa de agua no corriente en la que desemboca un curso de agua (Brito et al, 1998).

3.2.4 Tipo de régimen y circulación de corrientes

Existen dos tipos de régimen que van a definir el deslizamiento del agua en una corriente:

3.2.4.1 Flujo laminar: no hay mezcla lateral de partículas, las líneas de corrientes tienden a ser paralelas.

3.2.4.2 Flujo turbulento: el agua se desvía de sus cursos rectos en una serie de vueltas y remolinos, el agua de los ríos regularmente fluye de esta manera, siendo el flujo turbulento muy efectivo tanto en la erosión del canal de la corriente como en el transporte de materiales (Cañas, 2005).

3.2.5 Morfología de los ríos

Tomando como referencia el estudio de numerosos ríos y sistemas fluviales, se ha demostrado que el canal de un río se encuentra clasificado de acuerdo a su sinuosidad y al número de canales activos simultáneamente (Miall, 1978; en Brito et al., 1998). Los tipos de canales son:

3.2.5.1 Canales rectilíneos: el flujo en general es recto y llega a tomar un curso sinuoso y a producir pequeñas barras (barras laterales) en los lados del canal o incluso hasta un conjunto entrelazado. El relleno de estos canales puede ser vertical o lateral y ser similar a los depósitos de barra de meandro o los ríos entrelazados.

3.2.5.2 Canales entrelazados: caracterizados por una débil sinuosidad del canal mayor y una gran complejidad interna representados por canales separados por islas o barras aluviales. El ancho del cauce puede ser de varios kilómetros y la profundidad débil 1 – 10 metros. La complejidad y desorganización interna es debido a la inestabilidad, pues la geometría del canal y de las barras está continuamente en movimiento.

Van a ser representados cuando la pendiente de escorrentía es elevada, por sedimentos con un alto porcentaje de arenas y gravas.

3.2.5.3 Canales meandriiformes: fuerte sinuosidad, presencia de un solo canal y mayor estabilidad morfológica que en los ríos entrelazados buena organización geométrica en meandros de trazos regulares.

Se forman en las zonas con gradientes topográficos débiles y los sedimentos transportados se caracterizan por una elevada proporción de sedimentos finos, al contrario de los ríos entrelazados. Los ríos meandriiformes se caracterizan, por una relación longitud / profundidad menor que en los ríos entrelazados (Brito et al, 1998).

3.2.6 Características de los depósitos fluviales

3.2.6.1 Depósitos de barras de meandros: las barras son sedimentos típicos de un río con meandros que se forman por la migración lateral del meandro, ya sea en una llanura aluvial o una llanura deltaica. El material más grueso sedimenta en la parte más profunda del canal mientras que el material en suspensión se deposita en forma gradacional de arena o arcilla, en la superficie de la barra durante los periodos de aguas bajas (Cañas, 2005).

3.2.6.2 Depósitos de corrientes entrelazadas: son el resultado de la alteración de las etapas de socavación por inundación y posteriormente, del relleno de múltiples canales interconectados dentro de los límites del valle de un río.

La estratificación cruzada (festoneada y tabular), de escala media a grande es la estructura más común y se presenta en la parte basal de la secuencia, laminaciones y rizaduras que pueden ser observadas en las proporciones del depósito. Los sedimentos típicos de estos depósitos son provenientes de la saltación y tracción y el escogimiento es pobre y moderado. La propuesta más simple de depósito según Allen y Segura (1981) en Brito et al, (1998), son:

- Barras longitudinales: representadas por sedimentos bastantes gruesos (grava y arena gruesa a media). Presentan un débil relieve y son más frecuentes hacia la zona situada aguas arriba del río.

- Barras transversales: representadas por sedimentos más finos con predominio de los arenosos y se hallan localizados más aguas abajo del sistema longitudinal. Su relieve es más marcado que el de la barra longitudinal.

- Barras con acreción lateral: se encuentran soldadas a un margen (orilla) y crecen lateralmente hacia una orilla. Son comunes especialmente en la parte aguas abajo del sistema. Estas barras pueden alcanzar dimensiones importantes de varios kilómetros y son efímeras en el tiempo ya que una parte activa del lecho es modificada por la crecida.

3.2.7 Ambientes sedimentarios

Se caracteriza por el depósito que resulta de la acción fluvial constituido por canales maduros de alta sinuosidad que migran lateralmente. Comúnmente los minerales que principalmente predominan en este tipo de ambiente son el cuarzo, los feldespatos y las micas más o menos alteradas. Los elementos más comunes son la sílice o la calcita.

En la carga del lecho de los canales se pueden presentar clastos de arcillas provenientes del derrumbe de los albardones. Las características litológicas presentes en una sedimentación fluvial meandriforme están constituidas por arenas, limos y arcillas. Las arenas depositadas por corrientes unidireccionales son típicas de un sistema fluvial meandriforme; las fases de este tipo de sistema consisten en un depósito de canales (acreción lateral), seguido por material fino provenientes de los bordes de albardón; los depósitos residuales cubren una superficie erosiva casi horizontal, sobre ellos aparecen estratificación cruzada descansando sobre ellas laminas cruzadas en pequeña escala (Cañas, 2005).

3.2.8 Análisis granulométrico

De los distintos métodos existentes para realizar análisis granulométrico, quizá el más utilizado la tamización con tamices acoplados en cascada. Para realizarlo se

coloca un juego de tamices en cascadas, es decir, ordenados de arriba abajo por orden decreciente de luz o abertura de malla.

El producto a analizar se añade sobre el primer tamiz, es decir aquel de abertura de malla mayor y se somete el conjunto a un movimiento vibratorio.

El producto a analizar o producto bruto, queda distribuido en diferentes fracciones según el tamaño de partícula denominándose:

3.2.8.1 Rechazo: producto que se queda sobre el tamiz.

3.2.8.2 Cernido: producto que atraviesa el tamiz.

En una tamización en cascada el cernido de un tamiz constituye la alimentación del siguiente, por tanto se obtienen tantos rechazos como tamices constituyan la cascada y un solo cernido, constituido por el producto que atraviesa las mallas del último tamiz de abertura de malla más pequeña.

3.2.9 Propiedades de los clastos

Muy importante en la sedimentología es la descripción de los clastos. Las propiedades de los clastos reflejan una gran cantidad de la historia, del ambiente de la roca.

Generalmente se observa el tamaño, redondez, clasificación (distribución), relación entre los clastos, tipos de clastos y la orientación.

3.2.9.1 Tamaño de los clastos: la clasificación de los sedimentos clásticos se basa en el tamaño de los granos de sus componentes y refleja las condiciones de sedimentación. La escala de Wentworth ha sido utilizada para diferenciar los tipos de sedimentos esta clasificación se divide en bloques, guijas, gujarros, gránulos, arenas, limos y arcillas. Términos como fino, medio y grueso son utilizados para subdividir las partículas mencionadas anteriormente. También es empleada para dar nombre a las rocas detríticas. Por ejemplo, la arenisca consiste en granos minerales de tamaño arena: menores de 2 mm y mayores de 0,0625 mm. La limolita está hecha de partículas del grado limo: menores de 0,0625 mm (62 micras) y mayores de 0,004 mm (4 micras). La argilita consiste principalmente en partículas de grado arcilla: menores de 0,004 mm (4 micras). El conglomerado está constituido principalmente por partículas del grado cantos-pequeños (entre 64 y 256) mm, o de los grados de tamaños mayores como son cantos medianos y grandes (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Escala de Wentworth. (Encarta 2009).

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS						
Limites de clase		Clases de tamaño		Término para roca		
(Milímetros)	256		Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas		
			Mataténas			
			Guijarros			
			Gránulos			
16						
4						
2						
1						
0.5						
Continuación tabla 3.1	0.25		Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas		
			Arenas gruesas			
			Arenas medianas			
			Arenas finas			
			Arenas muy finas			
				Limo grueso	L I M O L I T A	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas lodosas Lutita
				Limo medio		
				Limo fino		
				Limo muy fino		
0.0078						
0.0039						
			Arcilla	L		
				utita		

Una clasificación perfecta indicaría un sedimento constituido íntegramente por partículas de un solo diámetro. Existe clasificación mala cuando la gama de grados de los tamaños es muy amplia y proporción de la muestra pertenece a los dos grados extremos, el de tamaños muy pequeños y el de tamaños muy grandes. Un sedimento mal clasificado puede incluir, por ejemplo, proporciones representativas de los grados de arcilla, arena, limo y cantos pequeños.

3.2.9.2 Forma de los clastos: la forma de los clastos es muy difícil de definir, debido a la irregularidad de los mismos, y en general se puede decir que los estudios morfológicos tienden a definir su geometría en forma aproximada.

El transporte sedimentario produce el desgaste de los clastos, con la destrucción progresiva de aristas y vértices, en su tendencia a alcanzar una configuración de mínima superficie para un volumen dado, la que corresponde a la esfera. A pesar de esta tendencia general hacia la forma esférica, con frecuencia no se alcanza ese estadio final teórico, fundamentalmente debido al condicionamiento que representa la forma primitiva del clasto.

- Esfericidad: se define como el grado en que un elemento clástico se aproxima en su forma a una esfera. La esfericidad está relacionada con las diferencias existentes entre los distintos diámetros o longitudes de los ejes de la partícula.

- Redondez: se refiere al grado de angularidad que presentan aristas y vértices de un clasto. Representa la magnitud y el tipo de transporte. Un transporte gravitacional - coluvial corto (sin agua) produce clastos angulares. Con la entrada de los clastos al sistema fluvial empieza el desgaste y las partículas pierden su angularidad.

▪ Determinaciones graficas de Forma y Redondez: las determinaciones de la forma, esfericidad y redondez resultan frecuentemente muy complicadas. Todo esto ha conducido a la construcción de gráficos y cuadros expresando las siluetas de diferentes clastos. El de Acosta (2006), por ejemplo, se combina dos tipos de esfericidad (alta y baja) y seis tipos de redondez. De esta manera, se puede definir rápidamente dichos parámetros mediante análisis comparativo (Figura 3.1).

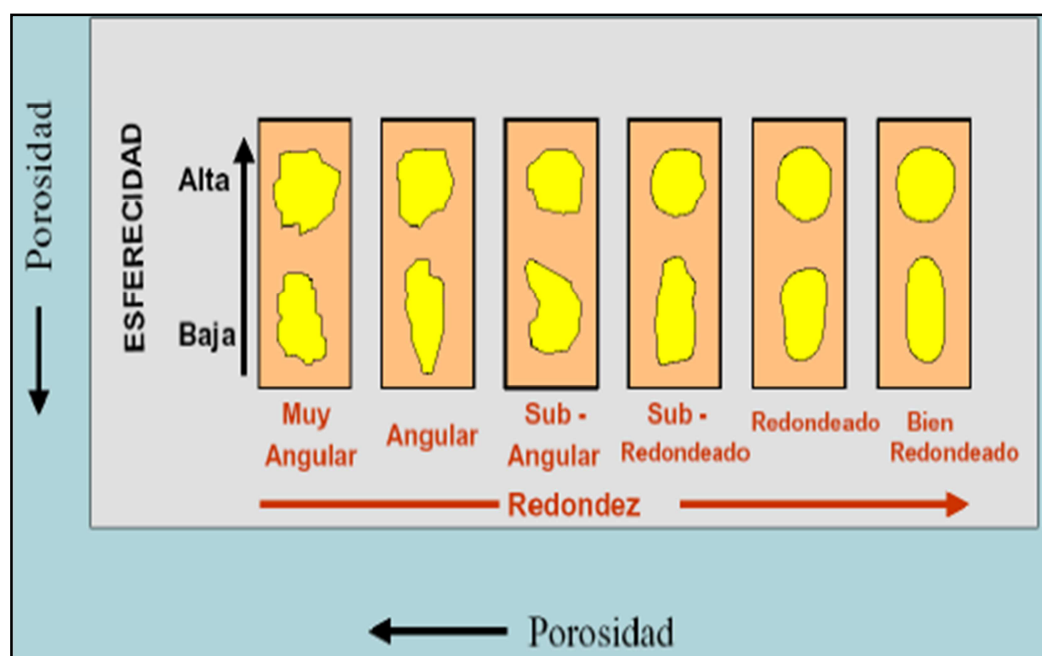


Figura 3.1 Determinación de la redondez y esfericidad de las partículas de los sedimentos (Acosta, 2.006).

3.2.10 Minerales

Los minerales son sustancias naturales sólidas, formadas por procesos inorgánicos, y que constituyen los elementos esenciales formadores de las rocas. Se caracterizan por presentar propiedades físicas homogéneas, por una composición química característica, que puede ser variable dentro de ciertos límites y,

principalmente, por poseer una disposición atómica fija o celda unitaria reticular diagnóstica para cada especie mineral (Méndez, 2006).

3.2.11 Marmita

Depresión formada en el cauce de una corriente por la acción abrasiva de la carga de sedimentos y fragmentos en el agua. (Méndez, 2006).

3.2.12 Pliegues

Se forman como consecuencia de las fuerzas tectónicas y en función de la naturaleza de los estratos y de las condiciones físicas a que están sometidos, estos se doblan sin llegar a romperse.

3.2.13 Formación de pliegues

Principalmente existen dos tipos de materiales al respecto de su manera de deformación:

3.2.13.1 Materiales frágiles: muestran con aplicación de una fuerza, solo una deformación elástica (el material vuelve a su estado original). Con mayores fuerzas estos materiales se rompen sin mostrar una deformación plástica, ejemplo: La tiza puede sufrir una cierta cantidad de fuerzas, pero nunca se deforma plásticamente. En un momento el trozo de tiza se rompe (rotura).

3.2.13.2 Materiales dúctiles: con pocas fuerzas también muestran una deformación elástica (hasta aquí se puede volver a su estado principal), pero con la aplicación de más fuerzas el material muestra una deformación plástica, es decir se deforma sin la posibilidad volver a su estado principal. Si se aumentan más las fuerzas también el material se rompe, ejemplo: Plastecina muestra una deformación altamente plástica y nunca vuelve a su estado principal.

3.2.14 Plegamiento

Es un producto de una deformación plástica, es decir una deformación sin fracturamiento o rompimiento. Las fuerzas provocan una deformación plástica no reversible. Este tipo de deformación ocurre en algunos tipos rocas, principalmente apoyado por un aumento de la temperatura (metamorfismo). En la naturaleza se conocen un sin número en tipos de pliegues. Las dimensiones pueden ser de milímetros hasta kilómetros.

3.2.15 Elementos para describir un pliegue

Para describir un pliegue es necesario conocer todos los elementos que lo conforman los cuales son: ejes del pliegue, charnela, dirección, plano axial, núcleo, flancos, cabeceo, cresta y valle.

3.2.15.1 Eje del pliegue: línea matemática paralela al rumbo principal de la estructura. El eje tiene un azimut y puede ser inclinada. El eje sirve para definir en pocas palabras la corrida de la estructura. Matemáticamente existe una cantidad infinita de ejes en un pliegue. El conjunto de todos los ejes se llama Plano Axial. (Figura 3.2).

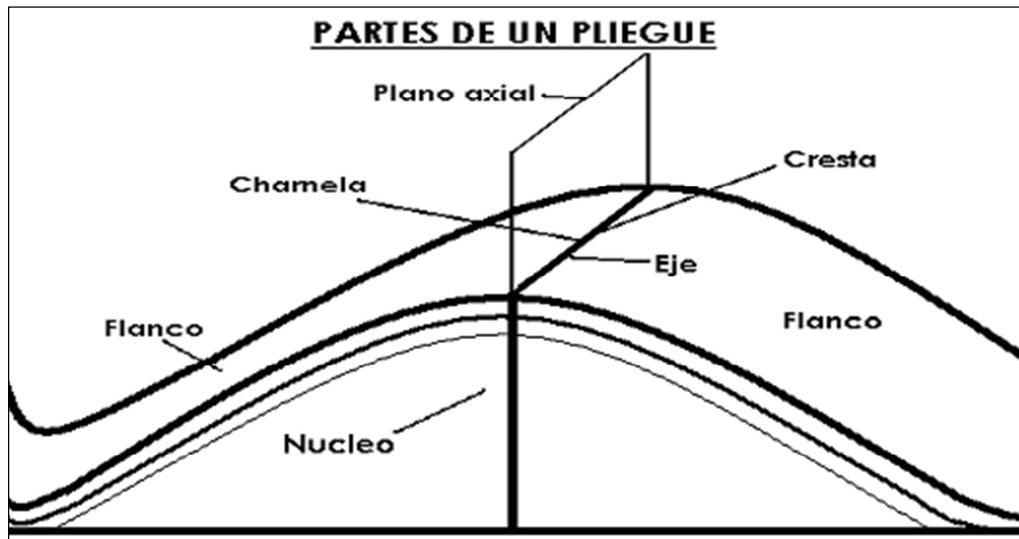


Figura 3.2 Partes de un pliegue (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.15.2 Charnela: es el punto más curvado del pliegue y la cresta el punto más elevado. Muchas veces los dos marcan al mismo punto (Figura 3.2).

3.2.15.3 Dirección: ángulo que forma el eje del pliegue con la dirección geográfica norte-sur (Figura 3.2).

3.2.15.4 Plano axial: plano que contiene todas las líneas de charnela y corta el pliegue. (Figura 3.2).

3.2.15.5 Núcleo: parte más comprimida y más interna del pliegue. (Figura 3.2).

3.2.15.6 Flancos: mitades en que divide el plano axial a un pliegue. (Figura 3.2).

3.2.15.7 Cabeceo: ángulo que forma el eje de pliegue con una línea horizontal contenida en el plano axial (Figura 3.2).

3.2.15.8 Cresta: zona más alta de un pliegue convexo hacia arriba. (Figura 3.2).

3.2.15.9 Valle: zona más baja de un pliegue cóncavo hacia arriba. (Figura 3.2).

3.2.16 Anticlinal / Sinclinal

La ondulación hacia arriba se llama anticlinal, la ondulación hacia abajo se llama Sinclinal (Figura 3.3). Un conjunto de pliegues que forma un Sinclinal se llama sinclinorio. Un conjunto de pliegues que forma un gran anticlinal se llama anticlinorio. (Figura 3.4).

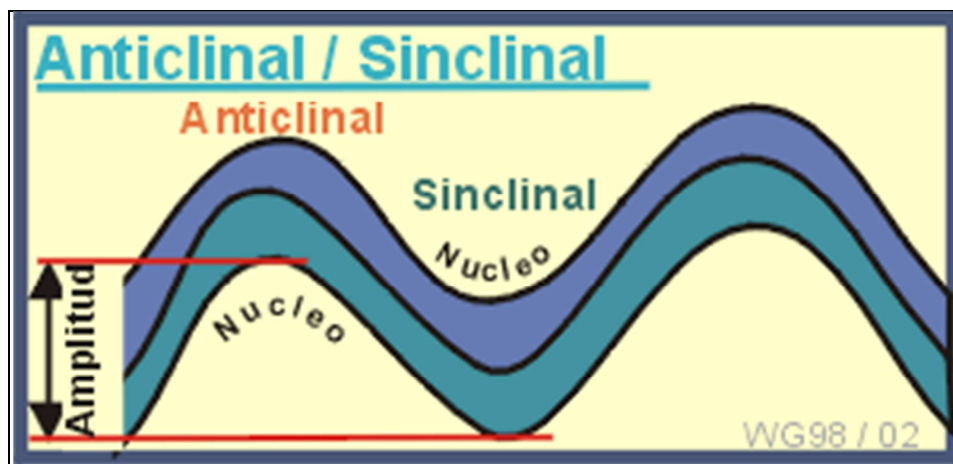


Figura 3.3 Partes del pliegue – Anticlinal y sinclinal (Wolfgang Griem, 2005).

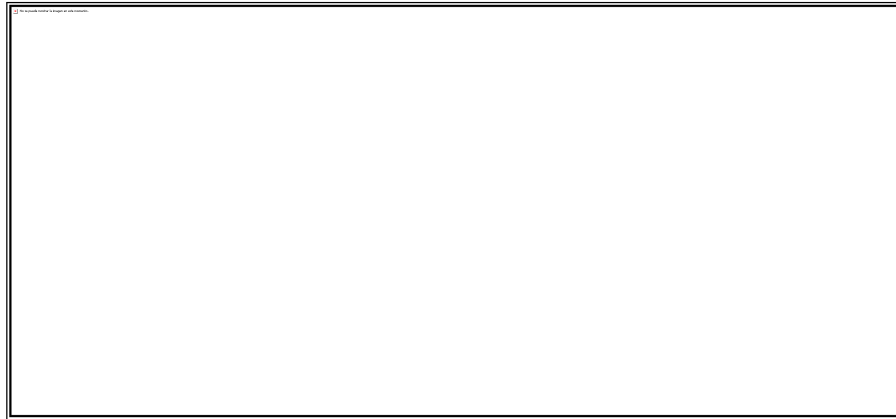


Figura 3.4 Conjunto de pliegues – Sinclinorio y Anticlinorio. (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.16.1 Características del anticlinal y sinclinal: en el anticlinal, el centro es un eje de simetría, los dos lados del anticlinal muestran direcciones (de inclinación) diferentes, los estratos se inclinan siempre hacia los flancos, en el centro el buzamiento es pequeño o cero (estratos horizontales), del centro hacia los flancos el buzamiento aumenta y en el centro (núcleo) afloran los estratos más antiguos, mientras que en los flancos los estratos más jóvenes (Figura 3.5).

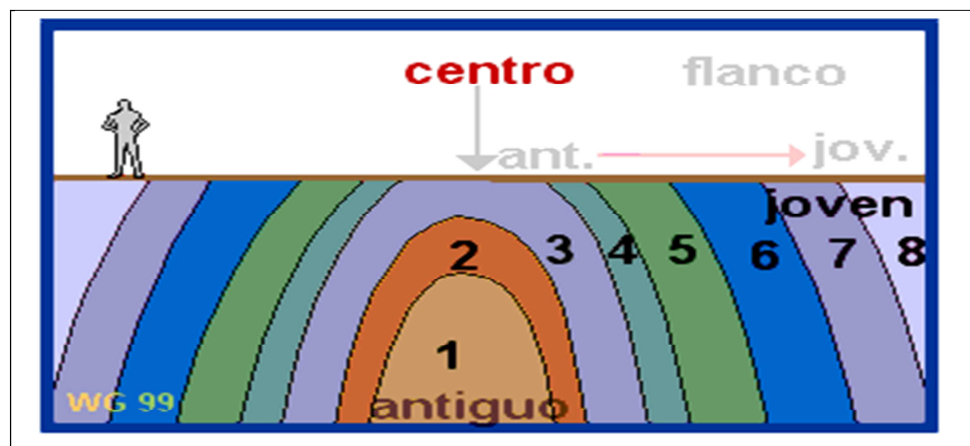


Figura 3.5 Características del anticlinal (Wolfgang Griem, 2005).

En el anticlinal, el centro es un eje de simetría, los dos lados del sinclinal muestran direcciones (de inclinación) diferentes (opuestas; 180°), los estratos se inclinan siempre hacia el núcleo, en el centro el buzamiento es pequeño o cero (estratos horizontales), del centro hacia los flancos el buzamiento aumenta y en el centro (núcleo) afloran los estratos más jóvenes mientras que en los flancos afloran los estratos más antiguos (Figura 3.6).

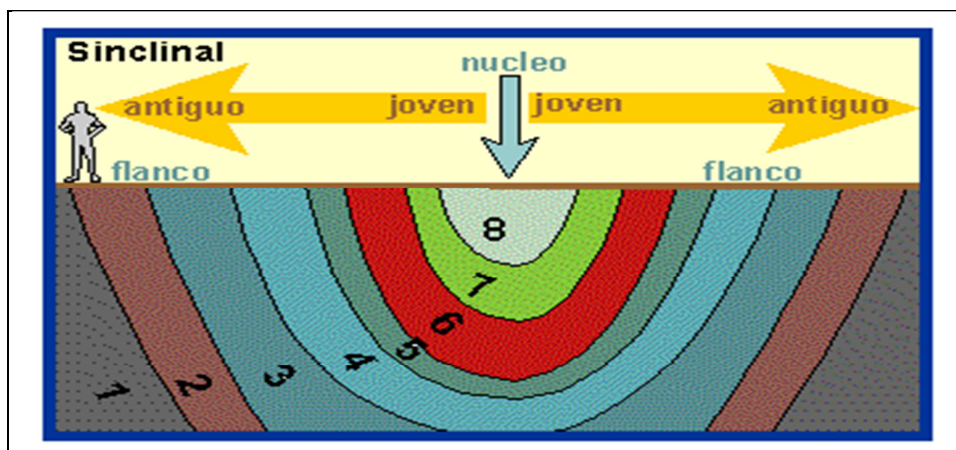


Figura 3.6 Características del sinclinal (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.17 Diaclasas

Fracturas sin desplazamiento transversal detectable, solo con poco movimiento extensional. Son las fracturas más frecuentes en todos los tipos de rocas. En la superficie son más frecuentes que en altas profundidades. Tienen una extensión de milímetros, centímetros hasta pocos metros. Normalmente existen en una masa rocosa sistemas de diaclasas que se presentan como estructuras paralelas o subparalelas que se cortan entre sí en ángulos definidos y tienen una cierta simetría. Algunas diaclasas están rellenas con calcita u otros minerales.

Aparte de diaclasas tectónicas existen diaclasas de origen no tectónico, tales como: fisuras de enfriamiento; que tienen su origen durante el enfriamiento de una roca magmática (Materiales o rocas calientes que ocupan más espacio con la misma cantidad de materia fría), grietas de desecación; se forman durante la desecación de un barro o lodo bajo condiciones atmosféricas ideales, ocurriendo una disminución del espacio ocupado y la superficie se rompe en polígonos y fisuras de tensión gravitacional; ocurre sobre estratos inclinados y se puede observar bajo algunas condiciones un deslizamiento de las masas rocosas hacia abajo. Al comienzo de este fenómeno se abren grietas paralelas al talud.

3.2.18 Fallas

Son roturas en las rocas a lo largo de la cual ha tenido lugar algún movimiento. Este movimiento se llama desplazamiento. El origen de estos movimientos son fuerzas tectónicas en la corteza terrestre, las cuales provocan roturas en la litosfera. Las fuerzas tectónicas tienen su origen principalmente en el movimiento de los continentes.

3.2.18.1 Fallas con desplazamiento vertical: entre el grupo de las fallas verticales se puede distinguir fallas normales y fallas inversas. Fallas normales son un producto de fuerzas extensionales, mientras que las fallas inversas son producto de fuerzas de compresión (Figura 3.7).

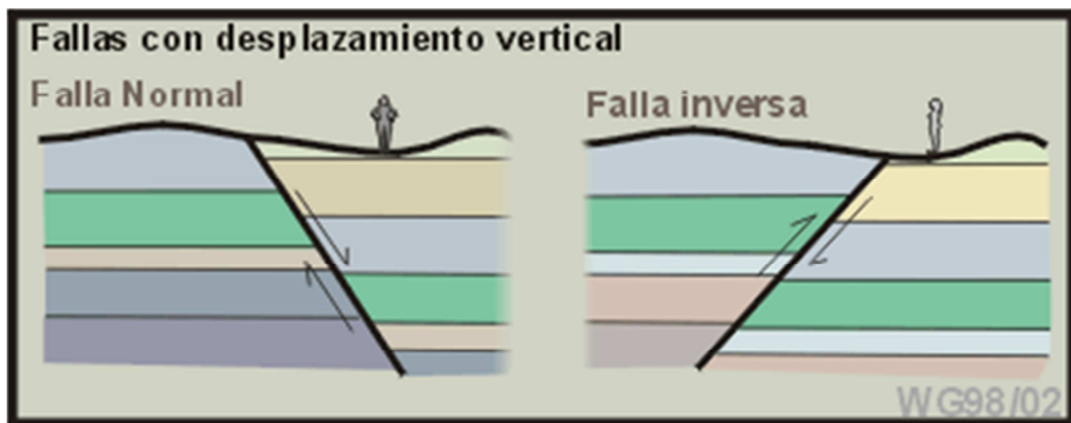


Figura 3.7 Fallas con desplazamiento vertical (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.18.2 Fallas con desplazamiento horizontal: existen principalmente dos tipos de fallas con un desplazamiento horizontal: Fallas con un sentido del movimiento sinistral, contra reloj, y fallas con un sentido del desplazamiento dextral, sentido del reloj (Figura 3.8).



Figura 3.8 Fallas con desplazamiento horizontal (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.19 Indicadores directos de fallas

Generalmente se puede diferenciar entre indicadores directos u indirectos de fallas. Los indicadores directos definen una falla cien por ciento; es decir sin dudas. Estos tipos de indicadores se pueden observar directamente en la falla. Los indicadores indirectos definen una falla con una cierta cantidad de incertidumbres y dudas.

3.2.19.1 Desplazamiento: el desplazamiento de una unidad geológica u otra estructura geológica indica la actividad tectónica. Desplazamientos tectónicos en el terreno marcan siempre una falla (Figura 3.9).

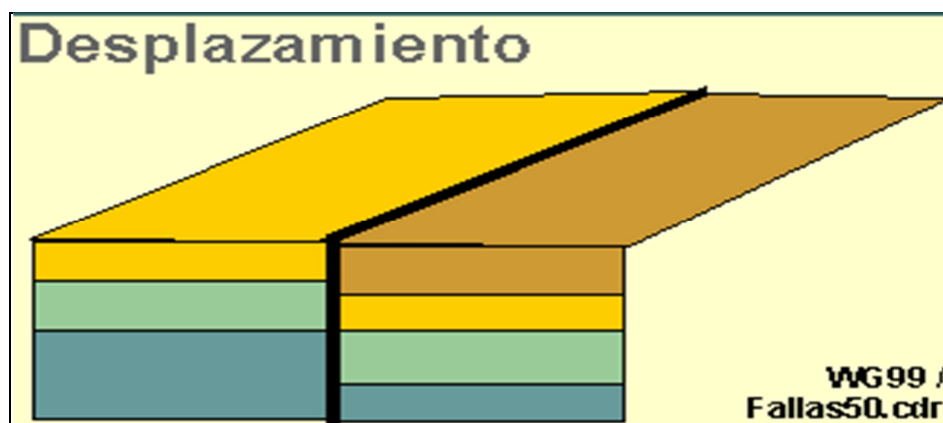


Figura 3.9 Desplazamiento de una unidad geológica (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.19.2 Estrías: líneas finas que se observan arriba de un plano de falla. Estas líneas indican además la orientación del desplazamiento y posiblemente el sentido. Se encuentra en casi todos los lugares y el reconocimiento es fácil (Figura 3.10).

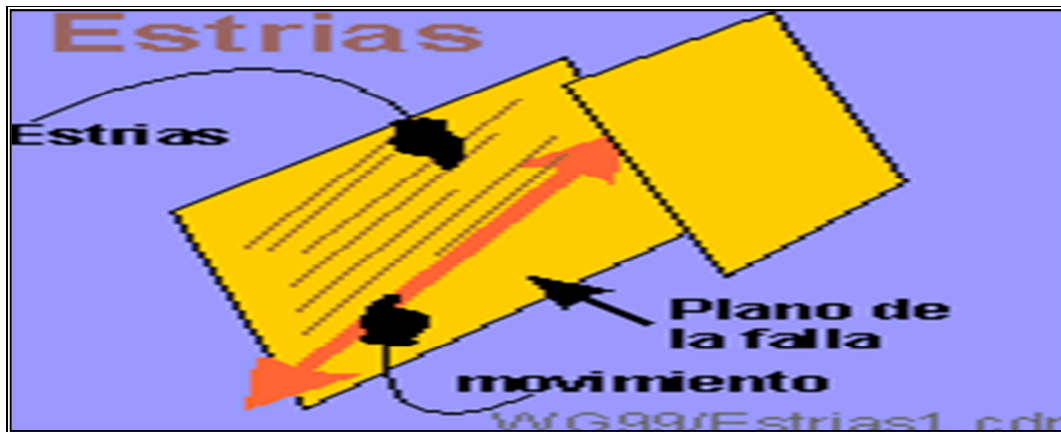


Figura 3.10 Estrías arriba de un plano de falla (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.19.3 Diaclasas plumosas de cizalla: durante un movimiento tectónico se pueden abrir pequeñas fracturas, las cuales se rellenan con calcita, yeso o cuarzo. La forma es siempre como una “S” y en dimensiones entre milímetros hasta metros (Figura 3.11).



Figura 3.11 Diaclasas plumosas de cizalla (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.19.4 Arrastres: cerca de una falla las rocas pueden deformarse plásticamente. Se puede observar un leve monoclinal hacia el plano de la falla. Las dimensiones son entre centímetros y metros. Normalmente fallas grandes muestran este fenómeno (Figura 3.12).



Figura 3.12 Zona de arrastre con leve monoclinas hacia el plano de la falla (Wolfgang Griem, 2005).

3.2.19.5 Brechas de falla (Kataclasita): por la energía del movimiento algunas veces las rocas en la zona de falla se rompen y se quiebran, para formar una brecha tectónica o brecha de falla. Las brechas de fallas normalmente muestran una dureza menor que las rocas no afectadas. Por eso morfológicamente una brecha de falla se ve como depresión (Figura 3.13).

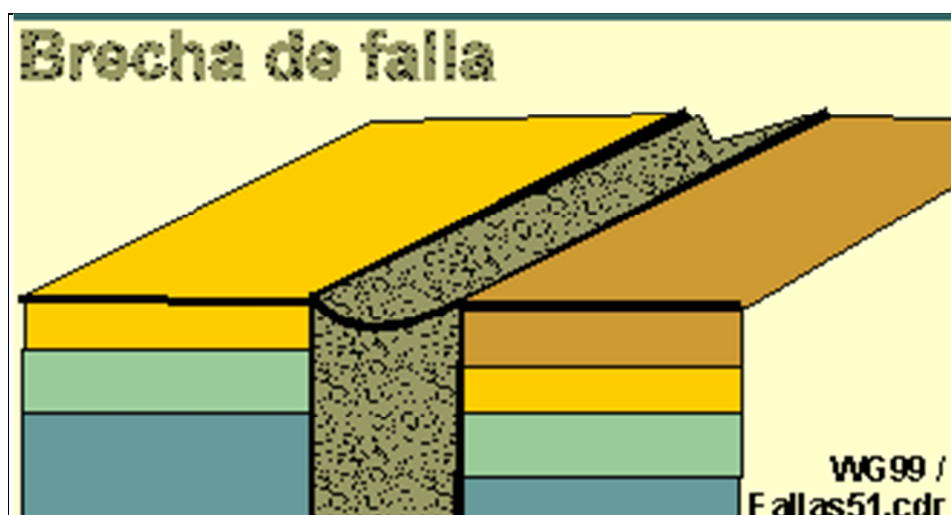


Figura 3.13 Zona de Brecha de falla (Tomado de Wolfgang Griem, 2005).

3.2.20 Dirección de inclinación

Marca hacia donde se inclina el plano o la proyección horizontal de la línea de la máxima pendiente.

3.2.21 Rumbo

Es la línea horizontal de un plano. El rumbo se puede definir como la línea que resulta por la intersección del plano geológico por un plano horizontal. Puede imaginarse una superficie de agua (que es siempre horizontal) se hunde el plano hasta la mitad, la línea hasta donde se mojó el plano será el rumbo.

3.2.22 Buzamiento

Es el ángulo que forma el plano a medir con respecto al plano horizontal.

3.2.23 Gneis

Roca metamórfica bandeada de grano medio a grueso en las que predominan los minerales alargados y granulares. Los minerales más comunes en el gneis son el cuarzo, el feldespato potásico y la plagioclasa rica en sodio. La mayoría de los gneis también contienen cantidades menores de biotita, moscovita y anfíbol que desarrollan una orientación preferente (Méndez, 2006).

Durante el metamorfismo de grado alto, los componentes claros y oscuros se separan, dando a los gneises su aspecto bandeado o laminar característico. La mayoría de los gneises tienen una composición félsica y a menudo derivan de granitos o de sus equivalente afanítico, la riolita (Méndez, 2006).

3.2.24 Anfibolita

Roca metamórfica compuesta principalmente por anfíbol, plagioclasa y cantidades menores de mica, cuarzo, epidota. Estas se pueden originar por metamorfismo regional de grado medio (recristalización de minerales) a partir de rocas ígneas intermedias y máficas, tales como: Tonalitas, Andesitas, Basaltos, Gabros, Diabasas; además de la recristalización estas rocas también pueden formarse por metasomatismo de rocas carbonatadas. Si la anfibolita es de grano muy fino su protolito es un basalto, si es de grano medio una Diabasa y si es de grano grueso el protolito es un Gabro, de esto dependerá el modo de yacimiento (domos o cualquier otra estructura ígnea) (Méndez, 2006).

3.2.25 Cuarcitas ferruginosas

Roca metamórfica compuesta principal o completamente por cuarzo. En condiciones de metamorfismo de grado medio ha elevado, los granos de cuarzo se funden o desarrollan en un intercrecimiento y cuando la roca se fractura o se rompe, la separación no necesariamente es entre los bordes de los granos originales sino que puede ocurrir entre los mismos granos. La cuarcita es normalmente blanca pero los óxidos de hierro pueden generar tintes rosados o rojizos, mientras que los minerales oscuros pueden darle una apariencia gris a gris oscuro (Méndez, 2006)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Nivel de la investigación

De acuerdo con el objetivo general y el problema planteado, este trabajo posee un nivel de investigación del tipo analítico, descriptivo y de campo. Analítico, ya que las muestras obtenidas en campo son llevadas a laboratorio para analizarlas y luego interpretar los resultados obtenidos; descriptivos, debido a que estudia y describe las características geológicas del área de estudio; y de campo por cuanto se realiza trabajo de campo, recolectando muestras y observando las características del área.

4.2 Diseño de la investigación

La caracterización de los sedimentos presentes en el cauce del río Claro tiene un diseño de investigación del tipo documental ya que, está basado en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales del río y otros tipos de documentos, así como también una investigación de campo, debido a que se fundamenta en la recolección de datos directamente del lugar donde ocurren los hechos. (Balestrini, 2002). (Figura 4.1).

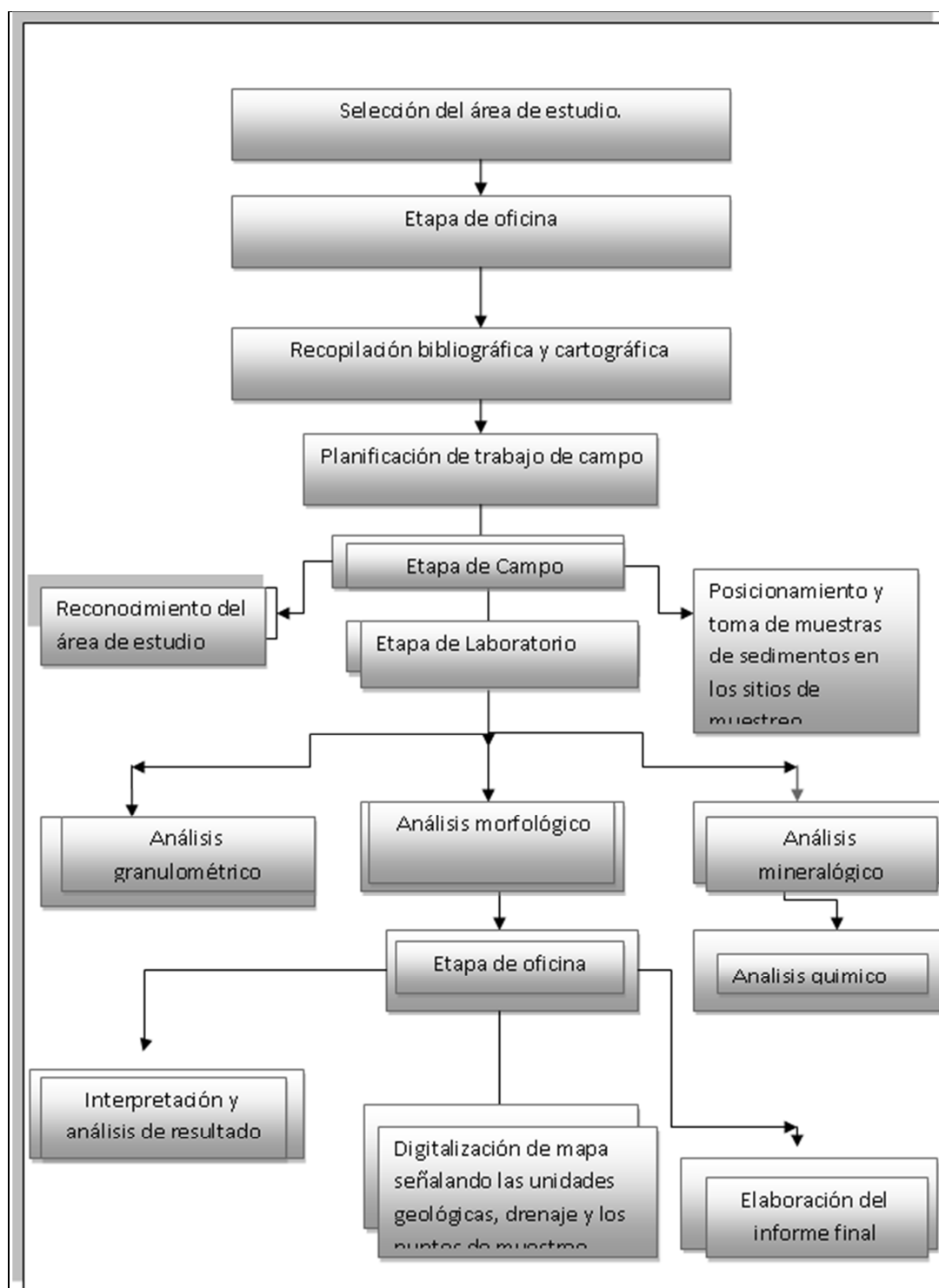


Figura 4.1 Flujograma de la investigación.

4.2.1 Etapas para el desarrollo del proyecto

4.2.1.1 Selección del área de estudio: esta se debe a las condiciones geológicas favorables para la presencia de minerales de interés económico, debido a la presencia de fallas tanto por el Sur como por el Norte e inyecciones de soluciones hidrotermales por la presencia de diques de pegmatitas y diques de cuarzo.

4.2.1.2 Etapa de oficina Recopilación bibliográfica y cartográfica del área de estudio: se realizó la recopilación bibliográfica de trabajos realizados en la zona, además de textos de Geología física, Geología estructural y Sedimentología. Así como también, se utilizaron las informaciones cartográficas del trabajo de grado realizado por Gutiérrez, J. y Ramos, M. 2008, del informe geológico de avance de C.V.G TECMIN (1991) y del campamento Gurí a escala 1:100.000.

- Planificación del trabajo de campo: Consistió en ubicar los sitios de muestreo en la información cartográfica ya estudiada, tomando en cuenta el trazado del cauce de Río Claro. También determinar las unidades litológicas presentes en el cauce de Río Claro que fueron señaladas por los trabajos antes mencionados.

4.2.1.3 Etapa de campo Reconocimiento del área de estudio: Consiste en verificar las características físicas y litológicas presentes en el cauce de Río Claro.

- Posicionamiento y toma de muestras de sedimentos: consistió en la toma de cinco muestras de sedimentos de los sitios ya señalados en el cauce de Río Claro, en la etapa de oficina a una profundidad de 60 cm y un metro de ancho de las calicatas (M₁, M₂, M₃, M₄ y M₅). Las coordenadas UTM de los sitios de muestreos se muestran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Coordenadas de puntos de muestreo.

Puntos	Coordenada Este	Coordenada Norte
M ₁	475126	871395
M ₂	474679	871067
M ₃	474534	869944
M ₄	474245	870738
M ₅	473298	870581

4.2.1.4 Etapa de laboratorio Análisis granulométrico: en este análisis se determinó la granulometría a cinco (5) muestras (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅) mediante el ensayo mecánico por tamizado, con el fin de determinar la distribución porcentual del tamaño de las partículas de los sedimentos.

Los datos del análisis son expresados mediante gráficos compuesto, a través de curvas de frecuencia de distribución de tamaño o curvas granulométricas, para definir el material según el tamaño, se empleo la tabla de clasificación de Wentworth (1976).

▪ Procedimiento:

Cada muestra fue secada y homogeneizada.

Todas las muestras se cuartearon o redujeron, utilizando el cuarteador de Jones, tantas veces fue necesario.

Se peso cada tamiz y 500 gramos aproximadamente de cada muestra, anotando en una hoja cada peso.

Se colocó la muestra pesada en el juego de tamices y se llevaron a un vibrador Ro – Tap y se dejó un aproximado de 15 minutos.

Luego se pesó nuevamente cada tamiz con la muestra retenida y se anotó el nuevo peso en la hoja de datos.

El material retenido es calculado por diferencia de pesos. Su error admisible de la suma de sus retenidos, no debe ser mayor de 2 gramos.

Se procedió al cálculo del porcentaje de material retenido, tomando como referencia la cantidad inicial de cada muestra.

Se calculó el porcentaje de material acumulado, es decir, la sumatoria del porcentaje retenido.

Se graficó para cada muestra una curva de distribución granulométrica con los datos de las hojas de cálculo de las muestras y se calcularon los siguientes parámetros: Coeficiente de escogimiento (S_o), Coeficiente de sesgo o simetría (S_k), Curtosis o agudez del pico (K).

▪ Materiales: los materiales utilizados para el análisis granulométrico fueron los siguientes:

Juego de mallas n°: 5, 10, 20, 35, 60, 120, Pan.

Vibrador Ro – Tap.

Cepillo de alambre.

Brocha y envases.

Balanza digital.

▪ Análisis mineralógico de los sedimentos: para realizar este análisis fue necesaria la separación de minerales pesados de los minerales livianos mediante el método de Bromoformo y se efectuó a cinco (5) muestras (M1, M2, M3, M4, M5) de sedimentos.

Los minerales pesados, aquellos cuyo peso específico es mayor que el Bromoformo 2.8 g/cm^3 provienen de los minerales constituyentes de la roca madre que resistieron a los procesos destructivos de meteorización, intemperismo, abrasión y disolución. (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Peso específico de los Minerales livianos, semipesados y pesados
(Krumbeinm y Sloss, 1969 en Cañas, 2005).

Minerales livianos (flotan en el Bromoformo)	Peso específico	Minerales semipesados (se hunden en el yoduro de Metileno)	Peso específico	Minerales pesados (se hunden en el yoduro de metileno)	Peso específico
Zoolitas	2-2,4	Muscovita	2,90	Granate	4,3
Yeso	2,3	Tremolita	2,9-3,4	Almandina	4,1
Glaucónita	2,3	Glaucófano	3,07	Espinela cromífera	4,1
Feldspatos	2,5-2,6	Biotita (pobre en	3,1	Rutilo	4,2

		He)			
Feldespatos calcosódicos	2,6 1-2,76	Piroxeno	3,1	Cromita	4,4
Escapolitas	2,6- 2,75	Apatito	3,2	Titaniferrita	4,6 5
Calcedonia	2,6 36	Andalucita	3,2	Circón	4,2- 4,7
Nefelina	2,6 3	Fluorita	3,2	Ilmenita	4,5
Cordierita	2,6 4	Turmalina	3,2	Pirita	5,0
Cuarzo	2,6 5	Zoisita	3,3	Hematita	5,1
Calcita	2,7 2	Sillimanita	3,3	Magnetita	5,1 7

Para este ensayo se empleo el material retenido en el tamiz nº 35 productos del tamizado realizado en el análisis granulométrico. Por lo general los minerales pesados yacen como elemento secundario o accesorios dentro de las areniscas, llegando a conformar en ocasiones el 0,1 o 0,2% de la roca, es decir, si la roca es de origen ígneo, sedimentario o metamórfico. Los minerales pesados se clasifican según su naturaleza y composición en los siguientes grupos:

- Minerales opacos: son aquellos compuestos por cantidades elevadas de hierro (Fe), entre ellos tenemos: pirita, ilmenita, hematita, magnetita, leucoxeno y limonita.

- Minerales metaestables: están constituidos por piroxeno, epidoto, granate, anfíboles, apatito, olivino y andalucita.

- Minerales ultraestables: conformados por circón, turmalina y rutilo. La abundancia de circón indica proceso de abrasión y / o ataque químico que ha sufrido el sedimento, además esta propiedad define si la partícula ha sido re TRABAJADA o no.

- Procedimiento: se tomaron las muestras previamente tamizadas y se colocó a hervir cada fracción de muestra por espacio de 10 a 30 minutos; con una solución de ácido clorhídrico (HCl) del 20% al 0% para disolver los carbonatos y óxidos de hierro. Luego se procedió al lavado de las muestras o fracciones con agua destilada y los residuos fueron hervidos por espacio de 15 a 30 minutos en una solución de ácido nítrico (HNO₃) del 10% al 20% para disolver los sulfurosos.

La separación de los minerales pesados de los livianos se realizó utilizando Bromoformo de 2,8g/cm³ de densidad, en un tubo de harada (tubo en forma de pera), se agitó en forma horizontal, los minerales pesados comenzaron a sumergirse y los livianos a flotar, luego se abrió la llave de paso del tubo recogiendo los minerales en un papel filtro, calentándose nuevamente para su secado y posterior análisis. Para el análisis en si, se procedió a extraer los minerales magnéticos (magnetita) con la ayuda de un imán; luego se observó con una lupa binocular los minerales presentes, separando cada mineral semejante en vidrios de reloj por color, forma, alteración, etc. Se colocaron en orden decreciente de abundancia.

- Materiales: la realización de este análisis se llevó a cabo con los siguientes elementos:

Ácido clorhídrico (HCl) del 20% al 0%.

Agua destilada, Ácido nítrico (HNO₃) del 10% al 20%.

Bromoformo de $2,8 \text{ g/cm}^3$.

Tubo de harada.

Papel filtro.

Lupa binocular.

Espátula metálica para separar minerales.

Vidrios de reloj

Balanza digita

Imán.

▪ **Análisis químicos:** este análisis permitió determinar las cantidades exactas de los constituyentes de las muestras y así señalar un posible uso industrial. La realización de los análisis químicos se llevó a cabo en cinco (5) muestras (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅) de sedimentos.

▪ **Procedimiento:** los análisis químicos se realizaron en dos etapas que son las siguientes:

▪ **Análisis físicos**

Trituración: la trituración de muestras se llevo a cabo con dos tipos de trituradoras las cuales son las siguientes: Mandíbula y rodillo; con la finalidad de reducir el tamaño de la muestra hasta convertirla en polvo.

Tamizado: las muestras se tamizaron utilizando el tamiz Tyler n° 140 y el Pan, el procedimiento se realizó de forma manual, la duración dependió de la cantidad retenida en el Pan de más o menos unos 5 gramos.

Pesado: con una microbalanza electrónica se pesa un aproximado que varía entre 0,2 a 0,1 gramos de cada muestra.

Después de realizado el análisis físico se procedió a la preparación de las muestras para ser analizadas químicamente mediante el siguiente procedimiento:

En primer lugar se tomaron las muestras pesadas en la parte de análisis físicos y se colocaron en Beckers de 250 ml de capacidad.

Se procedió a solubilizar las muestras, con la ayuda de un reactivo llamado Agua regia, el cual es una mezcla de ácido nítrico (HNO_3) y ácido clorhídrico (HCL), en la proporción 1:3, a cada muestra se le agrego 30 ml de agua regia, calculado de la forma siguiente tomando como base 2.5 muestras de un total de 5 muestras (M_1 , M_2 , M_3 , M_4 , M_5):

1 muestra $\longrightarrow$ 30 ml de Agua regia

2.5 muestras $\longrightarrow$ X

X= 75 ml de Agua regia para 2.5 muestras.

Como la proporción de agua regia 1:3, es decir una (1) parte de ácido nítrico (HNO_3) por tres (3) de ácido clorhídrico (HCL), para un total de cuatro (4) partes.

75 ml de agua regia = 4 partes de agua regia

4 partes $\longrightarrow$ 75 ml de agua regia

1 parte de (HNO_3) $\longrightarrow$ X

X= 18.75 ml de (HNO₃)

Es decir para la preparación de agua regia se tomaron 18.75 ml de (HNO₃) y el resto es de HCL hasta completar los 75 ml de agua regia.

Terminada la elaboración de agua regia se procedió a humedecer cada una de las muestras con agua destilada y se agregó los 30 ml de agua regia, posteriormente las muestras se colocaron en una plancha de calentamiento a una temperatura de 80° centígrados, por un tiempo aproximado de 30 minutos. Este procedimiento fue realizado bajo una campana de extracción para evitar las emanaciones de gases tóxicos.

Luego se inició el filtrado de muestras las cuales fueron previamente retiradas de la plancha de calentamiento y dejadas enfriar haciendo uso de gradillas donde se colocaron embudos con papel filtro y matraces aforados, se vaciaron las muestras para que su filtración, cuidando de retirar todo indicio de muestra con la ayuda de una pizeta de agua destilada tanto del papel filtro como del Becker, luego de filtradas se agregó agua destilada hasta la línea de aforo para completar.

Posteriormente se midieron las concentraciones de los elementos químicos en el equipo de absorción atómica.

Análisis químicos: Estos consisten en medir las concentraciones de los elementos químicos presentes en las muestras a través del método de Espectrofotometría de Absorción Atómica, el cual se basa en el principio de la luz producida por una lámpara catódica, la cual tiene características particulares de acuerdo al elemento que pasa por esta luz. Esta lámpara (Perkin elmer, modelo 2380), emite longitudes de ondas y el elemento es vaporizado al paso de luz. A mayor

concentración mayor será la absorción. Los resultados se midieron con soluciones estándares.

Se realizaron los cálculos de la siguiente manera:

Se miden muestras estándares o de patrones conocidos del elemento de interés.

Se mide el elemento de interés de las muestras.

Se realizaron curvas de calibración de los estándares o patrones.

Se interpolan las mediciones de las muestras de interés en las curvas de calibración y con el fin de obtener las concentraciones.

Se calculan los porcentajes a través de la siguiente fórmula: (ecuación 4.1).

$$\% = \frac{C \times D}{10.000 \times W}$$

Donde:

C: es la concentración de la muestra.

D: es la dilución de la muestra.

W: es el peso de la muestra.

▪ Materiales: Para llevar a cabo este análisis se hizo uso de los instrumentos:

Trituradora de mandíbula.

Trituradora de rodillo.

Mortero con mango

Microbalanza electrónica.

Soporte universales.

Plancha de calentamiento.

Cristalería: Beckers, fiolas, embudos.

Espectrofotómetro de absorción atómica (perkin elmer, Modelo 2380).

Estándares de los elementos a determinar.

▪ **Análisis Morfológico de las partículas (Redondez):** este análisis fue practicado en cinco (5) muestras (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅) de sedimentos, empleando el material retenido en el tamiz n° 35, producto del análisis granulométrico. Para tal fin se seleccionaron un promedio de 250 granos por muestras para ser observados posteriormente en un microscopio electrónico.

El análisis morfológico está basado en la forma que presentan las partículas que constituyen los sedimentos, la redondez de un sedimento es un elemento que define la historia y naturaleza geológica del mismo. Este parámetro se encuentra relacionado con la agudeza o suavidad de las aristas de una partícula determinada.

Esta característica proporciona información acerca del grado de madurez y composición de un sedimento. Una partícula puede ser angulosa cuando presenta muy

poco o ningún desgaste, subangulosa cuando muestra rasgos visibles de desgaste, producto del transporte o abrasión, subredondeada caracterizada por presentar las caras originales completamente desgastadas y finalmente una partícula bien redondeada cuando esta carece completamente de sus caras originales y la superficie está constituida en su totalidad por curvas amplias. Esta propiedad define el grado de madurez del sedimento, producto del proceso de transporte, abrasión, disolución y meteorización al cual ha sido sometido.

▪ Procedimiento: el conteo se realizó después de haber homogeneizado cada muestra y mediante la observación de una pequeña parte de estas bajo un campo del microscopio, teniendo una tabla con los tipos de forma de grano (anguloso, subanguloso, subredondeado, redondeado y bien redondeado). Cada partícula examinada fue anotada en la casilla correspondiente y se repitió en cada muestra hasta obtener 250 granos observados por muestra, luego se calculó el porcentaje de cada tipo para proceder a clasificarlas.

▪ Materiales

Pinzas.

Lupa.

Microscopio electrónico.

Palillo y vidrios de reloj.

4.3 Interpretación y análisis de resultados

Establecer las unidades geológicas, clasificar el sedimento tomando en cuenta la escala de Wentworth, deducir si la procedencia de los sedimentos es cercana o distante, determinar la roca de la cual provienen los sedimentos, interpretar la presencia de minerales de interés económico como el oro

4.4 Digitalización del mapa geológico señalando el drenaje y los sitios de muestreo

El mapa geológico de Río Claro – sector La Elvira se digitalizo a través del programa AUTOCAD 2009, a escala 1:50.000 (Anexo 1).

4.5 Redacción del informe final

Después de haber recopilado la información, realizado y analizado los diferentes ensayos de laboratorio de las muestras e interpretados los resultados, se procedió a la elaboración del informe final en el cual se ve plasmado el contenido y las fases en las cuales se desarrolló el trabajo de investigación realizado desde su inicio hasta la culminación del mismo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Unidades geológicas

En base a los trabajos realizados por otros, ya mencionados, y a la descripción macroscópica de las distintas litologías y de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, el área de estudio se encuentra representada por las unidades geológicas como el Complejo Imataca y sedimentos recientes.

Las rocas del Complejo de Imataca, fueron definidas a través de las anfibolitas presentes en el cauce de Río Claro, que en un tramo del Río tienen una dirección de foliación N30° W, que es similar a la dirección de los diques de pegmatita, de cuarzo y de las diaclasa; mientras que la dirección de foliación de las anfibolitas cambia en la cercanía del puente de Río Claro debido a los sistema de fallas presentes en el área. Así como también la existencia de rocas como geises, metabasaltos y otros ayudan a definir dicha unidad geológica (Figura 5.1).

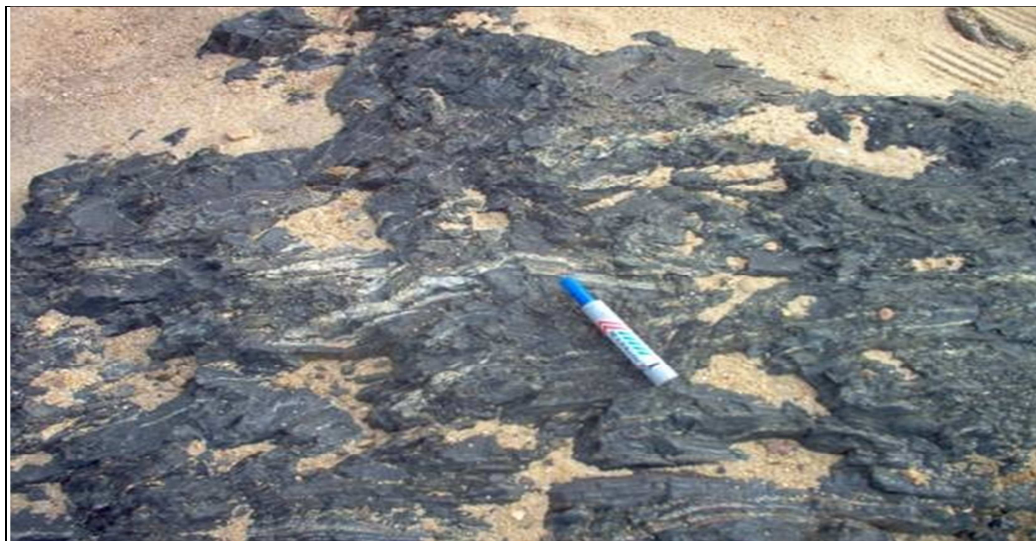


Figura 5.1 Afloramiento de Anfibolita con vetas de cuarzo paralelas a la foliación.

Los sedimentos recientes se presentan a lo largo del cauce de Río Claro descansando sobre las anfibolitas, las cuales provienen de la meteorización de las rocas pertenecientes al Complejo de Imataca y están constituidos por: arenas gruesas a media con tendencia a fina. Además se pudo observar la presencia de muchos bloques de cuarzo transportados. (Figura 5.2).



Figura 5.2 Llanura de inundación en Río Claro.

5.2 Análisis granulométrico

5.2.1 Resultados

Para el análisis se tomaron en cuenta cinco muestras, las partículas que las conforman pueden clasificarse como arena gruesa a media con tendencia a fina bien escogida ($S_o < 2.5$), quedando retenido en los tamices nº 20 y 35 el mayor porcentaje de aluviones o sedimentos en la mayoría de las muestras. Los valores de los cálculos de las medidas estadísticas se presentan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Resultado del análisis granulométrico.

Muestra	Dm	Q ₁	Q ₃	So	Escogimiento	Sk	Fracción
MS-1	0,37	1,2	0,5	0,60	Bien Seleccionado	1,27	Gruesa
MS-2	0,90	1,6	0,71	0,66	Bien Seleccionado	1,12	Gruesa
MS-3	1,21	1,7	0,70	0,64	Bien Seleccionado	0,99	Media
MS-4	1,00	1,8	0,79	0,66	Bien Seleccionado	1,19	Gruesa
MS-5	0,50	1,4	0,61	0,66	Bien Seleccionado	1,30	Gruesa

5.2.2 Interpretación

Las muestras arrojaron que los sedimentos tienen buen escogimiento ($So < 2.5$); con un escogimiento máximo hacia las fracciones gruesas, lo que es indicativo de que los sedimentos se encuentran cercanos a su fuente de origen y posiblemente fueron depositados por corrientes de fuerte energía.

5.3 Análisis morfológico

5.3.1 Resultados

La mayoría de las muestras de aluvión presentan una misma proporción de granos subangulosos (71%) a angulosos (21%). Los detalles se muestran en la tabla 5.2.

Tabla 5.2 Resultados de Análisis morfológico de los aluviones de Río Claro.

Muestra	Anguloso	Subanguloso	Subredondeado	Redondeado	Nº de Granos
M-P1	46	155	16	2	250

M-P2	52	134	10	4	250
M-P3	16	178	6	1	250
M-P4	15	160	5	3	250
M-P5	17	150	7	5	250
Total	146	777	44	15	1250

5.3.2 Interpretación

Este estudio morfológico de aluviones presenta su mayor porcentaje de granos subangulosos, lo que es indicativo de poco transporte; sin embargo en las muestras se observó un pequeño porcentaje de granos subredondeados (7%) a redondeados (1%), mostrando signos de transporte y desgaste (redondez de las aristas), debido a la abrasión. (Figura 5.3).

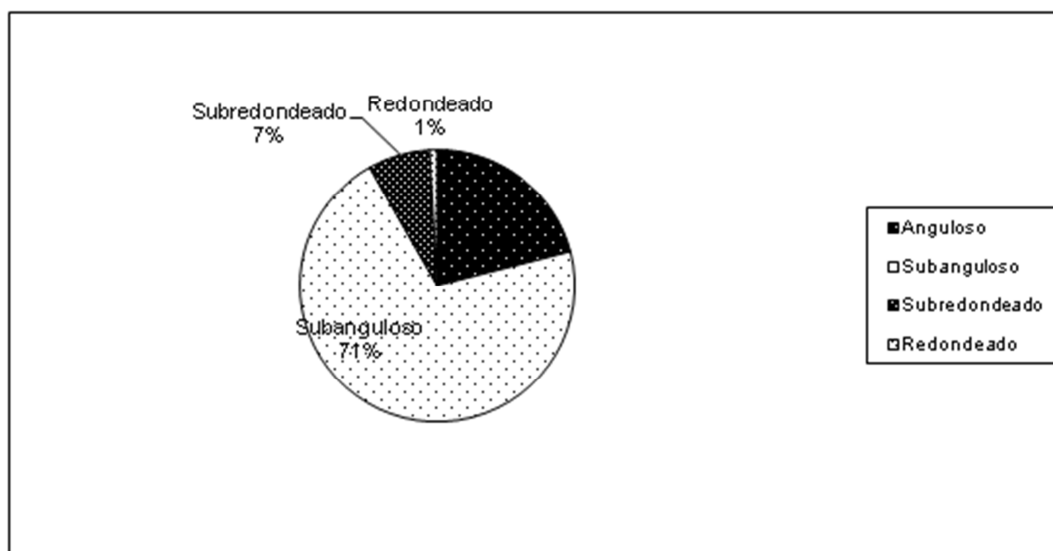


Figura 5.3 Resultados del Análisis Morfológico de los sedimentos del cauce de Río Claro.

5.4 Análisis mineralógico

5.4.1 Resultados

Los resultados del análisis mineralógico efectuado a cinco muestras de aluviones, están representados en las figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 que se encuentran en orden de abundancia decreciente.

5.4.2 Interpretación

De acuerdo con los minerales pesados, característicos de los diferentes tipos de rocas, se puede asegurar que los minerales constituyentes del material analizado son de origen metamórfico.

El análisis de las muestras arrojó como resultado que el mayor porcentaje de minerales constituyentes recaía en los minerales livianos (86%), siendo el mineral más abundante el cuarzo (86-75%), los minerales pesados representados por magnetita, hematita, ilmenita y hornblenda se encuentran en pequeña proporción.

Se puede afirmar que las rocas de las cuales fueron disgregados los aluviones analizados están asociados a metamorfismo de alto grado, correspondiente a las facies de las anfibolitas y granulitas, debido a la presencia de minerales característicos de estas facies (anfíboles y granates, respectivamente) como minerales accesorios en las muestras, lo cual es indicativo de estas facies.

Asimismo la presencia de circón es también una evidencia de abrasión, aunque solo se encuentre como mineral secundario o accesorio (Figuras 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8)

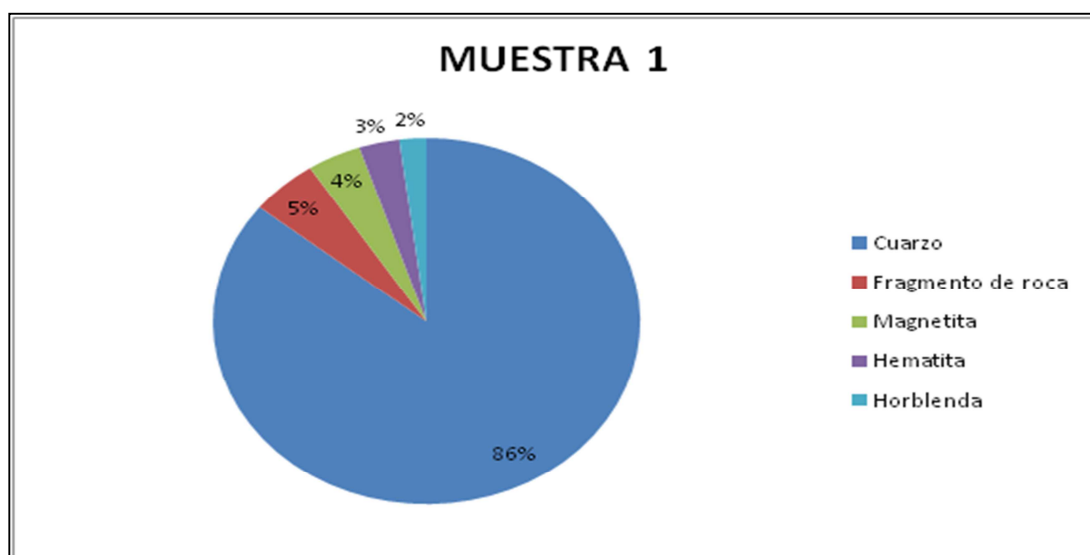


Figura 5.4 Resultado del Análisis mineralógico de M1.

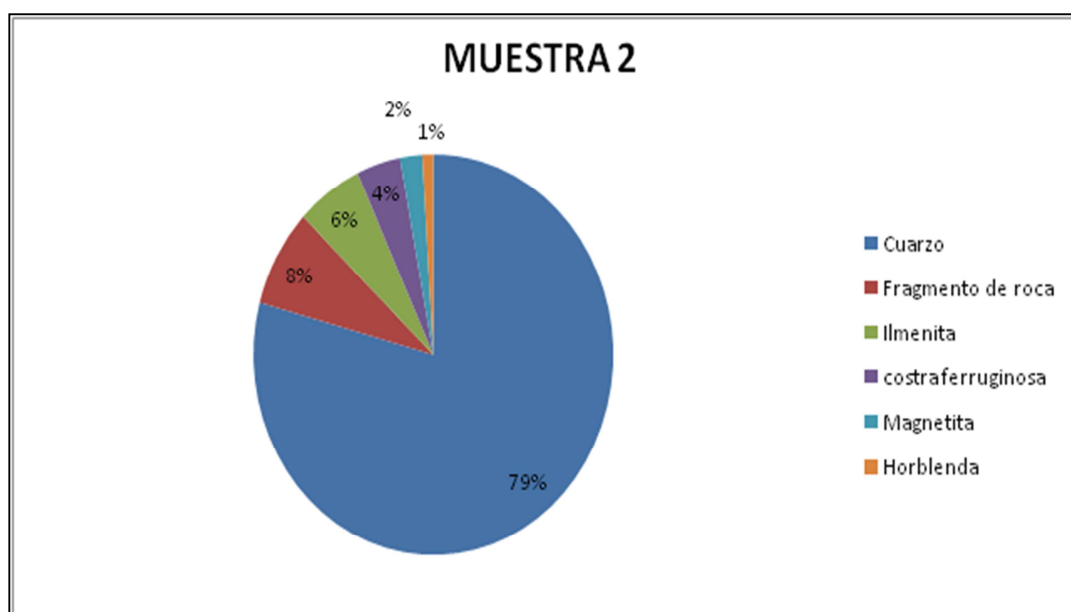


Figura 5.5 Resultado del Análisis mineralógico de M2.

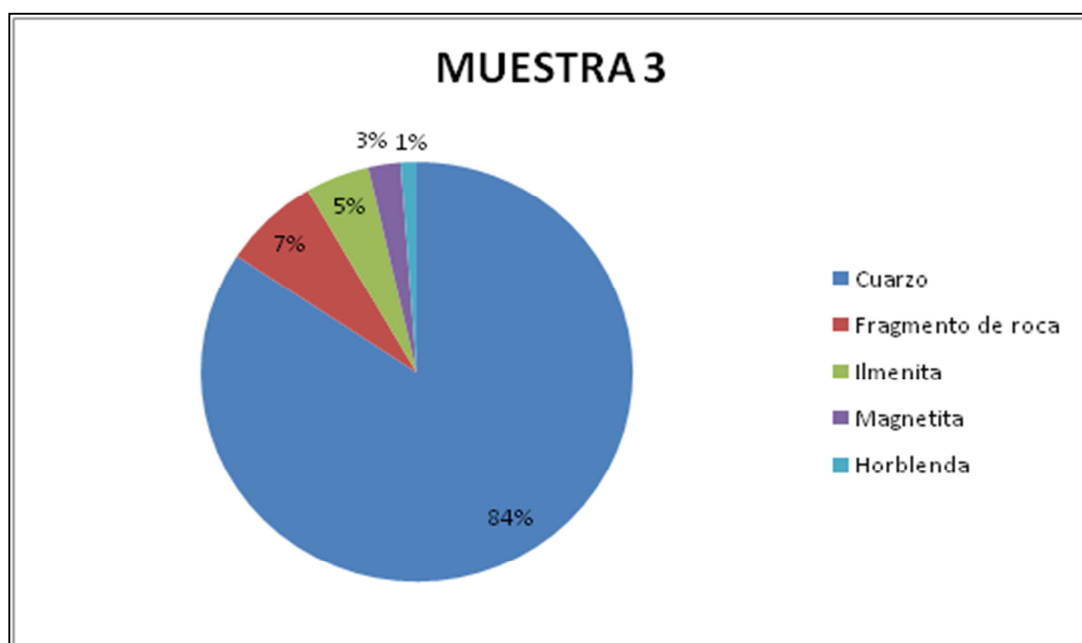


Figura 5.6 Resultado del Análisis mineralógico de M3.

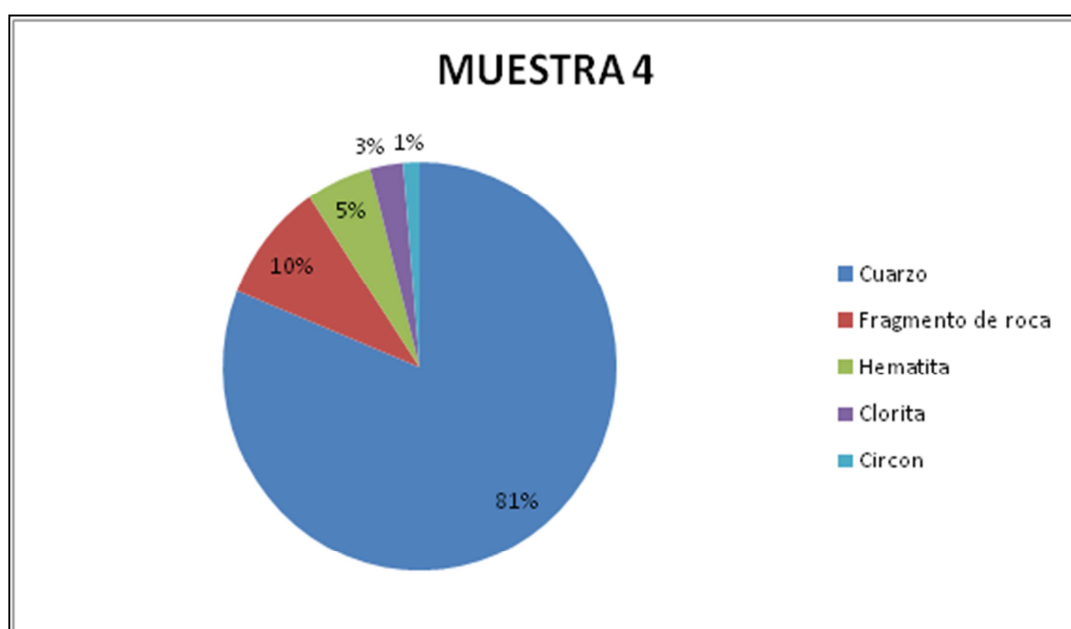


Figura 5.7 Resultado del Análisis mineralógico de M4.

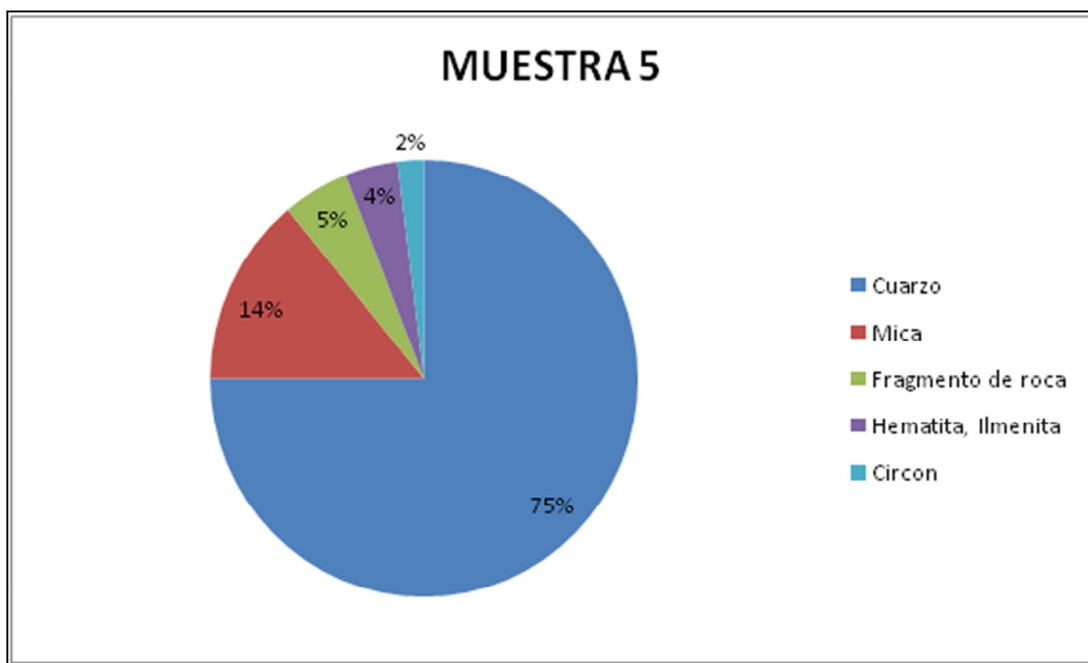


Figura 5.8 Resultado del Análisis mineralógico de M5.

5.5 Análisis químico

5.5.1 Resultados

Los resultados de los análisis químicos se encuentran en la tabla 5.3.

5.5.2 Interpretación

Los resultados de los análisis químicos realizados a las muestras de sedimentos tomadas en el cauce de río claro, se ve reflejado que el elemento que se encuentra en mayor proporción es el sílice (SiO_2), seguido por el manganeso, el zinc y el cobre; con la presencia de estos elementos además del cromo y el plomo se intenta poner en evidencia que la zona pudiera tener cierto potencial aurífero, pero cabe destacar que

este resultado obtenido son trazas de los elementos antes mencionados y por lo tanto no se puede afirmar su existencia hasta que no se determine un posible yacimiento.

Tabla 5.3 Resultado de los análisis químicos en muestras de los aluviones de Río Claro.

Muestra N°	Silice (SiO ₂) %	Níquel (Ni) ppm	Cromo (Cr) ppm	Cobre (Cu) ppm	Manganeso (Mg) ppm	Plomo (Pb) ppm	Zinc (Zn) ppm	Mercurio (Au) ppb	Mercurio (Hg) ppb
01	91,88	1. 10	1. 72	4 .15	8.0 9	1 .27	6 .11	1 .85	< 0.1
02	90,01	1. 12	1. 35	5 .13	9.8 5	1 .32	5 .12	2 .17	< 0.1
03	90,76	1. 11	1. 87	4 .72	8.2 3	1 .24	6 .19	3 .43	< 0.1
04	9 0,60	1. 12	1. 23	4 .87	9.3 4	1 .18	5 .36	2 .54	< 0.1
05	9 0,77	1. 09	1. 20	4 .94	8.9 6	1 .15	6 .09	3 .32	< 0.1

CAPÍTULO VI

GEOLOGÍA ECONÓMICA

En la zona de estudio la investigación se basó en la caracterización de los sedimentos; ya que el río Caroní por sus fuertes corrientes, corresponde a un río en el estado joven del ciclo erosión, desfavorable a la sedimentación. Sin embargo, localmente en sus afluentes como lo son los ríos objeto de estudio se forman terrazas aluviales, las cuales se ven beneficiadas principalmente por afloramientos de rocas resistentes donde chocan las corrientes de agua creando una zona protectora para el arrastre, favoreciendo así la sedimentación a esto se le agrega que dichos afloramientos presentan fisuras y depresiones que son constantemente rellenas por materiales traídos por la corriente, donde se acumulan minerales pesados; ofreciendo una reserva casi infinita de dichos minerales, los cuales son producto de rocas mineralizadas del Complejo de Imataca.

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los diferentes análisis realizados en las muestras recolectadas del área de estudio, se determinó que los minerales livianos (cuarzo) constituyen el mayor porcentaje, los cuales se encuentran formando depósitos de materiales sueltos como gravas y arenas gruesas, dejados por el curso del Río, mientras que los minerales pesados provenientes de la disgregación de rocas pertenecientes al Complejo Geológico de Imataca se encuentran en poca proporción.

Aunque en el área de estudio no se encontró depósitos de minerales pesados de importancia económica, en estudios realizados por el Instituto de Geología y Minas – Región Guayana en la hoja N° 7539 Campamento Gurí en Enero de 2004 se determinó la presencia de depósitos auríferos en áreas cercanas, calculando reservas

de 24 gr/ton, es decir, es considerada una buena zona para la explotación de minerales auríferos, rocas ornamentales y materiales de construcción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

▪ En base a los trabajos realizados por otros autores, ya mencionados, y a la descripción macroscópica de las distintas litologías y de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, el área de estudio se encuentra representada por las unidades geológicas como el Complejo Imataca y sedimentos recientes.

▪ Los análisis granulométricos realizados en las muestras de sedimentos, arrojaron que los sedimentos tienen buen escogimiento ($So < 2.5$); con un escogimiento máximo hacia las fracciones gruesas, lo que es indicativo de que los sedimentos se encuentran cercanos a su fuente de origen y posiblemente fueron depositados por corrientes de fuerte energía.

▪ En cuanto a la morfología de las sedimentos se estableció que el mayor porcentaje recae en las formas subangular a angular, lo que es indicativo de poco transporte y que por lo tanto la fuente de origen es roca cercana, sin embargo en las muestras se observó un pequeño porcentaje de granos subredondeados (7%) a redondeados (1%), mostrando signos de transporte y desgaste (redondez de las aristas), debido a la abrasión.

▪ La mineralogía de los sedimentos se encuentra en la proporción de un 75 a 86% de minerales livianos como el cuarzo, y solo de un 2 a 5% de minerales pesados tales como: la magnetita, hematita, ilmenita, fragmentos de rocas, circón, entre otros.

▪ En los análisis químicos realizados se hizo evidente la gran cantidad de SiO_2 y otros compuestos en menores proporciones como: Níquel, cromo y plomo, se intenta

- poner en evidencia que la zona pudiera tener cierto potencial aurífero, pero cabe destacar que este resultado obtenido son trazas de los elementos antes mencionados y por lo tanto no se puede afirmar su existencia hasta que no se determine un posible yacimiento.

- En los análisis químicos realizados se hizo evidente la gran cantidad de SiO_2 y otros compuestos en menores proporciones como: níquel, cromo y plomo, los cuales son indicativo de la presencia de material aurífero.

Recomendaciones

- Realizar trabajos de investigación del Sector para estudiar los numerosos afloramientos de cuarzo en sus variedades: lechozo, ahumado y rosado, para su futura explotación como ornamental.

- Poner en ejecución un laboratorio especializado, en convenio con Universidades, Entidades Gubernamentales, Institutos y otros, dotados con equipo tecnológico de punta, en estudios físico - mecánico y químico, para evaluar y determinar el potencial económico existente en cada una de las provincias geológicas del estado Bolívar, las cuales son poseedores de diversidad en riquezas mineras.

REFERENCIAS

Allen, G. P y Segura, F. (1975). **SEDIMENTOLOGÍA DE LOS DEPÓSITOS CLÁSTICOS**. pp 3-16

Cañas, Ana (2005) **CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO CARONÍ**. Universidad de Oriente – Núcleo Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela. P 110.

C.V.G Técnica Minera, C.A (1988) **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA NB 20-2. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y VEGETACIÓN**. Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Venezuela. Tomo I pp. 23 – 89.

Encarta 2009® Microsoft ®. **Sedimentos**. (2009).

Betancourt M. Sonia I. Y La Rosa G. Deivis de la T (2006) **ESTUDIO DE LAS TENDENCIAS ESTRUCTURALES Y GRADOS METAMORFICOS DE LAS ROCAS AFLRANT EN EL TIANGULO CIUDAD BOLÍVAR – KM 70- CIUDAD PIAR DE LA PROVINCIA GEOLOGICA DE IMATACA. ESTADO BOLÍVAR - VENEZUELA**.

Gutierrez J. y Ramos M. (2008) **CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE MINERALES PESADO DE IMPORTANCIA ECONOMICA, EN EL CAUCE DE RÍO CLARO – SECTOR LA ELVIRA – MUNICIPIO RAÚL LEONI, ESTADO BOLIVAR**.

Kalliokoski, J., (1965) **GEOLOGÍA DE LA PARTE NORTE – CENTRAL DEL ESCUDO DE GUAYANA** (Resumen). Boletín geológico. Caracas - Venezuela. pp 29 – 104

Menéndez, A., (1994). **CINTURONES VERDES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA**. Revisión estratigráfica. Simposio Internacional de Oro. Caracas -Venezuela, pp. 123-139

Servicio Meteorológico de las Fuerzas Armadas Venezolanas (2008) **RESUMEN CLIMATOLÓGICO**. Ciudad Bolívar, Venezuela.

Mendoza, Vicente (2005) **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA**. Universidad de Oriente – Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar – Venezuela. pp. 21 – 72.

PDVSA – Intevep (2005) **CÓDIGO ESTRATIGRÁFICO DE LAS CUENCAS PETROLERAS DE VENEZUELA (CECPV)**. 25 de marzo de 2008, [<http://www.pdv.com/léxico/lexicoh.htm>]

Sampol, María S. (2004) **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA GEOLÓGICA CAMPAMENTO GURI**. Instituto Nacional de Geología y Minas (INGEOMIN) Región Guayana. Ciudad Bolívar, Venezuela. pp 25 – 81.

Córcega Adriana y Pulido Kenniez (2003). **ESTUDIO GEOLÓGICO Y EVALUACIÓN DEL POTENCIAL GEO – ECONÓMICO COMO ROCA ORNAMENTAL DE LOS AFLORAMIENTOS UBICADOS EN EL FUNDO “BUENOS AIRES”, ENTRE LAS FAJAS TECTÓNICAS: LA ENCRUCIJADA – CIUDAD BOLÍVAR, SECTOR LOS TANQUES, VÍA GURI – CIUDAD**

PIAR DEL MUNICIPIO AUTÓNOMO RAÚL LEONI – ESTADO BOLÍVAR.

Tesis de Grado. Universidad de Oriente. Venezuela. pp 109 – 113.

**Candiales, et al (1975), RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO
COMPRENDIDO ENTRE RÍO CLARO Y EL CERRO BUENOS AIRES.**

C.V.G Técnica Minera, C.A (1988) **INFORME DE AVANCE DE LA HOJA
NB 20-2. CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS Y
VEGETACIÓN.** Ciudad Bolívar, Estado Bolívar. Venezuela. Tomo I pp. 23 – 89.

**Ríos, (1972). ESTUDIO GEOLOGICO EN LA ZONA COMPRENDIDA
ENTRE– GURI – CIUDAD PIAR Y ZONAS ADYACENTES.**

Menendez, V. de, Alfredo (1972). **GEOLOGIA DE LA REGIOSN DE
GUASIPATI, GUAYANA VENEZOLANA.** En: IV Congreso Geológico
Venezolano, MEM Pub. Esp. N6, p. 49 – 67.

Wolfgang Griem (2005). **GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.** 12 de Diciembre de
2005. [<http://plata.uda.cl/minas/apuntes/geología/geoestructural.htm>]

Brito, J., González R., Salomón M., Montes L. y Vera H. (1998) **FACIES
CLÁSTICAS.** Universidad de Oriente–Núcleo Bolívar, Ciudad Bolívar, Venezuela.
pp. 25-34.

Mendoza, V. (2.000). **MAPA GEOLÓGICO GENERALIZADO DEL
ESCUDO DE GUAYANA DESTACANDO LA PROVINCIA GEOLOGICA DE
IMATACA.**

Asacanio, G. (1975). **COMPLEJO GEOLÓGICO DE IMATACA EN LOS
ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR.**

APÉNDICES

APÉNDICE A

Análisis Granulométrico.

Fecha: 13/11/2009

Muestra: MS-1

Peso muestra (gr): 500

Ubicación geográfica: Río Claro
grueso

Descripción: Arena de grano

Tabla A.1 Descripción granulométrica de la muestra MS-1.

Tamiz	Peso Tamiz (gr)	Peso Tamiz + Sedimento (gr)	Sedimento Retenido (gr)	% Sedimento Retenido	% Sedimento Acumulado	% Sedimento Pasante
5	29.99	731.21	1.22	0.25	0.25	99.74
10	70.41	678.27	7.86	1.65	1.90	98.09
20	108.44	649.34	140.90	29.60	31.54	68.45
35	130.10	698.77	168.60	35.42	66.96	33.03
60	20.07	670.48	150.41	31.60	98.56	1.44

120	0	4	494.		1.42	99.9	0.02
	.125	88,12	91	6.79	7	74	5
P		4	482.		0.02		0
AN		82.31	19	0.12	5	99.999	
Peso final de la muestra(gr):					99.999		
Peso inicial de la muestra (gr):				475.9			
				500			

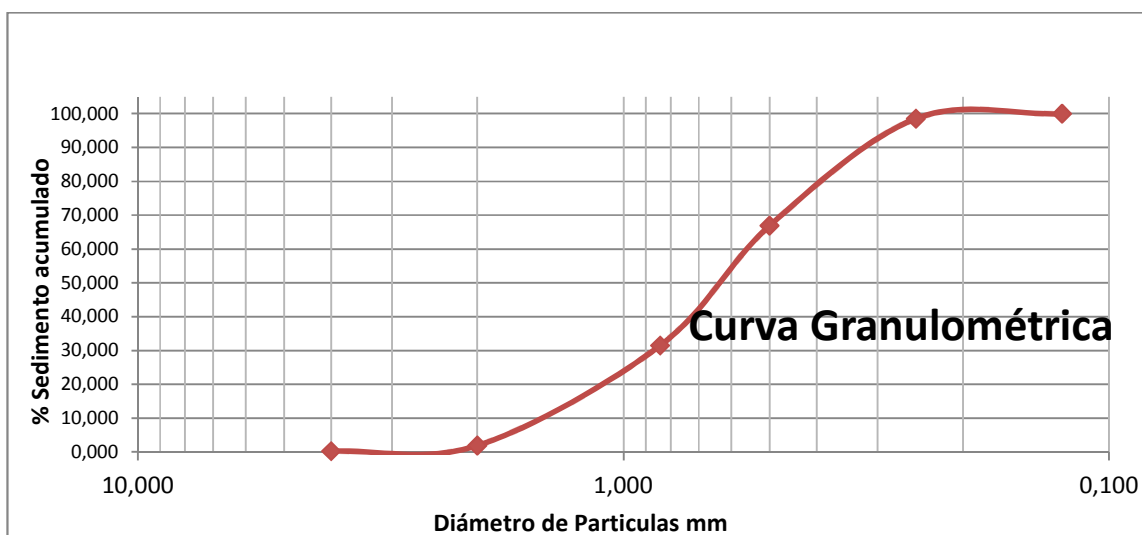


Figura A.2 Curva granulométrica M-1, Río Claro, estado Bolívar.

Fecha: 13/11/2009

Muestra: MS-2

Peso muestra

(gr): 500

Ubicación geográfica: Río Claro
grueso

Descripción: Arena de grano

Tabla A.3 Descripción granulométrica de la muestra MS-2.

Tamiz	m	Peso del tamiz (gr)	Peso Tamiz + Muestra (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
5		7	7	22.	4.4	4.96	95.0
		29.86	51.91	05	68	8	31
10	.00	6	7	45.	9.2	13.7	86.2
		70.22	15.98	76	72	4	59
20	.84	5	7	259	52.	66.3	33.6
		06.00	65.73	.73	629	69	3
30	.50	5	6	119	24.	90.5	9.48
		30.12	49.28	.16	145	14	5
60	.25	5	5	43.	8.8	99.3	0.62
		22.12	65.84	72	59	73	6
100	.125	4	4	2.7	0.5	99.9	0.07
		88.24	90.94	0	47	2	9
PAN		4	4	0.3	0.0	99.9	0
		82.34	82.73	9	79	99	
Peso sedimento final (gr):				493.5199.999			
Peso sedimento inicial (gr):				500			

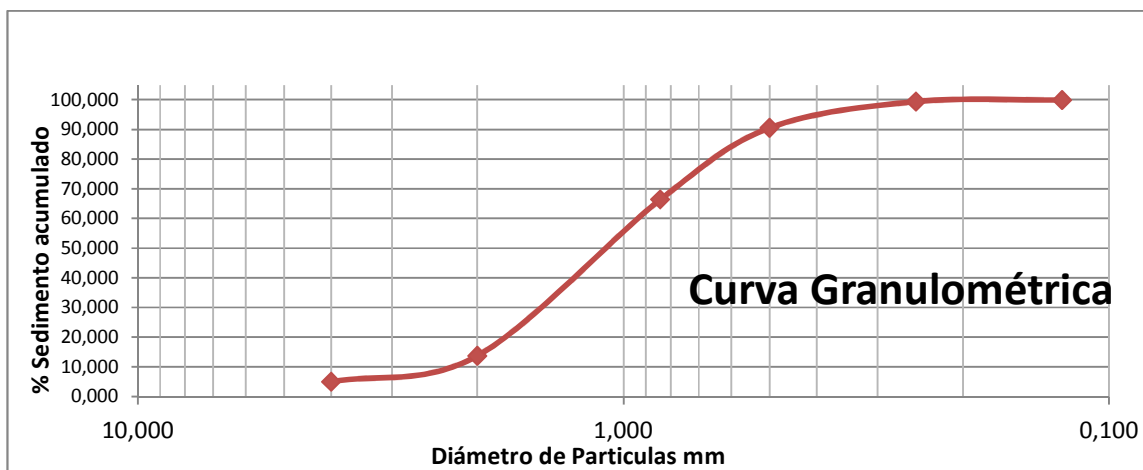


Figura A.4 Curva granulométrica M-2, Río Claro, estado Bolívar.

Fecha: 13/11/2009

Muestra: MS-3

Peso muestra (gr): 500

Ubicación geográfica: Río Claro

Descripción: Arena de grano grueso

Tabla A.5 Descripción granulométrica de la muestra MS-3.

Tamiz	m	Peso Tamiz (gr)	Peso Tamiz + Muestra (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
5	4	7	750	21	0.043	0.043	95.709
10	2	6	714	44	9.19	9.19	86.562
20	0	5	761	25	52.6	61.79	38.209

3	0	5	651	12	24	86.1	9.
5	.50	31.12	.29	0.17	.553	96	556
6	0	5	565	43	8.	95.1	0.
0	.25	22.13	.83	.70	929	25	627
1	0	4	490	2.	0.	95.6	0.
20	.125	88.25	.94	69	549	74	078
P		4	482	0.	0.	95.7	0
AN		82.35	.73	38	078	52	
Peso final de la muestra (gr):				48	95		
Peso inicial de la muestra				9.43	.752		
(gr):				50			
				0			

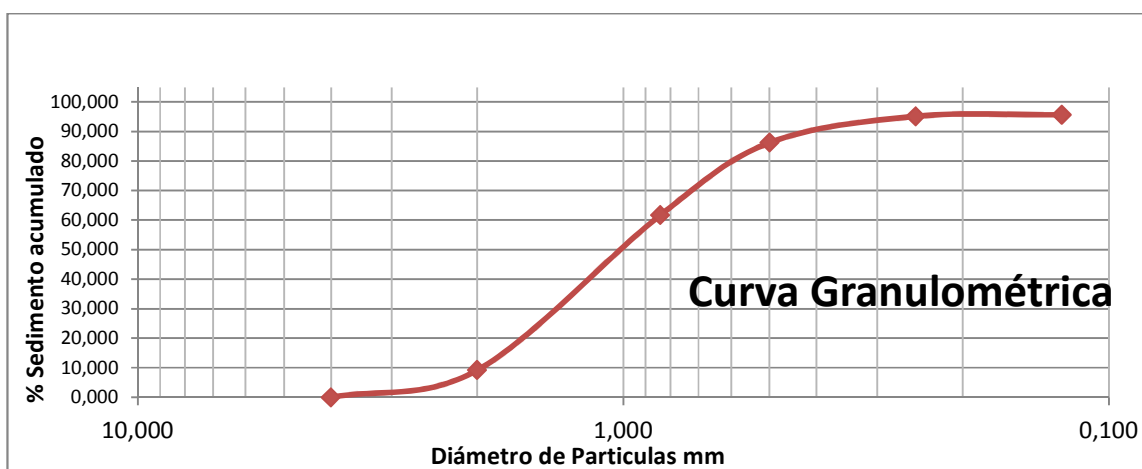


Figura A.6 Curva granulométrica M-3, Río Claro, estado Bolívar.

Fecha: 13/11/2009

Muestra: MS-4

Peso muestra (gr): 500

Ubicación geográfica: Río Claro

Descripción: Arena de grano grueso

Tabla A.7 Descripción granulométrica de la muestra MS-4.

Tamiz	mm	Peso Tamiz (gr)	Peso o Tamiz + Muestra (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
5	4	7	753	23	4.	4.61	93
		30.86	.91	.05	613	3	.383
10	2	6	715	47	9.	14.1	83
	.00	68.22	.99	.77	561	74	.822
20	0	5	766	26	50	64.5	33
	.84	05.00	.74	1.74	.385	59	.437
35	0	5	672	12	24	88.6	9.
	.50	52.12	.3	0.18	.053	12	384
60	0	5	565	43	8.	97.3	0.
	.25	22.07	.78	.71	748	6	636
100	0	4	491	2.	0.	97.9	0.
	.125	88.24	.00	76	552	12	084
PAN		4	483	0.	0.	97.9	0
		83.34	.76	42	084	96	
Peso final de la muestra (gr):				49	97		
Peso inicial de la muestra (gr):				9.63	.996		
				50			
				0			

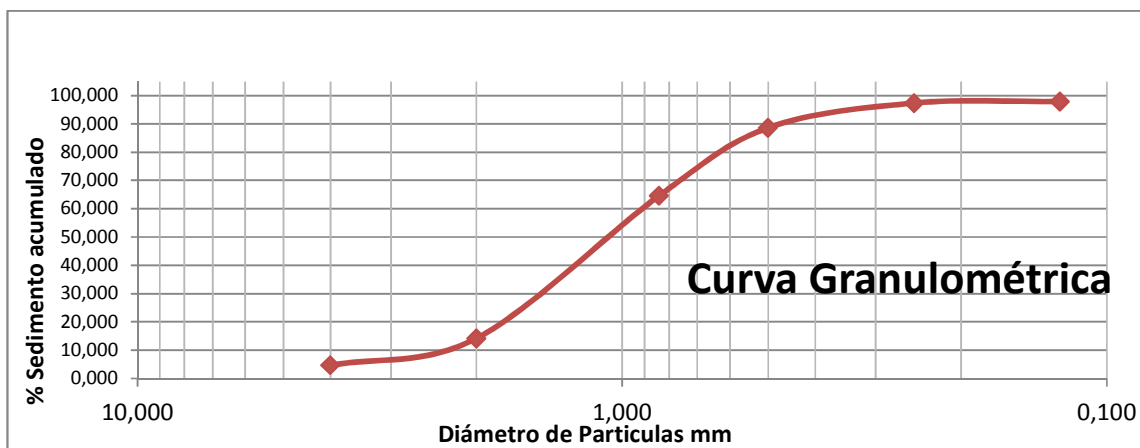


Figura A.8 Curva granulométrica M-4, Río Claro, estado Bolívar.

Fecha: 13/11/2009

Muestra: MS-5

Peso muestra (gr): 500

Ubicación geográfica: Río Claro
grueso

Descripción: Arena de grano

Tabla A.9 Descripción granulométrica de la muestra MS-5.

Tamiz	m	Peso Tamiz (gr)	Peso Tamiz + Muestra (gr)	Material Retenido (gr)	% Material Retenido	% Material Acumulado	% Material Pasante
5	4	5	585	0.	0.	0.16	99
		84.72	.55	83	166	6	.832
10	2	6	675	12	2.	2.58	97
	.00	63.08	.17	.09	418	4	.414

2	0	4	683	19	39	42.3	57
0	.84	84.77	.53	8.76	.767	51	.647
3	0	5	802	24	49	91.7	8.
5	.50	56.16	.92	6.76	.370	21	277
6	0	3	409	38	7.	99.4	0.
0	.25	70.40	.26	.86	775	96	502
1	0	5	504	2.	0.	99.9	0.
20	.125	02.37	.82	45	490	86	012
P		4	484	0.	0.	99.9	0
AN		84.78	.84	06	012	98	
Peso final de la muestra (gr):				49	99		
Peso inicial de la muestra				9.81	.998		
(gr):				50			
				0			

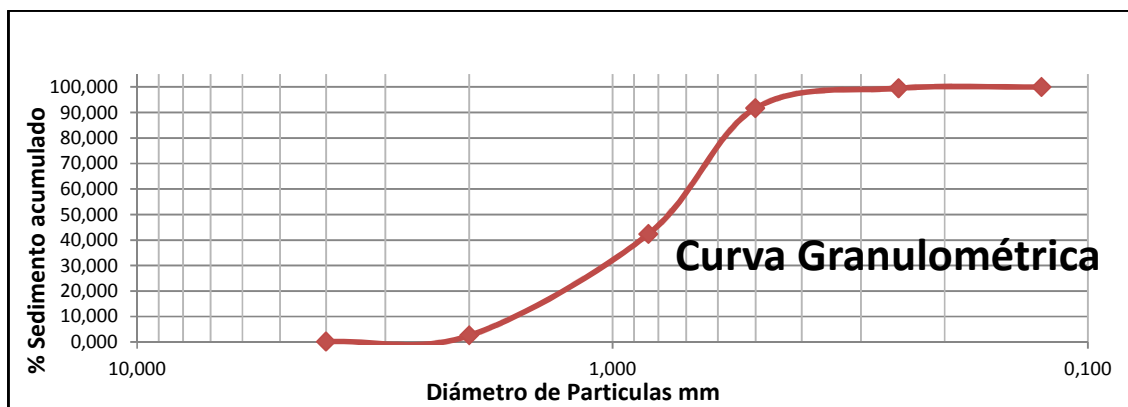


Figura A.10 Curva granulométrica M-5, Río Claro, estado Bolívar.

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 1/5

Título	Caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Rio Claro, sector la Elvira, Municipio Angostura, Estado Bolivar
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Williams Victor	CVLAC	178372946394935
	e-mail	Victorw_86@hotmail.com
	e-mail	
Aponte. P. Hilda C.	CVLAC	17.046.396
	e-mail	Hilcariubma23@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Palabras o frases claves:

los sedimentos
Rio Claro
sector la Elvira
Caracterización de los sedimentos

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias de la Tierra	Geólogo

Resumen (abstract):

El área de estudio se encuentra ubicada en el Sureste de Ciudad Bolívar, estado Bolívar, específicamente en el cauce de Río Claro – sector La Elvira. La investigación consistió en una caracterización de los sedimentos presentes en el cauce de Río Claro, a través de una exploración geológica. La metodología aplicada para el desarrollo de este proyecto se basó en tres etapas: etapa de oficina, etapa de campo y etapa de laboratorio; en la etapa de oficina se realizó una recopilación bibliográfica y cartográfica con el fin de obtener información acerca del área de estudio, se planificó el trabajo de campo y la ubicación de los sitios de muestreo; la etapa de campo consistió en el reconocimiento de la zona de estudio, el posicionamiento del área y la recolección de muestras, así como también permitió verificar la información geológica obtenida en trabajos realizados y en la etapa de laboratorio se realizaron los siguientes análisis: Granulométrico, morfológico, mineralógico y químico; los mismos se llevaron a cabo en El Instituto Geológico de minas (INGEOMIN), Sedimentología y geociencias de la Universidad de Oriente Núcleo. Una vez analizadas las muestras, en los diferentes laboratorios, se pudo constatar que los sedimentos que se encuentran presente en el cauce de Río Claro, presentan un buen escogimiento, de fracciones gruesas y no uniformes, con una morfología que varía de subangular (71%) a angular (21%), lo que nos indica que sufrieron poco transporte y cuya procedencia es cercana al área de estudio, con alto contenido de minerales livianos como el cuarzo y poca proporción de minerales pesados como la ilmenita, magnetita y trazas de oro. En lo referente a las rocas de la zona son de tipo metamórfico pertenecientes al Complejo Geológico de Imataca. Se recomienda realizar a futuro estudios geoquímicos más detallado en el cauce Río Claro – sector La Elvira de los sedimentos, para determinar posibles mineralizaciones de oro, titanio y otros de rendimiento económico.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL	Código CVLAC	e-mail
Jacques Edlibi	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐	
	CVLAC		
	e-mail		
	e-mail		
Castillo Lino	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒	
	CVLAC	12.602.226	
	e-mail		
	e-mail		
Acosta Enrrique	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒	
	CVLAC	5.082.874	
	e-mail		
	e-mail		
	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☐	
	CVLAC		
	e-mail		
	e-mail		

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2010	06	30

Lenguaje: spa

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

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Characterización de los Sedimentos.doc	Application/Pdf

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pregrado

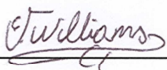
Área de Estudio: Departamento de Geología

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

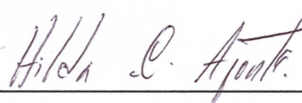
Derechos:

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
finés 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.

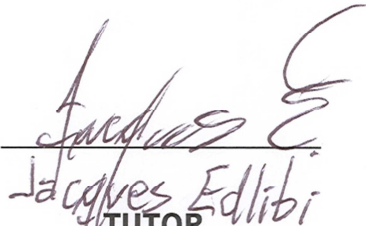


AUTOR 1



AUTOR 2

AUTOR 3

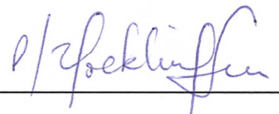


TUTOR

AUTOR 4



JURADO 1



JURADO 2

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS:



