

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE SUPERFICIE DEL
ÁREA COMPRENDIDA ENTRE LOS KM 27 Y KM 30 DE LA
AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ, ESTADO
BOLÍVAR (VENEZUELA)**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES CAMPOS T.,
ALBERTO J., Y PARELES P.,
ALFREDO O., PARA OPTAR AL
TÍTULO DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, ABRIL 2014



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLIVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado **“CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE SUPERFICIE DEL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE LOS KM 27 Y KM 30 DE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR (VENEZUELA)”**, presentado por los bachilleres Campos Alberto C. I 17.839.512, Pareles Alfredo C.I 16.650.110, como requisito parcial para optar al título de Geólogo ha sido **APROBADO** por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

NOMBRE

FIRMA

Prof. Jacque Edlibi
(Asesor)

Prof. Anna Bandini
(Jurado)

Prof. Jorge Abud
(Jurado)

Profesora Rosario Rivadulla
Jefa del Departamento de Geología

Profesor Francisco Monteverde
Director de Escuela

Ciudad Bolívar, Abril de 2014

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Grado, primeramente a Dios, por fortalecerme día a día, por darme las fuerzas para alcanzar este logro y poder seguir adelante a pesar de las circunstancias y por darme sabiduría para afrontar nuevos retos.

A mis padres Iraima Torres y José Campos por el apoyo que me brindaron día a día en el momento oportuno, tanto en los buenos como en los malos momentos, así como también me brindaron buenos consejos para lograr este objetivo. A mi hermana María Campos, por su apoyo y ayuda. A toda mi familia (abuelas, tíos y primos) y a aquellas personas que de una manera u otra me brindaron su ayuda y estimulación para la culminación de esta meta.

A mi hija Antonella Valentina, que esto le sirva de ejemplo para su futuro como estudiante que con constancia, dedicación, perseverancia y fe, podrá lograr todas sus metas.

Por último y no menos importante a una persona que siempre estuvo pendiente, me brindo su ayuda, su apoyo, sus consejos, su afecto y todo lo que estaba a su alcance para así poder alcanzar este logro. Gracias

Alberto Campos

DEDICATORIA

Primeramente dedico este trabajo a dios todopoderoso, por darme salud, fuerza, sabiduría y guiarme en el camino correcto para llegar a lograr esta meta y hacer posible la culminación del mismo.

A mis queridos padres Mariano Pareles y Iraida Pérez de Pareles por enseñarme el camino de lo bueno y lo malo, sus consejos y apoyarme siempre en todo momento, confiar en mí y su paciencia en todos estos años y los que quedan.

A mis hermanos Luis Mariano y Marianela Pareles por estar allí para mí cuando lo necesite y tenderme la mano en todo momento a pesar de cualquier dificultad.

A todos mis tíos que de una manera u otra me brindaron su ayuda, estimulación y apoyo para lograr la culminación de esta meta.

Alfredo O. Pareles P.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por darme toda la fuerza, valor y voluntad de seguir siempre adelante.

A nuestra Casa de Estudio, la Universidad de Oriente, por brindarme la oportunidad y el honor de formarme, a todos los profesores por todos los conocimientos transmitidos durante esta etapa de mi formación profesional.

A mi compañero Alfredo Pareles por su amistad, apoyo, comprensión y colaboración en el desarrollo de éste trabajo de grado y a lo largo de toda la carrera para así cumplir nuestra meta.

A mi tutor, profesor Ing. Jacques Edlibi por toda la colaboración prestada, las asesorías y orientación durante la realización de mi trabajo de grado.

A todos mis compañeros de estudios y amigos, por brindarme su amistad durante todo este tiempo, gracias por recorrer éste camino conmigo, por brindarme tantos buenos momentos en mi vida, sus apoyos y consejos a lo largo de toda la carrera.

Alberto Campos

Un sincero agradecimiento a la Casa más alta la Universidad de Oriente (Núcleo Bolívar) y a la Escuela de Ciencias de la Tierra, por abrirme sus puertas y tener el privilegio y la oportunidad de adquirir los conocimientos necesarios para ejercer la carrera y permitirme ser un profesional.

Especialmente a mi compañero Campos Alberto, a todos mis amigos y amigas de clase que aportaron ese incentivo apoyo y granito de arena para realización de este trabajo, ellos saben quiénes son y les estaré agradecido siempre.

A nuestro tutor académico Jaques Edlibi por su valiosa ayuda, colaboración y tiempo brindado para la realización de este trabajo de grado.

Al Instituto Nacional de Geología y Minería (INGEOMIN) en especial el Departamento de Preparación de Muestra, por abrirme las puertas brindarme su colaboración y ayuda.

Alfredo O. Pareles P.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó en el sector comprendido entre los kilómetros 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz, estado Bolívar, teniendo como objetivo general caracterizar la geología de superficie del sector mencionado. Para ello se planteó una metodología en cuatro etapas, la Etapa 1; que consistió en la revisión de la información bibliográfica y cartográfica con el fin de obtener información acerca del área de estudio y planificación del trabajo de campo. Etapa 2; reconocimiento y delimitación del área de estudio con GPS, levantamiento geológico el cual consistió en la toma de cuatro (4) muestras de rocas y tres (3) muestras de sedimentos del río Los Pegaos, lo que permitió determinar tres unidades geológicas en la zona, que de mayor a menor edad son: Complejo Geológico de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes, así como también el levantamiento del río, además de la toma de fotografías. Etapa 3; se refiere al análisis petrográfico realizados a dos (2) muestras de rocas, así como también a los análisis granulométricos, morfoscópicos y mineralógicos de las tres (3) muestras de sedimentos, estos análisis se realizaron en el Instituto Geológico y Minero (INGEOMIN). Por último la etapa 4; en esta se realizó el análisis e interpretación de la información obtenida en campo y de laboratorio y se digitalizó el mapa geológico. El Complejo Geológico de Imataca está representado por Charnockitas y Gnéis Granítico de edad Precámbrica; mientras que la Formación Mesa de edad Pleistoceno está compuesta por arenas cuya granulometría varía de grano medio a grueso y decrece de base a tope, de color marrón claro, y los Sedimentos Recientes de edad Holoceno que se presentan en los márgenes, fondo y las adyacencias del río Los Pegaos, producto principalmente de la erosión de la Formación Mesa y de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales tienen una granulometría de arenas de grano fino (50, 43%), arenas de grano medio (17,45%) y arenas de grano grueso (32,12%), lo que indica una circulación de moderada a baja de las aguas del río, con buen escogimiento; además las formas predominantes de las partículas tamaño arena son Angulares (30,55%) a Sub-redondeados (37,9%), esto nos permite inferir que las arenas provienen de lugares cercanos, como de la Formación Mesa. Así mismo los sedimentos están compuestos principalmente por Cuarzo (94,13%) y en menor cantidad porcentual anfíbol, feldespato, rutilo, circón, lo que indica que los sedimentos provienen tanto de la Formación Mesa como de la Provincia Geológica de Imataca.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE APÉNDICES.....	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
SITUACIÓN A INVESTIGAR	2
1.1 Situación objeto de estudio	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.4 Alcance de la investigación.....	4
1.5 Limitaciones de la investigación.....	4
CAPÍTULO II.....	5
GENERALIDADES	5
2.1 Ubicación Geográfica de la zona de estudio	5
2.2 Acceso al área de estudio	6
2.3 Características físicas y naturales.....	6
2.3.1 Clima	6
2.3.2 Precipitación.....	6

2.3.3 Evaporación.....	7
2.3.4 Temperatura	8
2.3.5 Insolación	9
2.3.6 Humedad	10
2.3.7 Vientos	11
2.3.8 Geomorfología	12
2.3.9 Vegetación.....	13
2.3.10 Fauna	17
2.3.11 Suelo	17
2.3.12 Drenaje	18
2.4 Geología regional.....	18
2.4.1 Provincia Geológica de Imataca.....	19
2.4.2 Formación Mesa	24
2.5 Geología local	25
2.5.1 Formación Mesa en la zona de estudio	26
2.5.2 Aluviones recientes	27
CAPÍTULO III	29
MARCO TEÓRICO	29
3.1 Antecedentes de la investigación	29
3.2 Bases teóricas	29
3.2.1 Las Rocas	29
3.2.2 Metamorfismo	30
3.2.3 Texturas y Estructuras de las rocas metamórficas	31
3.2.4 Facies metamórficas	33
3.2.5 Meteorización.....	34
3.2.6 Erosión	35
3.2.7 Origen de los sedimentos	36
3.2.8 Sedimentos	36
3.2.9 Transporte de Sedimentos	36
3.2.10 Sedimentación	38
3.2.11 Río	39
3.2.12 Ambiente continental	42
3.2.13 Definición de lagos.....	44
3.2.14 Esfericidad y redondez de las partículas de sedimentos clásticos.....	44
3.2.15 Análisis granulométrico	46
3.2.16 Escala de Wentworth (escala granulométrica)	46
3.2.17 Índice de redondez de los fragmentos clásticos	47
3.2.18 Determinación del grado de redondez de las partículas	48
3.2.19 Grados de redondez de las partículas	48

3.2.20 Relación entre esfericidad y redondez	51
CAPÍTULO IV	52
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	52
4.1 Tipo de investigación	52
4.2 Diseño de investigación	52
4.3 Revisión Bibliográfica y Cartográfica	53
4.4 Descripción de las unidades geológicas.....	54
4.5 Determinación de las unidades litológicas del Complejo de Imataca.....	55
4.6 Analizar la granulometría de los sedimentos del río Los Pegaos.....	57
4.7 Estudio de las características morfológicas de los sedimentos.....	58
4.8 Análisis mineralógico de los sedimentos.....	59
CAPÍTULO V	61
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	61
5.1 Descripción de las unidades Geológicas	61
5.1.1 Provincia Geológica de Imataca.....	61
5.1.2 Formación Mesa	61
5.1.3 Sedimentos Recientes.....	62
5.2 Determinación de las unidades litológicas del Complejo de Imataca	62
5.2.1 Muestra M1A1	63
5.2.2 Muestra M1A2	66
5.3 Análisis Granulométrico de los sedimentos	70
5.4 Estudio Morfológico de los sedimentos	71
5.5 Análisis mineralógico de los sedimentos	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
Conclusiones	77
Recomendaciones	78
REFERENCIAS	79
APÉNDICES.....	84
ANEXOS	114

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación Geográfica de la zona de estudio. (Google Earth 2004).	5
2.2 Distribución temporal de la precipitación media mensual (mm) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).	7
2.3 Distribución temporal de la evaporación media mensual (mm) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).	8
2.4 Distribución temporal de la temperatura media mensual (°C) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).	9
2.5 Distribución temporal de la insolación media mensual (horas sol) durante período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).	10
2.6 Distribución temporal de la humedad relativa mensual (%) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).	11
2.7 Distribución temporal de la velocidad media mensual de los vientos (m/s) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).....	12
2.8 Paisaje de zonas planas de sabanas y de lomeríos.	13
2.9 Sabana arbustiva.	14
2.10 Bosques de Galerías	14
2.11 Mapa de Provincias Geológicas del Estado Bolívar (Mendoza, V., 2005).	19
2.12 Colisión entre las Fajas Tectónicas (Ascanio, (1975).	21
2.13 Fajas Tectónicas de la Provincia Geológica de Imataca (Ascanio, 1975).	21
2.14 Columna estratigráfica de la Formación Mesa (Carrasco, S., 1985).	26
2.15 Evidencia de la presencia de la Formación Mesa.	27
3.1. Diferentes tipos de canales dentro de los sistemas Fluviales (Serra, O., 1986).....	42
3.2 Ambiente fluvial (Potter, 1959).	43
3.3. Redondez de los granos (Griem, W 1999)	50

4.1 Diagrama de Flujo de la investigación.....	53
5.1 Muestra de mano M1A1.....	63
5.2 Sección petrográfica aumento (10X/2X) nicoles cruzados.	64
5.3 Contenido mineralógico de la muestra M1A1.	66
5.4 Muestra de mano M1A2.....	67
5.5 Sección petrográfica aumento (10X/4X) nicoles cruzados.	68
5.6 Sección petrográfica aumento (10X/4X) nicoles paralelos.	68
5.7 Contenido mineralógico de la muestra M1A2.	70
5.8 Histograma de resumen promedio de las arenas por su granulometría procedentes de los sedimentos del cauce del río Los Pegaos.	71
5.9 Histograma de resumen promedio de las partículas sedimentarias de la cuenca del río Los Pegaos.	72
5.10 Gráfica del resumen promedio del análisis mineralógico realizado a las muestras de sedimentos del cauce del río Los Pegaos.	74

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Coordenadas UTM del área de estudio.	5
2.2 Especies de bosques de galería.	16
2.3 Especies vegetales de la sabana arbolada.	15
2.4 Fauna predominante en la zona.	17
3.1. Escala granulométrica de Uddem - Wentworth (1922).	47
4.1 Coordenadas UTM, Levantamiento del río.	55
4.2 Coordenadas UTM, ubicación de puntos de muestreo de rocas.	56
4.3 Coordenadas UTM, ubicación de puntos de muestreo de sedimento.	57
5.1 Resultado de los análisis granulométricos de los sedimentos del río Los Pegaos.	71
5.2 Grado de redondez de los sedimentos del río Los Pegaos	72
5.3 Resultado promedio del análisis mineralógico de las muestras de sedimentos de la cuenca del río Los Pegaos.	73

LISTA DE APÉNDICES

Pág.

APÉNDICE A

ANÁLISIS PETROGRÁFICOS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS 86

Figura A.1 Análisis petrográfico de la muestra M1A1 Charnockita..... 87

Figura A.2 Análisis petrográfico de la muestra M1A2 Gnéis Granítico..... 88

APÉNDICE B

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO LOS PEGAOS 89

Figura B.1 Curva granulométrica de la muestra MS1 90

Figura B.2 Curva granulométrica de la muestra MS2..... 91

Figura B.3 Curva granulométrica de la muestra MS3..... 92

APÉNDICE C

ANÁLISIS MORFOSCÓPICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO LOS PEGAOS 93

Figura C.1 Grafico del análisis morfosκόpico de la muestra MS1..... 94

Figura C.2 Grafico del análisis morfosκόpico de la muestra MS2..... 95

Figura C.3 Grafico del análisis morfosκόpico de la muestra MS3..... 96

APÉNDICE D

ANÁLISIS MINERALÓGICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO LOS PEGAOS 97

Figura D.1 Grafico de análisis mineralógico de la muestra MS1 98

Figura D.2 Grafico de análisis mineralógico de la muestra MS2 99

Figura D.3 Grafico de análisis mineralógico de la muestra MS3 100

APÉNDICE E

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR INGEOMIN 100

Figura E.1 Análisis Petrográfico de la muestra M1A1.....102

Figura E.2 Análisis Petrográfico de la muestra M1A2 104

Figura E.3 Análisis Granulométrico de la muestra MS1.....105

Figura E.4 Análisis Granulométrico de la muestra MS2	106
Figura E.5 Análisis Granulométrico de la muestra MS3	107
Figura E.6 Análisis Morfoscópico de la muestra MS1.....	108
Figura E.7 Análisis Morfoscópico de la muestra MS2.....	109
Figura E.8 Análisis Morfoscópico de la muestra MS3.....	110
Figura E.9 Análisis Mineralógico de la muestra MS1.....	111
Figura E.10 Análisis Mineralógico de la muestra MS2.....	112
Figura E.11 Análisis Mineralógico de la muestra MS3.....	113

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
1. Mapa geológico del área de estudio	102

INTRODUCCIÓN

El Escudo de Guayana está caracterizado por una diversidad de rocas con características físicas y químicas distintas, que pertenecen de acuerdo a sus propiedades y edades a las Provincias Geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima que a través de las cuales se han formado depósitos de sedimentos producto de los procesos Geodinámicos externos, entre estos depósitos podemos nombrar los depósitos residuales y aluviales.

Los depósitos aluviales reúnen características físicas, químicas y mineralógicas que le proporcionan al geólogo información útil en cuanto a los niveles de energía del río, el transporte y la procedencia. De manera que en este trabajo de investigación además de estudiar las distintas litologías se realizan análisis granulométricos, morfoscópicos y mineralógicos cuyos resultados posteriormente son analizados.

El trabajo está estructurado en cinco (5) capítulos que se desglosan a continuación, el capítulo I se basa en las definiciones de los objetivos de la investigación, el capítulo II está relacionado con las generalidades del área de estudio, en el capítulo III se definirán las bases teóricas del mismo, en el capítulo IV se describe la metodología y pasos para realizar la investigación, en el capítulo V se explica de manera detallada los análisis de los resultados que se obtendrán del estudio de las muestras, de esta manera realizando las investigaciones y cumpliendo con los requisitos anteriores se estarán dando conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

Las rocas ígneo – metamórficas se encuentran aflorando en diferentes regiones a nivel mundial, pero no contándose con la suficiente o detallada información de ellas en algunas zonas en específico, como es el caso del tramo comprendido entre los km 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz. Esta zona es atravesada por el río Los Pegaos, cuyos sedimentos no han sido estudiados por lo cual no se encuentra información de ellos.

Dada la situación de no contar con la suficiente información geológica en la zona, se decidió realizar un estudio geológico con la finalidad de caracterizar la geología de superficie del área comprendida entre los km 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz, donde se determinaran cada una de las unidades geológicas, así como también las unidades litológicas del Complejo de Imataca, se les realizara análisis granulométricos, morfológicos y mineralógicos a los sedimentos del río dentro del área seleccionada, con el fin de conocer la procedencia y distancia recorrida por los sedimentos, del área de estudio se realizara un mapa geológico donde se podrá visualizar los afloramientos, el cauce del río y los puntos de tomas de muestras tanto de rocas como de los sedimentos aluviales.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Caracterizar la geología de superficie del área comprendida entre los Kilómetros 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz, estado Bolívar, Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir las unidades geológicas del área de estudio.
2. Determinar las unidades litológicas del Complejo de Imataca en el área de estudio a través de las características petrográficas de las rocas.
3. Analizar la granulometría de los sedimentos del río Los Pegaos en el tramo del área de estudio.
4. Estudiar las características morfológicas de los sedimentos del río Los Pegaos dentro del área de estudio.
5. Analizar mineralógicamente los sedimentos del río Los Pegaos en el tramo de estudio.

1.3 Justificación de la investigación

Este trabajo de investigación va a permitir la reinterpretación de la geología del área, con el objeto de contribuir con el inventario de la geología del estado Bolívar,

ya que busca ampliar la información acerca de la gran diversidad de rocas y sedimentos presentes en el área de estudio.

1.4 Alcance de la investigación

Establecer las características geológicas del área de estudio y la procedencia de los sedimentos que se encuentran a lo largo del río Los Pegaos.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Algunos lugares son de difícil acceso para la toma de muestras de sedimentos por la presencia de abundante vegetación.

2. La falta de equipos de perforación para la toma de muestras de rocas frescas en los afloramientos que están meteorizados.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación Geográfica de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra al Norte del estado Bolívar, entre los kilómetros 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz (Figura 2.1), la cual está delimitada por las coordenadas UTM que se muestran en la Tabla 2.1. (Silva, C. y González, M., 2010).

Tabla 2.1 Coordenadas UTM del área de estudio. (Silva, C. y González, M., 2010).

PUNTO	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE
1	463353	903881
2	463533	903443
3	466410	904569
4	466455	904139

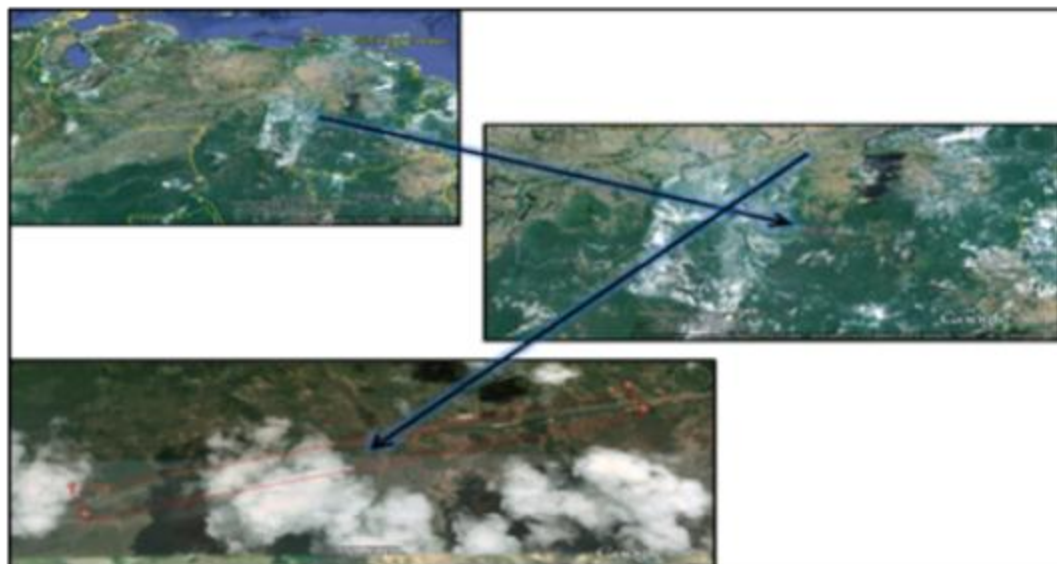


Figura 2.1 Ubicación Geográfica de la zona de estudio (Google Earth 2004).

2.2 Acceso al área de estudio

La vía principal de acceso al área de estudio es a través de la autopista Ciudad Bolívar - Puerto Ordaz, con la ayuda de un vehículo, hasta alcanzar el kilómetro 27 que es donde se encuentra el área ya mencionada, luego mediante caminatas expeditivas se observaron las distintas características geológicas, geomorfológicas, etc.

2.3 Características físicas y naturales

2.3.1 Clima

Para la caracterización del clima, se emplearon los datos de las variables climatológicas registradas en la estación de Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (FAV) con sede en el aeropuerto de Ciudad Bolívar, no estando dentro de las zonas estudiadas, posee información de datos climatológicos de la misma. Tal estación es del tipo C1, es decir registra precipitación, evaporación, temperatura, radiación solar, insolación, humedad relativa y viento (dirección predominante y velocidad). A continuación con base en la información registrada por el Servicio de Meteorología FAV del Aeropuerto de Ciudad Bolívar para el periodo climático comprendido desde el año 1994 hasta el año 2008, se hace una descripción temporal de los parámetros que definen el clima de la zona (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.2 Precipitación

Los promedios de precipitaciones se ubicaron para la media anual en 84,2 mm aproximadamente. Se presentan dos períodos: uno lluvioso que va desde Mayo hasta Noviembre, con Julio como el mes de mayor pluviosidad (184 mm); y otro de sequía,

que va desde Diciembre hasta Abril, siendo el mes de Febrero el que registra la pluviosidad más baja del año (16 mm) los meses de Abril y Diciembre se comportan como transicionales entre los períodos de sequía y lluvia y viceversa, respectivamente (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

La Figura 2.2 muestra adicionalmente, que el régimen pluviométrico es unimodal; es decir, se registra un solo máximo de pluviosidad durante el año, el cual ocurre en el mes de Julio (184 mm), aunque los meses de Junio (170 mm) y Agosto (150 mm) se observa un ligero incremento en las lluvias.

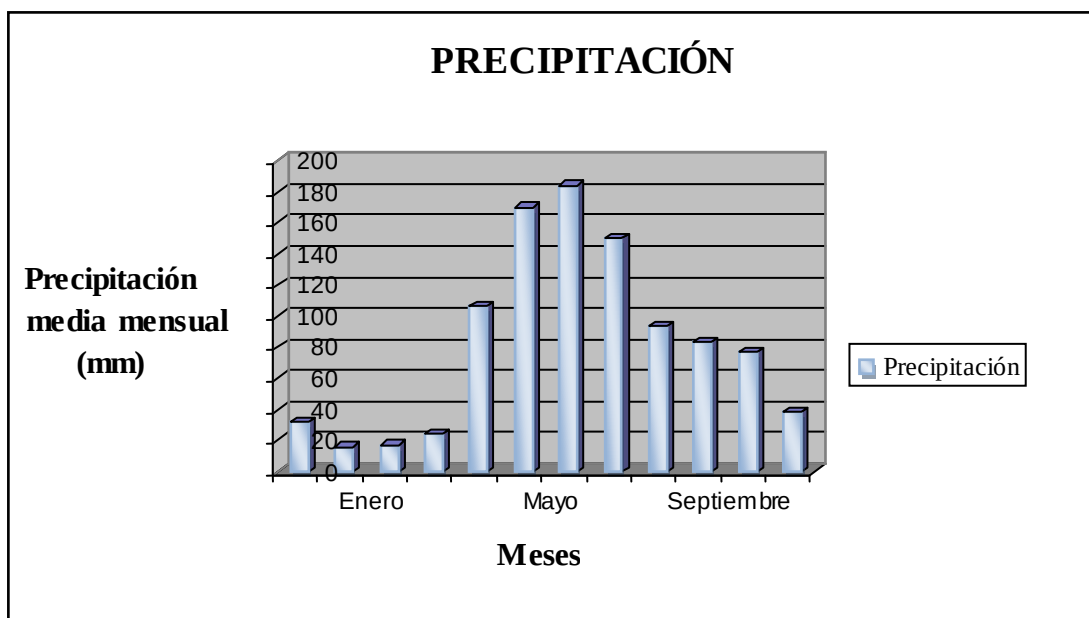


Figura 2.2 Distribución temporal de la precipitación media mensual (mm) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.3 Evaporación

Según el promedio de la evaporación media anual, ésta se ubica en 120 mm. Los meses de mayor evaporación van desde Enero hasta abril con máximos durante

Abril (139,00 mm) y Marzo (137 mm) y su valor más bajo se registra durante los meses que van desde Junio hasta Noviembre, con mínimos en Julio (68 mm) y Junio (68 mm), esto es debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa así como también al sensible aumento de la velocidad del viento, como se muestra en la Figura 2.3 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

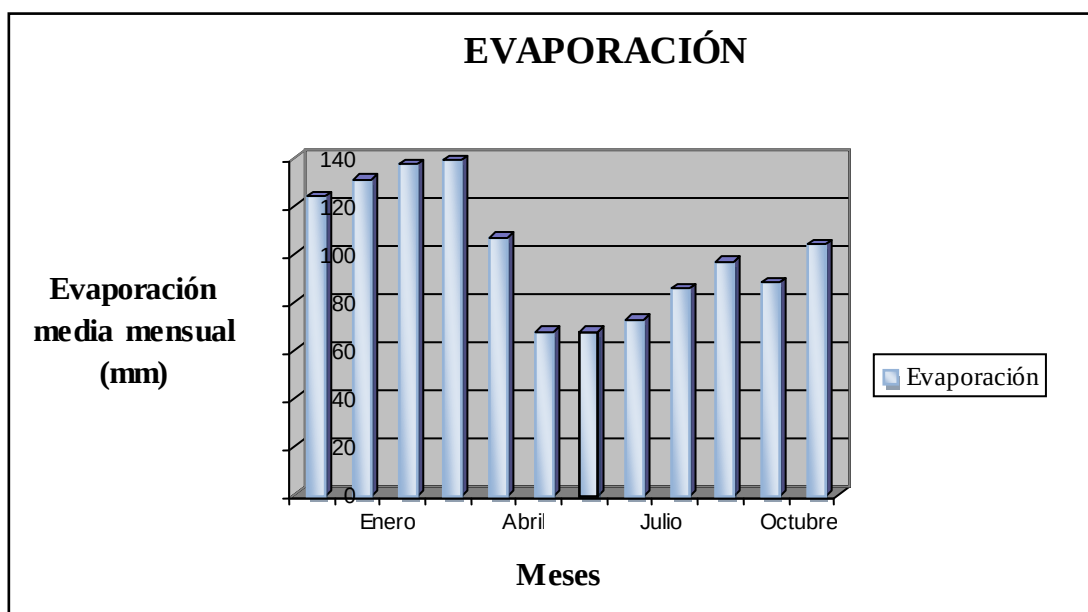


Figura 2.3 Distribución temporal de la evaporación media mensual (mm) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.4 Temperatura

La temperatura media anual en el área de estudio está en 27,8 °C y el máximo principal ocurre en los meses de Abril y Mayo (29°C). Los valores mínimos de temperaturas medias se registran en los meses de Enero y Febrero (25°C), así como se muestra en la Figura 2.4 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

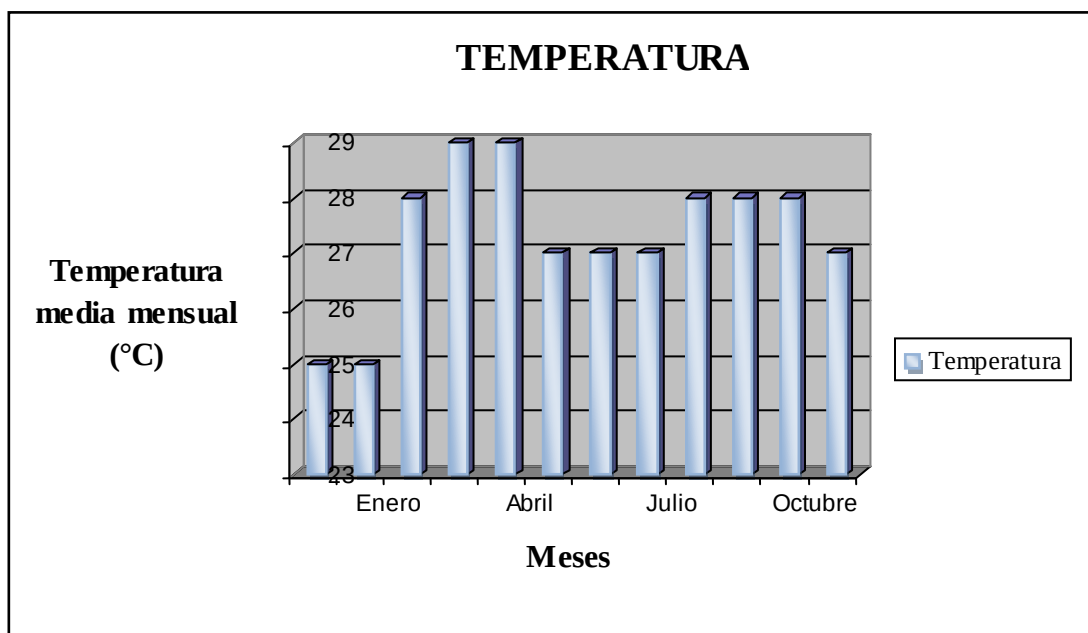


Figura 2.4 Distribución temporal de la temperatura media mensual (°C) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.5 Insolación

El área de estudio recibe un promedio de insolación media mensual de 7,9 horas sol, aproximadamente. La máxima insolación media se alcanza durante el mes de Mayo (12 horas de sol), y la mínima durante el mes de Junio (6, horas sol). En el período de Septiembre a Diciembre los valores de insolación media mensual son constantes (8 horas sol), como se refleja en la Figura 2.5 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

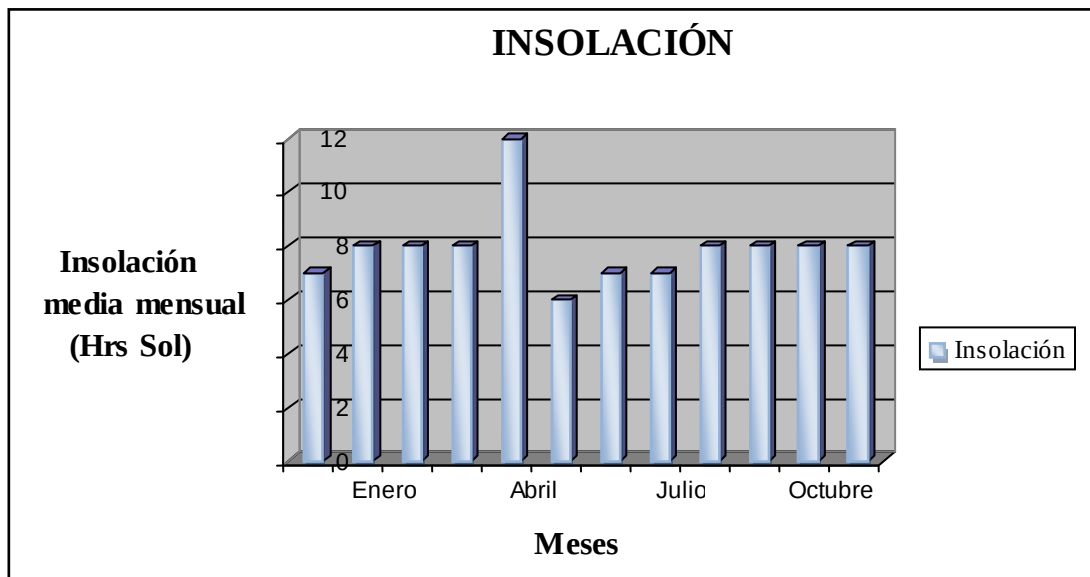


Figura 2.5 Distribución temporal de la insolación media mensual (horas sol) durante período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.6 Humedad

El promedio de la humedad media mensual se ubica en 78,7%, los máximos de la humedad relativa se representan durante la época de Junio (83,00%), Julio (85,00%), Agosto y Septiembre (81%) mientras que los valores mínimos se alcanzan en la época de Enero (72%), Febrero (70,00%), Marzo y Abril (72,00%), como se observa en la Figura 2.6 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

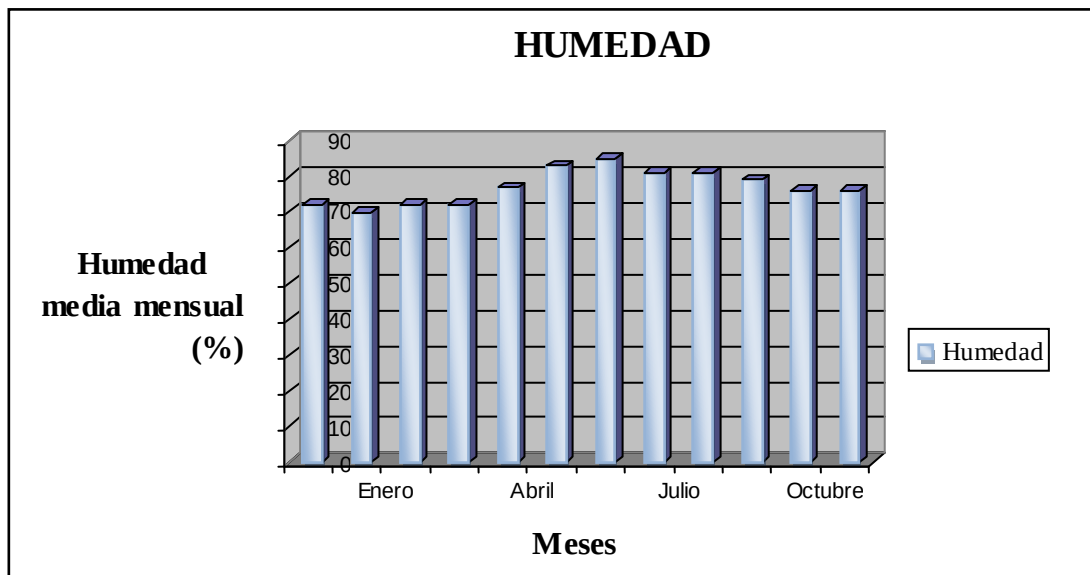


Figura 2.6 Distribución temporal de la humedad relativa mensual (%) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.7 Vientos

El promedio de la velocidad media mensual de los vientos es de 11,6 m/s, registrándose los valores máximos en los meses de Febrero (15 m/s), Marzo (16 m/s) y Abril (15 m/s), los valores mínimos se registran en el período comprendido por los meses Agosto, Septiembre y Octubre (8 m/s), la dirección prevaleciente del viento es en sentido E (Este) y ESE (Este-Sureste), mostrados en la Figura 2.7 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

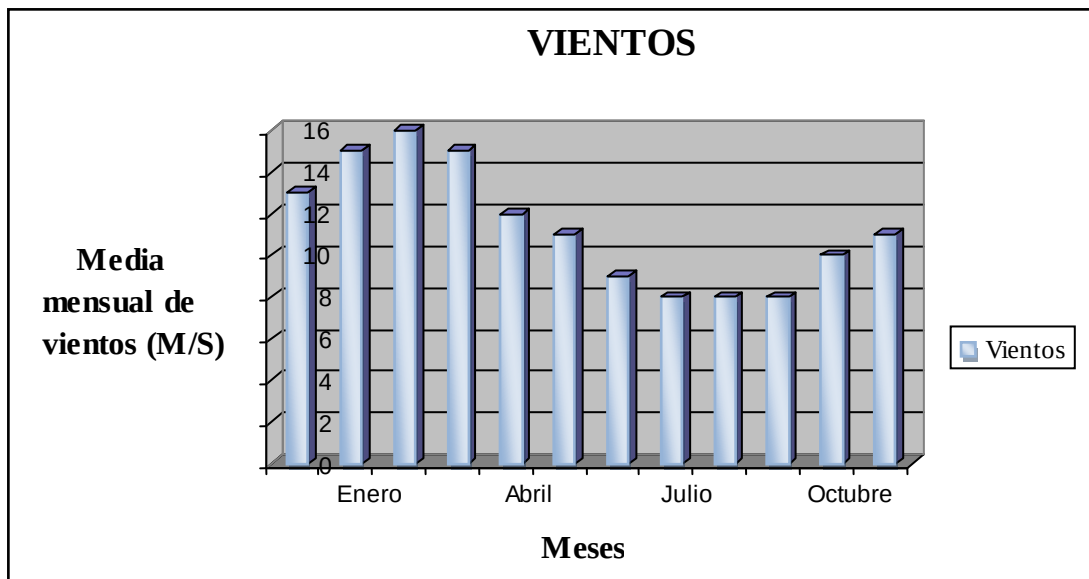


Figura 2.7 Distribución temporal de la velocidad media mensual de los vientos (m/s) durante el período climático 1994-2008 (Servicio de Meteorología FAV, 2009).

2.3.8 Geomorfología

En el área de estudio, se observan básicamente dos tipos de paisajes bien diferenciados; uno de lomeríos tanto estructurales como no estructurales, y otro de zonas planas de sabana (Figura 2.8) (Herrera, V. 2010).

1. Paisaje de lomeríos estructurales: este tipo de lomerío tiene su origen relacionado con los factores endógenos de la corteza terrestre, en este caso las rocas que conforma este paisaje son los Gneis y Charnockita. El tipo de relieve que define esta unidad es de lomas con alturas relativas menores de 50m (Herrera, V. 2010).

2. Paisaje de lomeríos no estructurales: son similares a los anteriores en aspectos como las pendientes y desniveles, los tipos de relieve que los caracterizan son de lomas (Herrera, V. 2010).

En los afloramientos objeto de estudio se pudo observar que han sido afectados fuertemente por la meteorización.

3. Paisaje de planicie: son los paisajes de mayor uniformidad, presentando pendientes generales que varían de 0 a 4%. En la zona de estudio son del tipo deposicional, y corresponden a la Formación Mesa, que consiste en sedimentos del Plio-pleistoceno (Herrera, V. 2010).



Figura 2.8 Paisaje de zonas planas de sabanas y de lomeríos (Herrera, V. 2010).

2.3.9 Vegetación

En la zona de estudio hay dos tipos de comunidad vegetal; una de sabana arbustiva y otra de bosque de galería (Figuras 2.9 y 2.10) (Herrera, V. 2010).

La vegetación de sabana se presenta en los valles y algunas colinas bajas; caracterizada por gramíneas, chaparros y algunos arbustos (Tabla 2.3) (Herrera, V. 2010).

El bosque de galería se encuentra formando una asociación edáfica, siempre verde, creciendo a orillas del curso de agua, como se puede observar en la figura 2.10, (márgenes y áreas de influencia freática), con sus raíces en la zona de saturación de humedad o cerca de ella, Estructuralmente se caracteriza por ser de baja a mediana altura y mediana a densa cobertura (Herrera, V. 2010).



Figura 2.9 Sabana arbustiva (Herrera, V. 2010).



Figura 2.10 Bosques de Galerías (Herrera, V. 2010).

Tabla 2.2. Especies de bosque de galería (Herrera, V. 2010).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Aceite	<i>Coppaifera officinalis</i>
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Jobo	<i>Spondias monbim</i>
Algarrobo	<i>Hymenaea coubaril</i>

Tabla 2.3 Especies vegetales de la sabana arbolada (Herrera, V. 2010).

TIPO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Arbusto	Chaparro Manteco.	Byrsonima rugosa.
	Chaparro.	Curatella americana.
	Manteco Merey.	Byrsonima.
	Guayabita Sabanera.	Psidium Guianense.
	Merey.	Anacardium occidentale.
	Uvero.	Coccoloba caracasana
Gramíneas	Paja Peluda	Axonopus chysodactylus
		Axonopus anceps.
		Axonopusaureus.
	Pasto Sabanero.	Andropongo virgatus.
		Andropongo biconis.
		Andropongo selloanus.
	Paja de Agua.	Cyperus leptostachgus.
Cyperace	Cadillo.	Cenchrus pilosus.
	Dormidera.	Momisa dormiens.
Fruteces	Centrocema.	Centrosema venosum.
	Mastranto.	Hyptis suaveolens.

2.3.10 Fauna

En la zona de estudio habitan diferentes especies entre mamíferos, aves, reptiles y anfibios, distribuidas en las unidades ecológicas llamadas Sabana y Bosque de Galería, en la Tabla 2.4 se muestra la fauna presente (Herrera, V. 2010).

Tabla 2.4 Fauna predominante en la zona (Herrera, V. 2010).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Rabipelado	<i>Didelphis marsupiales</i>
Conejo	<i>Silvilagus brasiliensis</i>
Iguana	<i>Iguana iguana</i>
Caricare	<i>Polyborus plancus</i>
Rana	<i>Leoptodactylus wagneri</i>
Cascabel	<i>Crotalus durissus</i>

2.3.11 Suelo

En la zona de estudio la cobertura del suelo es mayormente arenoso en superficie y arcilloso en profundidad, observándose generalmente entre lomas que conforman el paisaje de planicies. Los suelos que se han desarrollado en esta zona, son el producto de la meteorización y erosión de las rocas que constituyen el basamento ígneo metamórfico predominante en el área de estudio, originando un suelo de color rojizo (Herrera, V. 2010).

Los suelos son ácidos con bajo contenido de materia orgánica. La capacidad de retención de humedad es muy baja en los primeros estratos del suelo y moderada en profundidad, permeabilidad muy rápida a moderada y drenaje bueno (Herrera, V. 2010).

2.3.12 Drenaje

El área de estudio está controlada por el río Los Pegaos, cuyas aguas corren en dirección Norte, el cual no permanece durante todo el año con corrientes continuas, por cuanto en los períodos de lluvia experimenta crecidas y en los períodos de sequía el descenso del mismo

2.4 Geología regional

El escudo de Guayana se localiza al Sur del Río Orinoco y ocupa aproximadamente el 50% de la superficie de Venezuela, con rocas tan antiguas como 3,41 G.a. (Granulitas y Charnockitas del Complejo de Imataca) y tan jóvenes como 0,711 G.a. (Kimberlitas Eclogíticas de Guaniamo), que registran en buena parte una evolución geotectónica similar a la de otros escudos pre-cámbricos en el mundo, con al menos ruptura de supercontinentes en 2.4 – 2.3 G.a. (Guayanensis), 1.6 – 1.5 G.a. (Atlantica-Caura), 0.8-0.7 G.a. (Rodinia), y 0.2 G.a. (Pangea) (Mendoza, V. 2005).

En particular, el escudo de Guayana que se compone de las Provincias Geológicas de Imataca, Pastora, Cuchivero y Roraima forma parte del Cratón Amazónico del precámbrico de Sur América, que se extiende por el norte de Brasil, las Guayanas, remanentes precámbrico de Colombia y de Bolivia y estaba unido a África Occidental hasta la ruptura del Pangea, hace unos 200 millones de años (Mendoza, V. 2005).

Estas provincias se diferencian en sus direcciones estructurales, estilos de deformación tectónica, asociaciones litológicas y metalogénicas, y edades. Petrologicamente la provincia de Imataca pertenece al denominado cinturón granulítico, Pastora y los cinturones verdes, y Cuchivero se caracteriza por grandes extensiones de granitos (1800 ± 2000 m.a) y granitos post tectónicos (1500 m.a). La

Provincia de Roraima descansa de manera discordante sobre rocas pertenecientes a la Provincia de Pastora y Cuchivero (Figura 2.11) (Mendoza, V. 2005).

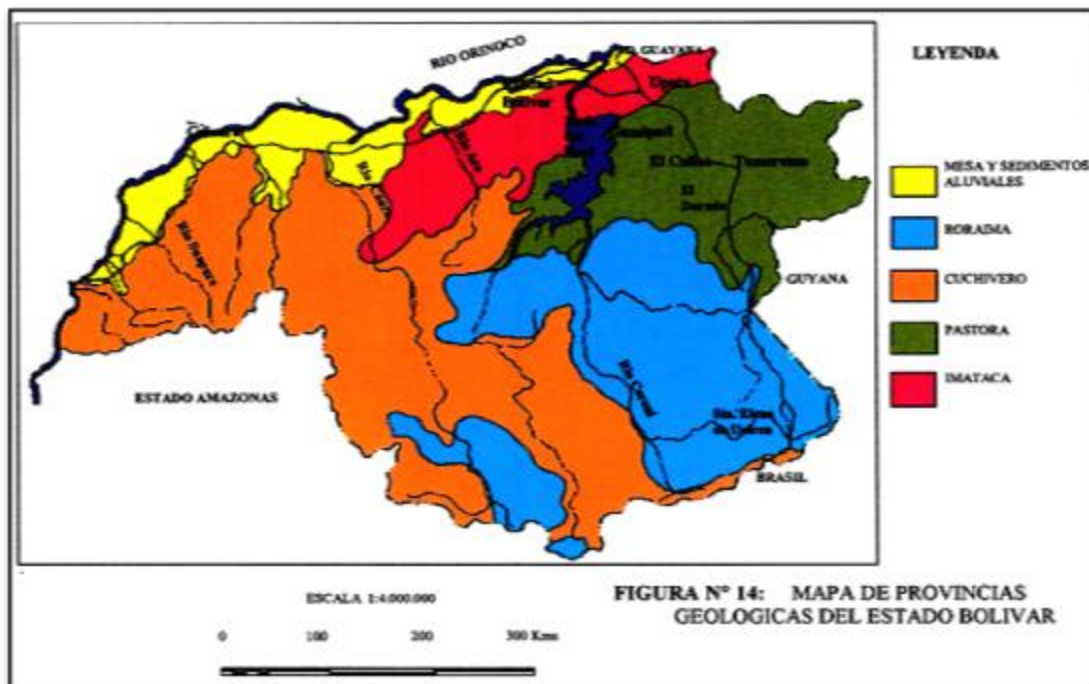


Figura 2.11 Mapa de Provincias Geológicas del Estado Bolívar (Mendoza, V., 2005).

2.4.1 Provincia Geológica de Imataca

La Provincia de Imataca se extiende en dirección SO-NE desde las proximidades del río Caura hasta el Delta de Orinoco y en dirección NO-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 550km y 80km respectivamente (Mendoza, V. 2005).

Litológicamente esta Provincia está formada por gneises graníticos y granulitas félsicas (60-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15-20%), y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes y remanentes erosionales

de menos metamorfismo y más jóvenes CRV-TTG gnéissicos (El Torno Real Corona), con las siguientes litologías secundarias: cuarcita, caliza impura metamorfizada, roca rodonítica-granatífera, roca cuarzo-granatífero-grafítica y esquistos bronzítico-hornabléndico-biótitico. La secuencia está intrusionada por cuerpos graníticos básicos. El complejo se caracteriza por estructuras anticlinales bien desarrolladas y estructuras sinclinales mal definidas, con rumbo este-noreste, hacia la porción occidental del complejo, se desarrollan domos equidimensionales, muchos de ellos con orientación norte-sur (Mendoza, V. 2005).

El metamorfismo registrado en estas rocas decrece desde la mina de Hierro del Pao, con granulitas de dos piroxenos en charnockitas, anortositas y granulitas máficas y hasta ultramáficas (que sugieren temperaturas de 750°C-850°C y moderadas a elevadas presiones de 8-8.5kbs, equivalentes a menos de 30km de presión de roca), hacia la zona de Gurí con anfibolitas, granulitas y migmatitas, rocas graníticas, con granate-cordierita-sillimanita (que implican temperaturas de 650°C-700°C y presiones de 4-7kbs ósea menores de 20km de espesor de roca). Estas rocas de alto grado metamórfico se interpretan (Mendoza, 1974) como evolucionados primitivos Cinturones de Rocas Verdes y Complejos Graníticos Potásicos y Sódicos, varias veces tectonizados y metamorfizados hasta alcanzar las facies anfibolitas y granulitas y sufrir luego parcialmente metamorfismo retrogrado, registrado toda la historia evolutiva del escudo (Mendoza, V. 2005).

Ascanio (1975) postuló que parte al menos del Complejo de Imataca está formado por varias fajas tectónicas que representan microcontinentes que por deriva chocaron unos con otros por obducción quedando separados entre sí por corrimiento, Ascanio denominó estas fajas como La Encrucijada, Ciudad Bolívar, Santa Rosa, La Naranjita, La Ceiba, Laja Negra y Cerro Bolívar, Rodríguez,(1997) Figura 2.12 y 2.13, en Ascanio (1975) destacó los tipos de rocas graníticas charnockíticas, y

1. Faja La Encrucijada: está constituida predominantemente, por gneises piroxénicos y monzograníticos dentro de los cuales se han emplazado las sienitas cuarcíferas y los granitos de la encrucijada. Estos gneises tienen colores verdes, grises y rosados; son grano medio a grueso, bandeados, equigranulares y porfídico. Hacia el Sur yace debajo de la Faja de Ciudad Bolívar y hacia el Norte está cubierta intermitentemente por la Formación Mesa. El rumbo general de la foliación es N30°O (Ascanio 1975).

2. Faja de Ciudad Bolívar: La faja de Ciudad Bolívar consta de gneises cuarzo-feldespáticos de grano grueso, generalmente granatíferos, intercalados con esquistos y anfibolitas. Contiene formaciones de hierro intercaladas que han dado lugar a las colinas de Montecrito, El Entremedio, Cerro de Hacha, Buenos Aires y María Luisa. Las formaciones en María Luisa son espesor suficientes como para constituir yacimientos industriales de mineral de hierro. El rumbo general de las estructuras son N60°O (Ascanio 1975).

La faja de Ciudad Bolívar reposa sobrecorrida encima de la Faja de La Encrucijada. El contacto está definido por una intercalación de gneises y anfibolitas del lado de la faja de Ciudad Bolívar, que descansa sobre las rocas cuarzo-feldespáticas de grano grueso de la faja La Encrucijada (Ascanio 1975).

3. Faja de Santa Rosa: En esta faja se encuentran gneises cuarzo feldespáticos biotíticos, grises bandeados, intercalados con gneises piroxénicos y con formaciones de hierro, anfibolitas y un gneis granodiorítico blanco en forma de lentes delgados. Este gneis granodiorítico es resistente a la meteorización y sus fragmentos con los de las formaciones de hierro contribuyen a formar depósitos de laderas que protegen las rocas subyacentes contra la erosión formando colinas y filas alargadas. Reposo sobrecorrida sobre la faja de Ciudad Bolívar y al Sur debajo de la faja La Naranjita,

La Ceiba y Laja Negra. El contacto entre la faja de Santa Rosa y La Naranjita coincide con la isográdica del ortopiroxeno de Dougan, para la cual el sugiere un control estructural. El rumbo general de la faja de Santa Rosa es de N60°O (Ascanio 1975).

4. Faja La Naranjita: en la faja La Naranjita afloran gneises de grano grueso a veces bien bandeados, intercaladas con anfíbolitas y con lentes delgados de formaciones de hierro. En esta faja se encuentran un anticlinal cerrado definido por las trazas de las formaciones de hierro. La Naranjita constituye un codo estructural de rumbo NE-EO-NO donde el drenaje toma la dirección N-S. Dentro de este conjunto de rocas Dougan, (1972) en Ascanio (1975) coloca la isográdica de la moscovita.

5. Faja de Cerro La Ceiba: la faja de Cerro La Ceiba aflora desde 18km, al oeste del Cerro La Ceiba hasta el río Tocomá al pie de Cerro Toribio. Tiene una anchura máxima de 10km y está formada por gneises cuarzo-mozoníticos, Kalliokoski, (1965) en Ascanio (1975), describió la monzonita cuarcífera de Cerro La Ceiba como la zona más extensa de gneis cuarzo-feldespático conocida hasta el presente, libres de formación de hierro y anfíbolita la cual aflora entre Ciudad Bolívar y Cerro Bolívar. El gneis de Cerro La Ceiba es de color rosado, grano grueso, contorsionado, con desarrollo de pegmatitas paralelas al bandeamiento. Además se desarrollan cuerpos de rocas graníticas de 10 a 15mts de espesor, con restos de gneis graníticos. En la faja de Cerro La Ceiba el rumbo general de la foliación es de N45°O y controla el drenaje, el cual tiene la misma dirección (Ascanio 1975).

6. Faja de Laja Negra: esta faja de rocas está cruzada por la carretera Ciudad Piar-Ciudad Bolívar, desde el puente sobre el río Yaunó hasta cerca de Orocopiche. Está constituida por gneis cuarzo feldespáticos biotíticos contorsionados, de grano grueso con vetas delgadas de pegmatitas. Estas vetas a veces cortan la foliación, sin

embargo, son paralelas en la mayoría de los casos. Los gneises descritos están penetrados por una generación de gneises idénticos, pero de grano más fino, y están intercalados con formaciones de hierro en el sitio denominado bacalao, al Norte de Cerro Bolívar y además en varias partes al Oeste del río Marcela. En Laja Negra las estructuras tienen un rumbo variable de N20°O a Norte-Sur. El drenaje tiene una dirección N45°O predominantemente (Ascanio 1975).

7. Faja de Cerro Bolívar: esta faja de rocas aflora desde la falla de Santa Bárbara hasta la falla del río Carapo. Está constituida por gneises cuarzo feldespáticos grises y rosados, con formaciones de hierro de poco espesor en la parte inferior de la sección, las cuales afloran en los núcleos de los anticlinales. En la parte superior de la sección se encuentran alojadas en forma de sinclinales formaciones de hierro de grano fino, que tienen hasta 200mts de espesor. A partir de estas formaciones por procesos de laterización, se originaron los yacimientos de Arimagua, San Isidro, Altamira, Cerro Bolívar, El Trueno, y los yacimientos intermedios. La estructura de esta faja tiene un rumbo general N60°E, pero al llegar al Cerro Bolívar toman el rumbo Este-Oeste. La faja del Cerro Bolívar reposa debajo de las rocas que se encuentran al Sur de la faja de Santa Bárbara y esta sobrecorrida sobre las fajas de La Naranjita, Cerro La Ceiba y Laja Negra. La mayor parte de esta faja reposa sobre la faja Laja Negra (Ascanio 1975).

2.4.2 Formación Mesa

La Formación Mesa se encuentra en contacto deposicional con sedimentos recientes al Norte, y al Sur con rocas pertenecientes al Complejo de Imataca. De acuerdo al patrón de radar presenta un relieve plano con respecto a otros paisajes, textura lisa donde no está disectada y rugosa donde sí lo está (Mendoza, V. 2005).

Se encuentra suprayacente a las rocas del Complejo de Imataca. Se asigna a la Formación Mesa una edad que va del Plio-Pleistoceno. Las capas afloran desde la Serranía del Interior al Norte, por toda la Cuenca Oriental de Venezuela, y a través del río Orinoco al Sur, desde una zona tan occidental como la curva de El Infierno hasta Delta Amacuro (Mendoza, V. 2005).

En la zona de la Cuenca Oriental de Venezuela la Formación Mesa se hace más potente y de textura más gruesa hacia el Este. Al Sur del río Orinoco los estratos forman un borde biselado irregular sobre las rocas precámbricas (Mendoza, V. 2005).

La Formación Mesa, de color generalmente rojizo en superficie, comprende una secuencia de arcillas, limolitas y arenas limolíticas bien estratificadas, masivas a laminadas (Mendoza, V. 2005).

Se le interpreta como un relleno de materiales fluvio deltaicos, durante una transgresión del mar hacia el Sur (subsistencia del escudo). Estos sedimentos rellenaron el basamento erosionando, formando “islas” de sedimentos y aislando las partes más altas del basamento que ahora aparecen como pequeños afloramientos, junto con filas de cuarcita. Hay casos donde los ríos y pequeñas quebradas como Candelaria cortan la Formación Mesa y exponen el basamento (Mendoza, V. 2005).

2.5 Geología local

El área de investigación está constituida en su mayor parte por los sedimentos de la Formación Mesa, y en menor proporción por los Sedimentos Recientes o aluviones recientes como lo define Yáñez, G. (1990), en su trabajo “Geomorfología del área entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana”.

A pesar de la cobertura de estos sedimentos, las rocas pertenecientes al Complejo de Imataca afloran en el área, de no ser así se infiere su existencia a algunas decenas de metros de profundidad debido a que la Formación Mesa se encuentra discordante con el Complejo de Imataca en Ciudad Bolívar, tal como se muestra en la columna estratigráfica (Figura 2.14).

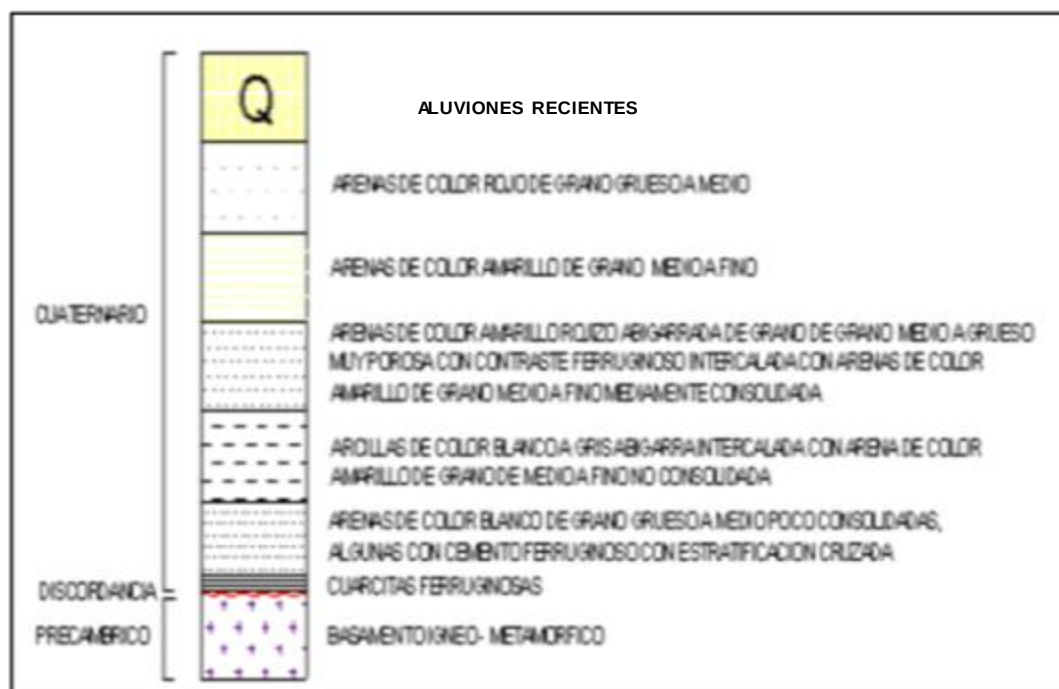


Figura 2.14 Columna estratigráfica de la formación Mesa (Carrasco, S., 1985).

2.5.1 Formación Mesa en la zona de estudio

La Formación Mesa en la zona de estudio es de color generalmente rojizo, producto de la lixiviación de hierro y comprende una secuencia de arcillas limonitas y arenas bien estratificadas y arenas de tonos claros (González de Juana, C., y otros 1980) tal como se puede mostrar en la fotografía tomada en el área estudiada en la Figura 2.15.



Figura 2.15 Evidencia de la presencia de la Formación Mesa.

2.5.2 Aluviones recientes

Los componen materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía y el viento hacia los diferentes ríos de la región (González de Juana, C. y otros 1980).

Los materiales comprenden cantos, peñones, gravas, arenas, limos, arcillas, coloides y otras partículas en suspensión que se han depositado desde el Holoceno hasta el presente en el fondo de los cauces de los ríos, formando depósitos de cauce, y en épocas de crecida, originando las barras de meandro. Estos materiales, de color amarillento a blanco y con una granulometría variable, se encuentran dispuestos en forma de planicies que dan origen a pequeñas terrazas constituidas por sedimentos

arenosos-limosos, acarreados por los ríos, principalmente en épocas de lluvia (González de Juana, C. y otros 1980).

La mineralogía de las arenas que conforman los sedimentos recientes está constituida por 70% de cuarzo, 26% de feldespatos, 3,5% de micas y otros minerales opacos y 0,5% de otros minerales accesorios. Respecto a las características físicas se cuentan el peso específico de 2,67; el color; su módulo de firmeza de 2,4%; su textura media; la resistencia muy tenaz; su dureza de 7,1; no es reactiva al cemento (0%) y los granos son angulares (González de Juana, C. y otros 1980).

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

En el año 2010, Herrera Verónica, Manzano Adriana, realizaron el trabajo de investigación titulado Caracterización Geológica y Geotécnica de las rocas aflorantes en el fundo los 5 Rondón y sus alrededores, ubicado en el sector Los Roques, km 24 de la autopista Ciudad Bolívar - Puerto Ordaz, estado Bolívar. En donde se encontraron rocas pertenecientes al Complejo Geológico de Imataca, el cual mediante análisis petrográficos se obtuvieron resultados de Granitos Gnéisicos, Cuarcita Ferruginosa y Gabro; también determinaron muestras de Formación Mesa.

Silva Chosijian y González Miguel, en el 2010, desarrollaron el siguiente trabajo de grado, Caracterización Geológica de las zonas potenciales de minerales NO METÁLICOS, ubicados en el sector La Mariquita I, Fundo Los Teteritos, km 28 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz, estado Bolívar. Aquí concluyeron que el área de estudio comprende el Complejo de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes. Los análisis petrográficos revelaron que los afloramientos rocosos son Gneises Migmatíticos.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Las Rocas

Las rocas son agregados naturales compuestos de uno o más minerales, cristalinos o amorfos, que presentan características homogéneas y constituyen sobre la tierra cuerpos geológicamente independientes. Las rocas se dividen, según su modo

de formación, en tres grupos: ígneas o magmáticas, sedimentarias y metamórficas (López, V. 2003).

Las rocas ígneas o magmáticas son el producto final de la cristalización de un magma, masa fundida de composición principalmente silícea, rica en elementos volátiles y formada en las profundidades terrestre por la fusión de las masas sólidas preexistentes.

Las rocas sedimentarias, que componen las tres cuartas partes de la superficie emergida, son producto de la transformación de rocas preexistentes, debido a la actuación de la gravedad, de los agentes atmosféricos y de la actividad de algunos organismos vivos.

Las rocas metamórficas son producto de las reacciones químicas y físicas (calor y presión) en estado sólido mediante las cuales todo tipo de rocas se adecua a un nuevo ambiente. Noventa y cinco (95) por ciento de la corteza terrestre está compuesto por rocas ígneas y rocas metamórficas, y cinco (5) por ciento por rocas sedimentarias (López, V. 2003).

3.2.2 Metamorfismo

Es un proceso que provoca cambios en la mineralogía, la textura y, a menudo, la composición química de las rocas. El metamorfismo tiene lugar cuando las rocas se someten a un ambiente físico o químico significativamente diferente al de su formación inicial. Se trata de cambios de temperatura y presión (esfuerzo) y la introducción de fluidos químicamente activos (Tarbuck, E. 2005).

La mayor parte del metamorfismo ocurre en uno de estos tres ambientes:

1. Cuando una masa magmática intruye en las rocas, tiene lugar el metamorfismo de contacto o térmico. Aquí, el cambio es impulsado por un aumento de la temperatura en el interior de la roca huésped que rodea una intrusión ígnea.

2. El metamorfismo hidrotermal implica alteraciones químicas que se producen conforme el agua caliente rica en iones circula a través de las fracturas de las rocas. Este tipo de metamorfismo suele estar asociado con la actividad ígnea que proporciona el calor necesario para provocar las reacciones químicas y hacer circular estos fluidos a través de la roca.

3. Durante la formación de montaña, grandes volúmenes de rocas están sometidas a presiones dirigidas y a las elevadas temperaturas asociadas con deformaciones a gran escala, del denominado metamorfismo regional.

3.2.3 Texturas y Estructuras de las rocas metamórficas

La recristalización es típica del incremento de temperatura durante el metamorfismo y desarrolla texturas muy diagnósticas. El término blasto se aplica a minerales metamórficos y los tipos de texturas pueden ser:

1. Porfiroblástica: Minerales euhedrales a subhedrales embebidos en una matriz de grano más fino.

2. Seudomórfica: Fenocristales restos de minerales ígneos que sobreviven y/o son reemplazados a nuevas composiciones en formas de otros fenocristos ígneos.

3. Granoblástica: Roca metamórfica formada por granos minerales aproximadamente del mismo tamaño o equigranular.

4. Poikiloblásticas: Los fenocristales de la textura porfiroblástica contienen muchas inclusiones minerales.

Entre las estructuras se tienen las siguientes:

1. Pizarrosidad: Es un tipo de foliación en el que las rocas se separan limpiamente en capas delgadas a lo largo de superficies en la que se alinean los minerales planares.

2. Esquistosidad: Es un tipo de foliación definido por el alineamiento paralelo de los minerales planares de grano medio a grueso.

3. Clivaje: Es una clase de foliación característica de rocas de grano fino o rocas de bajo grado metamórfico y se manifiesta por lo muy poco espaciado de los planos a lo largo de los cuales la roca se rompe o fractura limpiamente.

4. Gneisica: Esta estructura gruesa carece de minerales arcillosos.

Las rocas metamórficas compuestas por un solo mineral que forma cristales equidimensionales suelen tener un aspecto no foliado. El mármol (caliza metamorfizada) es no foliado.

Las rocas metamórficas foliadas comunes son las pizarras, las filitas, varios tipos de esquistos y los gneises. Las rocas no foliadas son el mármol (protolito: caliza) y la cuarcita (casi siempre formada a partir de areniscas ricas en cuarzo).

3.2.4 Facies metamórficas

Una facies metamórfica es un grupo de rocas caracterizadas por conjunto definido de minerales que, bajo las condiciones de su formación, alcanzaron el equilibrio perfecto entre ellos. La composición mineral cualitativa y cuantitativa en las rocas de una facies dada varía gradualmente en correspondencia con las variaciones en la composición química de las rocas (Eskola, P. 1920)

3.2.4.1 Facies de esquistos verde

Temperatura y carga de presión relativamente bajas, las rocas de esta facies se forman por metamorfismo regional en los niveles superiores de la corteza terrestre. Son muy características las agrupaciones de los minerales muscovita-clorita-cuarzo y de albita-epidota-cuarzo.

3.2.4.2 Facies de albita-epidota-anfibolita

Presión y temperatura moderadas, las rocas se forman por metamorfismo regional. El mineral crítico para esta facies es el agrupamiento cuarzo-albita-epidota-hornblenda. La ocurrencia de campo y la mineralogía indican condiciones intermedias entre las de las facies del esquistos verde y de la anfibolita.

3.2.4.3 Facies de anfibolita

Esta es una facies muy amplia, y sus agrupamientos son las rocas regionalmente metamorfoseadas más abundantes. La combinación hornblenda-plagioclasa es crítica. Su límite de alta temperatura es marcado por la presencia de diópsida e hiperstena en lugar de hornblenda, mientras que su límite de baja temperatura es indicado por la

composición de la plagioclasa, a menor contenido de anortita en la plagioclasa corresponde un grado metamórfico más bajo.

3.2.4.4 Facies de granulita

Presión y temperatura extremadamente elevadas, las rocas se forman por metamorfismo regional de alto grado, la ausencia de minerales hidratados indica un "ambiente seco".

3.2.4.5 Facies de eclogita

Presión extremadamente alta, la temperatura también ha sido considerada como elevada, aunque esta conclusión no está muy bien establecida. Las rocas de eclogita de densidad muy alta ocurren en terrenos altamente metamorfoseados y en roca sedimentaria geosinclinal de emplazamiento profundo en los cinturones plegados.

3.2.5 Meteorización

Es la rotura o la disgregación de una roca sobre la superficie de la Tierra, esto permite la formación de un manto de roca alterada denominado regolito. Igualmente se reconoce como concepto de meteorización, la preparación del material rocoso mediante diversos agentes que alteran las rocas. Estos agentes son, en general los meteoros, la temperatura, el agua, el hielo y el viento, entre otros. Para que estos agentes sean efectivos, la roca debe presentar debilidades estructurales en las condiciones litológicas (RENA, 2008).

3.2.5.1 Meteorización física o mecánica

Consiste en la ruptura de las rocas a causa de esfuerzos externos e internos causados por los meteoros. Son sinónimos del término meteorización, los términos de disgregación y fragmentación. La disgregación implica la ruptura de la roca en fragmentos más o menos grandes y angulosos pero sin modificación de la naturaleza mineralógica de la roca.

3.2.5.2 Meteorización química

Es el conjunto de los procesos llevados a cabo por medio del agua o agentes gaseosos de la atmósfera como el oxígeno y el dióxido de carbono. Las rocas se disgregan más fácilmente gracias a este tipo de meteorización, ya que los granos de minerales pierden adherencia y se disuelven o desprenden mejor ante la acción de los agentes físicos (Rena, 2008).

3.2.6 Erosión

Se define erosión como el proceso de separación y transporte de los materiales del suelo por agentes erosivos. Este proceso consta de dos etapas consecutivas:

1. Las partículas del suelo se desprenden del suelo, quedando en condiciones de ser transportadas.
2. Los materiales desprendidos son transportados por acción de los agentes erosivos.

La erosión es un proceso natural por el cual las corrientes de agua o el viento arrastran partes del suelo de unos puntos a otros. Es un proceso muy útil porque

permite se desplacen materiales de unos suelos a otros que recuperan fertilidad con estos aportes.

La erosión es un problema cuando se acelera, con lo cual los materiales perdidos no se recuperan en las zonas erosionadas y en las zonas que reciben los aportes no son aprovechados o se pierden, o cuando por causas ajenas al propio medio aparece en puntos que no deberían de erosionarse (Santiago, J.E, 2003).

3.2.7 Origen de los sedimentos

El origen de los sedimentos puede parecer a primera vista muy sencillo, se ve como se forman las arenas, los barros por la erosión y meteorización de las rocas preexistentes y como son transportados por los ríos desde el continente hasta el mar (Pettijhon, F.J. 1975).

3.2.8 Sedimentos

El sedimento es mineral fragmentado y materia orgánica derivada directa o indirectamente de roca preexistente y de procesos vitales, transportados y depositados por aire, agua, hielo. También son transportados por el viento (procesos eólicos) y glaciares. Es obvio que son muchos minerales y las sustancias orgánicas diferentes que se califican de sedimento, y que las rocas derivadas de acumulaciones son igualmente diversas por sus caracteres (Hernandez, Imerú Alfonso 1995).

3.2.9 Transporte de Sedimentos

El transporte consiste en la remoción de los fragmentos no consolidados (clastos) generados por el proceso de meteorización, la cual es efectuada por fluidos naturales (Milliman y Syvitsky, 1992).

Los sedimentos pueden ser transportados por uno de los cinco agentes siguientes: agua, aire, hielo, gravedad y organismos vivos. La forma de transporte afecta los sedimentos principalmente de dos formas: a) modifica la forma, el tamaño y la textura de las partículas por abrasión, desgaste, impacto y disolución; b) produce una clasificación o graduación de las partículas (Allen, J. 1988).

El mecanismo fundamental que rige el transporte de sedimentos es el movimiento de un fluido, el aire o el agua, provocando una puesta en movimientos (erosión), un transporte y finalmente la sedimentación de partículas. Las puestas en movimientos son provocadas por la tracción que origina una corriente al actuar sobre una superficie sedimentaria. Cuando esta fuerza es superior a la resistencia de fricción e inercia de las partículas, estas se pondrán en movimiento (Allen, J. 1988).

Una vez puesto en movimiento, el sedimento puede ser transportado por dos mecanismos diferentes sobre el fondo por tracción o en la misma corriente, en suspensión. Cuando la turbulencia de la corriente es insuficiente para elevar y mantener las partículas a ciertas distancias del fondo, el sedimento es transportado sobre el fondo por tracción.

En esta modalidad de transporte, los granos se mueven entre pocos milímetros y algunos centímetros del fondo y la fuerte densidad de los granos por unidad de volumen, provoca numerosos choques entre las partículas, el cual da lugar a la saltación (Allen, J. 1988).

3.2.9.1 Transporte por saltación

Es un tipo específico de transporte de partículas a través de fluidos, ya sean el viento o líquido más densos como el agua. Se produce cuando el material suelto es removido de un lecho y es transportado por el fluido, antes de ser transportado de

regreso a la superficie. Los ejemplos incluyen el transporte de cantos rodados por los ríos, la deriva de arena sobre la superficie del desierto, el suelo soplado sobre los campos, o incluso la deriva de la nieve sobre superficies lisas (Ciencia y Biología, 2013a).

3.2.9.2 Transporte por suspensión

La suspensión afecta generalmente a las partículas pequeñas (pequeña significa 100 micras o menos para las partículas en el aire). Estas partículas experimentan fuerzas de elevación que son similares en magnitud al peso de la partícula. Estas partículas más pequeñas son llevadas por el fluido en suspensión, y por convección aguas abajo. Las partículas son llevadas hasta que el fluido se desacelera. Cuando el peso es mayor que el impulso, las partículas se asientan (Ciencia y Biología, 2013a).

3.2.9.3 Transporte por arrastre o carga de fondo

Consiste en que la partícula se eleva una pequeña fracción de su diámetro y luego vuelve a caer, así de esta manera se desplaza pocas veces su diámetro (Ciencia y Biología, 2013a).

3.2.10 Sedimentación

La sedimentación es el proceso por el cual el sedimento en movimiento se deposita. Un tipo común de sedimentación ocurre cuando el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido especialmente para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión y otras moléculas en disolución. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer

que el material transportado se deposite o precipite; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

Puesto que la mayor parte de los procesos de sedimentación se producen bajo la acción de la gravedad, las áreas elevadas de la litosfera terrestre tienden a ser sujetas prevalentemente a fenómenos erosivos, mientras que las zonas deprimidas están sujetas prevalentemente a la sedimentación. Las depresiones de la litosfera en la que se acumulan sedimentos, son llamadas cuencas sedimentarias (Ciencia y Biología, 2013b).

3.2.11 Río

Es una corriente de agua que fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo. La gran mayoría de los ríos desembocan en el mar o en un lago, aunque algunos desaparecen debido a que sus aguas se filtran en la tierra o se evaporan en la atmósfera (Natasha, D. 2010).

3.2.11.1 Tipos de ríos

Clasificación según periodo de actividad:

❖ Perennes: estos ríos están formados por cursos de agua que son de las regiones donde no existe río mayor de escorrentía excesivamente largo. Incluso en las áreas donde llueve muy poco pueden existir ríos con caudal permanente si existe una alineación freática (es decir, de aguas subterráneas) suficiente. La mayoría de los ríos pueden experimentar cambios estacionales y diarios en su caudal, debido a las fluctuaciones de las características de la cobertura vegetal, de las precipitaciones y de otras variaciones del tiempo atmosférico como la nubosidad, insolación o más bien evapotranspiración, etc. (Enciclopedia Wikipedia, 2012).

❖ Estacionales: estos ríos y ramblas son de zonas con clima tipo mediterráneo, en donde hay estaciones muy diferenciadas, con inviernos húmedos y veranos secos o viceversa (Enciclopedia Wikipedia, 2012).

❖ Transitorios: son los ríos de zonas con clima desértico o seco, de caudal esporádico, en los cuales se puede estar sin precipitaciones durante años. Esto es debido a la poca frecuencia de las tormentas en zonas de clima de desierto. Pero cuando existen descargas de tormentas, que muchas veces son torrenciales, los ríos surgen rápidamente y a gran velocidad. Reciben el nombre de wadis o uadis, los cauces casi siempre secos en las zonas desérticas, que pueden llegar a tener crecidas violentas y muy breves (Enciclopedia Wikipedia, 2012).

❖ Aloctonos: son ríos generalmente de zonas áridas, cuyas aguas proceden de otras regiones más lluviosas. El Nilo en Egipto siempre se ha tomado como ejemplo de este tipo de ríos (Enciclopedia Wikipedia, 2012).

3.2.11.2 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 Bernet y Márquez, 2006). Los tipos de canales son:

❖ 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 barras de meandros o los ríos entrelazados (Bernet y Márquez, 2006) (Figura 3.1).

❖ Canales Entrelazados: son caracterizados por una débil sinuosidad del canal mayor y una gran complejidad interna representada por canales separados por islas o barras aluviales. El ancho del cauce puede ser de varios kilómetros y la profundidad débil de 1 – 10 metros. La complejidad y desorganización interna es débil 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 (Bernet y Márquez, 2006) (Figura 3.1).

❖ Canales Meandriformes: tienen 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 formas de gradientes topográficos débiles y los sedimentos transportados se caracterizan por una elevada proporción de sedimentos finos, al contrario de los ríos entrelazados (Bernet y Márquez, 2006) (Figura 3.1).

❖ Canales Anastomosados: estas corrientes presentan canales múltiples. Tienen gran capacidad de transporte y sedimentación. Tienen menor energía que las corrientes rectilíneas, por lo que, al encontrarse con obstáculos, tienden a modificar su trayectoria adecuándose al relieve y a los sedimentos en el fondo del cauce, siendo la deposición en el fondo de sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, la principal responsable de la división del cauce en los canales anastomosados, es decir, divididos dentro del propio cauce. 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. A veces estos ríos pueden contener corrientes con gran capacidad de división (Bernet y Márquez, 2006) (Figura 3.1).

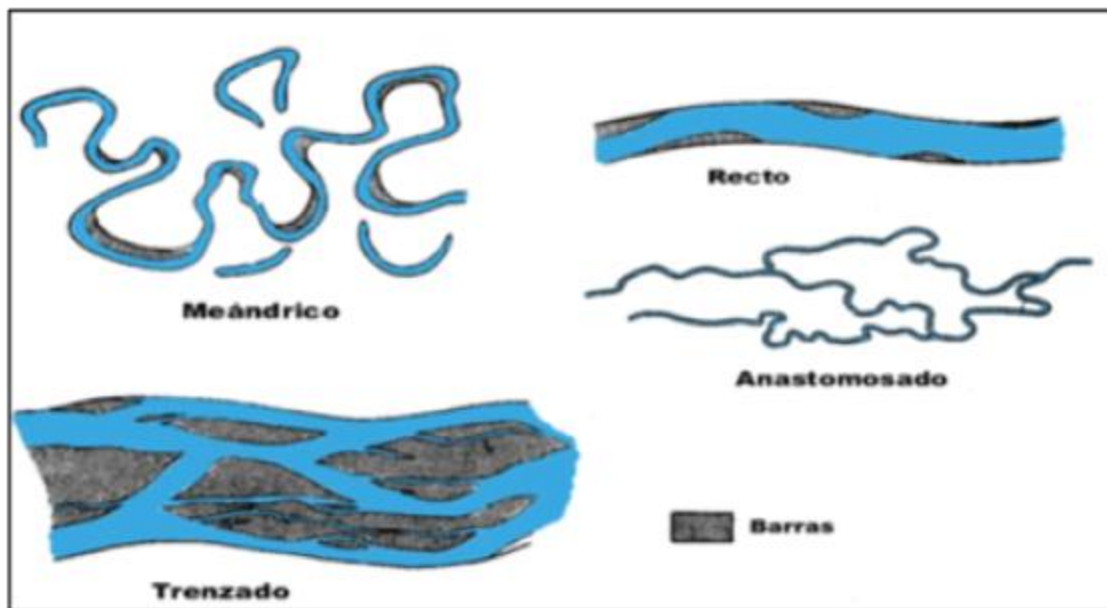


Figura 3.1. Diferentes tipos de canales dentro de los sistemas Fluviales (Serra, O. 1986).

3.2.12 Ambiente continental

Son los ambientes que están situados dentro de los continentes, estos a su vez se subdividen en eólico, fluviales y lacustre (Potter, 1959).

3.2.12.1 Eólicos

Los ambientes eólicos se caracterizan porque el agente principal de transporte y depósito es el viento, el cual puede transportar cantidades de arena y arcilla, principalmente en regiones desérticas donde el sustrato esté desprovisto de una cubierta vegetal o de suelo. Existen diversos subambientes dentro de este amplio ambiente sedimentario, entre los que están (Potter, 1959):

1. Ambiente eólico de desiertos.

2. Ambiente eólico costero.

3.2.12.2 Fluvial

Es aquel donde el medio de transporte y depositación sea un río, sin importar su caudal y/o extensión (Potter, 1959) (Figura 3.2).

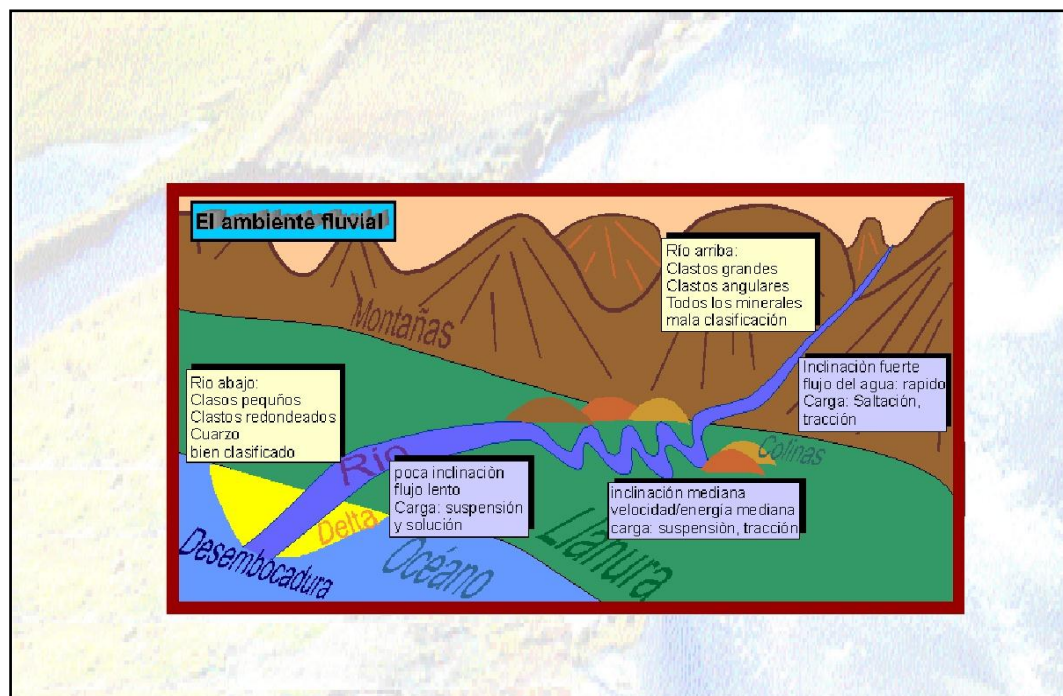


Figura 3.2 Ambiente fluvial (Potter, 1959).

3.2.12.3 Ambientes lacustres

Cuando hablamos de lacustre estamos haciendo referencia entonces a todo aquello que tenga que ver con el lago como forma geológica, acuática, biológica o geográfica. El lago es una de las formaciones más comunes que encontramos en la

superficie del planeta, pudiéndose producir tanto por el movimiento de placas tectónicas, que al generar la formación de cadenas montañosas también pueden causar la aparición de valles luego inundados por agua, así como también por movimientos volcánicos que generan depresiones en el territorio. El lago siempre es un curso de agua estático, es decir, no corriente como el mar, los arroyos o el océano. Esto es así debido a que por lo general los lagos del planeta son espacios cerrados que no se encuentran en constante movimiento y que son, en términos generales, más tranquilos o más agradables para la vida del ser humano (Potter, 1959).

3.2.13 Definición de lagos

Son cuerpos de agua continental represados naturalmente por subsidencias corticales es decir sin conexión con el mar. La salinidad puede variar desde aguas dulces a saladas (Potter, 1959).

3.2.14 Esfericidad y redondez de las partículas de sedimentos clásticos

La forma de los granos (fragmentos clásticos) de cada partícula que conforma un sedimento es una de sus características más obvias y tiene gran influencia en la determinación de su comportamiento durante el transporte y la depositación. De igual manera constituye una importante característica de su textura (Departamento de Geología, UDO, 2004).

Esta propiedad es también una de las más difíciles de describir y medir en términos cuantitativos, de hecho, el problema; aun desafía una solución satisfactoria. Sin embargo, la forma se expresa mediante dos índices el de esfericidad y el de redondez (Departamento de Geología, UDO, 2004).

En su origen los fragmentos de roca son normalmente angulares y casi de una variedad de formas infinitas. Los minerales que son quebradizos o que tienen buen clivaje tienden a permanecer angulares al ser reducidos en tamaño (principalmente por fractura), pero los minerales resistentes, como el cuarzo, son reducidos por abrasión durante el transporte (Departamento de Geología, UDO, 2004).

El desgaste de estas partículas está concentrado principalmente en las orillas y esquinas, que son desgastadas hasta hacerse romas (por ejemplo, en el caso de transporte por saltación los granos minerales sufren golpeteos con el fondo del cauce de los ríos en función de la intensidad de la corriente). La redondez es, entonces, una función de la agudeza de las orillas y las esquinas (Departamento de Geología, UDO, 2004).

Cuando se estudia la esfericidad y la redondez de las partículas de un sedimento se están estudiando las condiciones de transporte de los mismos, es decir, si la muestra ha sufrido poco o mucho transporte. Además, intrínsecamente se estudian los niveles energéticos a los que ha estado sometida la muestra, relacionándolos con la distancia de transporte y la intensidad con la que ha ocurrido el proceso que les ha dado su forma (Departamento de Geología, UDO, 2004).

Con respecto a la cantidad de energía que es aplicada sobre cada una de las partículas, esta puede ser: Alta, media o baja. La primera, ha de mover granos de gran tamaño y disminuye en el sentido de la energía aplicada, mientras que, para que las aristas de los granos sean angulosas es necesario menor cantidad de energía y de transporte, parámetros que se incrementan a medida que los granos se hacen más redondeados (Departamento de Geología, UDO, 2004).

3.2.15 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de un sedimento consiste en separar y clasificar por tamaños, los granos que lo componen. Estos análisis expresan cuantitativamente las proporciones en peso de las partículas de distintos tamaños que hay en el sedimento, la forma de realizarlo es por medio de una serie de tamices que definen el tamaño de las partículas. Los análisis granulométricos son expresados en forma de curva, llamada “Curva Granulométrica”, esta curva se hace para comparar la distribución de los tamaños de granos presentes en el suelo, para realizar estas curvas es necesario utilizar representaciones logarítmicas para los tamaños de partículas (Gutiérrez y Pérez, 2001).

3.2.16 Escala de Wentworth (escala granulométrica)

Consiste en una escala logarítmica de clasificación de granulométrica de los fragmentos de sedimentos clásticos (o detríticos), de los más finos a los más gruesos, creada en 1922 por C. K. Wentworth. Esta escala es bastante utilizada por los geólogos y su clasificación generalmente difiere un poco de aquellas hechas por los ingenieros. Esta escala toma el milímetro como punto de partida para estimar el diámetro promedio de tamaño para una partícula sedimentaria y emplea la razón $1/2$ para obtener los diámetros límites de sus clases de tamaño de $1, 1/2, 1/4$, etc. De esta forma se definen los términos de la escala granulométrica en bloques, grava, arena, limo y arcilla (García, O. 1981) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Escala granulométrica de Uddem - Wentworth (1922)

mm	phi	Elemento		Sedimento		Roca sedimentaria		
		Bloque		Grava	gruesa	Rudita: Conglomerado Brecha		
256	-8 ➤	Canto			media			
128	-7 ➤							
64	-6 ➤							
322	-5 ➤	Guijarro						
16	-4 ➤							
8	-3 ➤							
4	-2 ➤							
2	-1 ➤	Gránulo		Gravilla	fin			
1	0 ➤	Arena	muy gruesa	Arena	muy gruesa	Arenisca		
0.5	1 ➤		gruesa		gruesa			
0.25	2 ➤		media		media			
0.125	3 ➤		fin		fin			
0.062	4 ➤		muy fina		muy fina			
0.031	5 ➤	Limo	grueso	Limo	grueso	Lutita	Limonita	
0.016	6 ➤		medio		medio			
0.008	7 ➤		fino		fino			
0.004	8 ➤		muy fino		muy fino			
0.002	9 ➤	Arcilla		Arcilla			Arcillita	
0.001	10 ➤							

3.2.17 Índice de redondez de los fragmentos clásticos

Se relaciona con la agudeza de las aristas y de los vértices de un fragmento clástico, independientemente de la forma. El índice expresa las características de la superficie o contorno de los fragmentos en posición de equilibrio estable proyectada sobre un plano de apoyo. Esta expresión es importante cuando se trabaja solo con granos gruesos (gravas) puesto que a medida que estos se empequeñecen hasta llegar a arenas la superficie de proyección puede ser muy diferente (Pettijohn, F. J. 1975).

El índice de redondez se puede medir por estimación visual, y varia asimismo desde 1 (en el caso de granos de superficie completamente lisa) hasta 0 (para los gránulos de superficie muy accidentada) (Departamento de Geología, UDO, 2004).

3.2.18 Determinación del grado de redondez de las partículas

Debido a la dificultad de distinguir las ligeras diferencias en la redondez de las partículas pequeñas se han propuesto cinco grados de redondez (Pettijohn, F. J. 1975 citado en Departamento de Geología, UDO, 2004). Cada una de las clasificaciones existentes se diferencia cuando se necesita tener una discriminación más afinada y se requieren hacer análisis estadísticos más rigurosos con los resultados.

3.2.19 Grados de redondez de las partículas

Los grados de redondez de una partícula son los siguientes:

3.2.19.1 Anguloso (0 – 0,15)

Las aristas y los vértices son agudos y muestran poca o ninguna prueba de desgaste. Los vértices secundarios son numerosos (entre 15 y 30) y agudos (Pettijohn, F. J. 1975. Citado en Departamento de Geología, UDO, 2004) (Figura 3.3).

3.2.19.2 Sub-anguloso (0,15 – 0,25)

Los fragmentos mantienen aún su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas, pero las aristas y los vértices han sido redondeados en cierto grado mostrando los efectos típicos del desgaste; los vértices secundarios son numerosos (entre 10 y 20), pero menos que en los angulosos (Pettijohn, F. J. 1975. Citado en Departamento de Geología, UDO, 2004) (Figura 3.3).

3.2.19.3 Sub-redondeado (0,25 – 0,40)

Las aristas y los vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas se encuentran bastante reducidas, mostrando considerable desgaste pero manteniendo aun la forma primitiva del grano. Los vértices secundarios están muy redondeados y en número reducido (Pettijohn, F. J. 1975. Citado en Departamento de Geología, UDO, 2004) (Figura 3.3).

3.2.19.4 Redondeado (0,40 – 0,60)

Las caras originales se muestran completamente destruidas pero todavía pueden presentar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido pulidos hasta curvas suaves y amplias. Los vértices secundarios están muy suavizados y escasos (entre 0 y 5). Con una redondez de 0,6 todos los vértices secundarios desaparecen, y aun se reconoce la forma primitiva (Pettijohn, F. J. 1975. Citado en Departamento de Geología, UDO, 2004) (Figura 3.3).

3.2.19.5 Bien o muy redondeado (0,60 – 1,00)

La superficie consta totalmente de curvas amplias, sin caras originales con aristas y vértices; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano (Pettijohn, F. J. 1975. Citado en Departamento de Geología, UDO, 2004) (Figura 3.3)



Figura 3.3. Redondez de los granos (Griem, W. 1999)

El esquema actualmente empleado para medir el grado de redondez de los granos de arena y grava implica medidas de una proyección de la partícula, sobre una superficie plana. La partícula que va a estudiarse se coloca en una placa de vidrio y se agita ligeramente hasta que entre en reposo en su superficie más amplia. Esto normalmente coloca a su diámetro menor en una posición vertical y a sus diámetros máximo e intermedio en el plano de la placa. Así puede entonces ser fotografiada a la amplificación deseada o su imagen puede ser proyectada a una superficie horizontal para ser medida (Nichols, G. 1999).

De acuerdo con el esquema de Wadell, la redondez en una esquina dada de una partícula es r/R , en el cual (r) es el radio de curvatura en la esquina en cuestión y (R) es el radio del círculo máximo inscrito. Por lo tanto, la redondez de la partícula como un todo, es el promedio del redondeamiento de todas sus esquinas, siendo para este caso la suma de la redondez de cada esquina dividida entre el número de esquinas presentes en la partícula (Nichols, G. 1999).

3.2.20 Relación entre esfericidad y redondez

Como bien se ha explicado antes en la definición de cada una, la esfericidad es interpretada como la forma de la partícula en un todo, mientras que la redondez simplemente está relacionada con los vértices de la misma. Sin embargo, existen relaciones entre la esfericidad y redondez, ya que para que una partícula pueda presentar mayor grado de esfericidad, ésta debe ser más redondeada en sus vértices.

Sin embargo, existen relaciones entre la esfericidad y redondez, ya que para que una partícula pueda presentar mayor grado de esfericidad, ésta debe ser más redondeada en sus vértices.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

La investigación se ubica dentro de un contexto descriptivo, analítico y de campo de acuerdo al objetivo general. Es descriptivo, ya que se describirán todos los aspectos geológicos del área de estudio. Analítico, debido a la interpretación de los datos de campo y los resultados de los análisis de laboratorio. De campo, por cuanto se realiza la recolección de muestras de rocas y de sedimentos, además de la identificación de las características geológicas del área.

4.2 Diseño de investigación

El presente estudio tiene un diseño de investigación de tipo documental y de campo, debido a que está basado en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos como trabajos realizados a escala regional y local, además de los textos que contienen información relacionada con la investigación; ya que se realizara visitas constates al área de estudio, para la obtención directa de datos relacionados a las diferentes unidades litológicas presentes, tomas de muestra y levantamientos geológicos del área de estudio (Figura 4.1) .

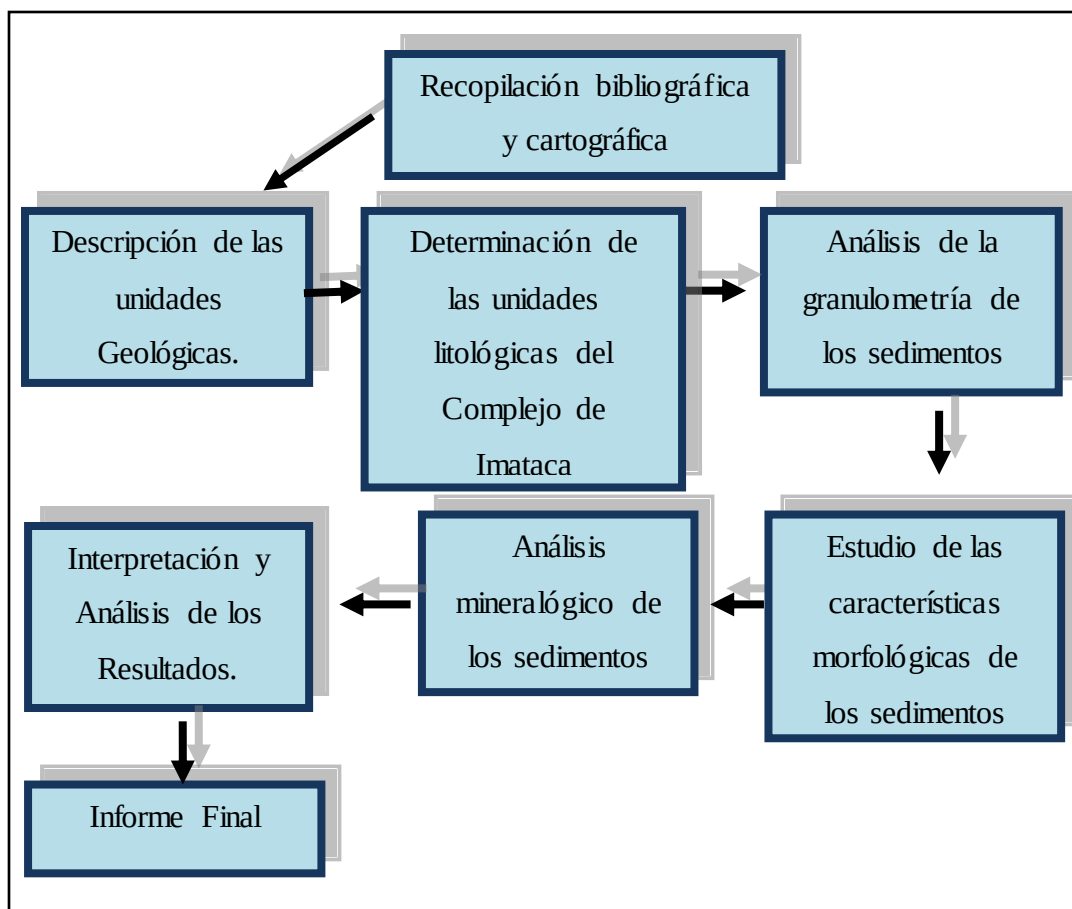


Figura 4.1 Diagrama de Flujo de la Investigación.

4.3 Revisión bibliográfica y cartográfica

Esta actividad consistió en reunir toda la información sobre el tema de estudio. Para ello se consultaron páginas web, trabajos de grado, textos académicos, provenientes de la biblioteca de la Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar relacionados con la investigación.

La herramienta cartográfica usada en este trabajo fue la hoja cartográfica de Marhuanta 7540 (1970) a escala 1:100000.

Mediante la hoja cartográfica de Marhuanta se ubicaron los puntos de muestreo de los afloramientos y de sedimentos a lo largo del río, tomando en cuenta la parte cóncava de los meandros; así como también se diseñó la programación de las salidas al campo y se seleccionaron las herramientas requeridas para la toma de información en campo (GPS, brújula, libreta, machete, cinta métrica, mandarina, bolsas plásticas, tiro, marcadores, entre otros).

Se seleccionó el área comprendida entre los km 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz, debido a las características geológicas que presentan los afloramientos rocosos, que poseen una buena extensión y exposición en superficie; además de la presencia de sedimentos presentes en el río Los Pegaos.

4.4 Descripción de las unidades geológicas

4.4.1 Reconocimiento del área de estudio

Esta actividad fue realizada mediante caminatas expeditivas, la cual permitió identificar los aspectos geológicos y estructurales de los afloramientos, los tipos de suelos, vegetación, el trazado del drenaje y demás rasgos resaltantes. Así como también se delimitó el área y se posicionaron los afloramientos utilizando GPS, brújula y cinta métrica. Además se ubicaron los puntos de muestreos de sedimentos ya planificados.

Se realizó el levantamiento del río dentro de los límites del área de estudio a través de caminatas, tomando puntos de coordenadas U.T.M con la ayuda de un GPS en los quiebres del mismo, específicamente en las partes cóncavas, también se midió el ancho de cauce con cinta métrica (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Coordenadas UTM, Levantamiento del río.

COORDENADAS U.T.M			
PUNTOS	ESTE	NORTE	ANCHO DEL CAUCE (MTS)
1	465531	904062	3
2	465618	964101	4,70
3	465604	904140	2
4	465583	904157	2
5	465567	904149	3
6	465570	904197	1,60
7	465582	904218	4, 80
8	465582	904290	3.50
9	465570	904313	5, 80
10	465593	904432	4
11	465588	904454	4,40

4.5 Determinación de las unidades litológicas del Complejo de Imataca

Se llevó a cabo con la finalidad de identificar los rasgos geológicos más resaltantes, así como también se determinó la posición de cada uno de los afloramientos, mediante la obtención de coordenadas UTM con un G.P.S. a lo largo del área de estudio. Con estas coordenadas obtenidas se creó una base de datos para la elaboración del mapa geológico.

❖ Toma de muestras de rocas: durante el levantamiento geológico se tomaron cuatro muestras de roca con la ayuda de una mandarria, las cuales fueron empaquetadas en bolsas plásticas previamente rotuladas (M1A1, M2A1, M1A2, M2A2) y posicionadas con la ayuda de GPS como se muestra en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Coordenadas UTM, ubicación de puntos de muestreo de rocas.

COORDENADAS U.T.M.			
PUNTOS	ESTE	NORTE	OBSERVACION
1	464448	903816	Toma de la muestra M1A1
2	464416	903840	Toma de la muestra M2A1
3	464036	903787	Toma de la muestra M1A2
4	464053	903898	Toma de la muestra M2A2

4.5.1 Análisis petrográfico

El análisis petrográfico permite obtener las características físicas y la composición mineral de las muestras de rocas. De las cuatro muestras solamente a las muestras M1A1 y M1A2 se le realizó este análisis en el laboratorio de INGEOMIN con un microscopio de alta resolución con objetivo de 2.5X, con la finalidad de clasificar cada una de las unidades litológicas.

Cabe destacar que a las muestras M2A1 y M2A2 no hubo necesidad de practicarle el análisis por cuanto reúnen las mismas características de las muestras M1A1 y M1A2 respectivamente.

4.5.2 Preparación de las muestras de rocas

Para el análisis petrográfico de las muestras de rocas M1A1 y M1A2, se prepararon secciones finas siguiendo los pasos que se indican a continuación:

1. Se corta una sección de la roca de 3 mm de espesor, teniendo en cuenta el sentido y orientación de los minerales, este corte se realizó perpendicular a dicha orientación.

2. Se fija al portaobjetos con bálsamo de Canadá.

3. Se lleva a la devastadora y se le aplica un abrasivo, hasta llevarlas a un espesor de 0.03mm (espesor en el cual pueden observarse los minerales presentes en la roca).

Cabe destacar que las secciones finas fueron realizadas en el laboratorio de INGEOMIN (Instituto Nacional de Geología y Mina).

4.6 Análisis de la granulometría de los sedimentos del río Los Pegaos

❖ Toma de muestras de sedimentos: se tomaron tres muestras de sedimentos representativas a lo largo del cauce del río, tomando en cuenta las partes cóncavas del mismo, estas fueron tomadas con la ayuda de una pala a una profundidad de un metro aproximadamente; así mismo fueron empaquetadas en bolsas plásticas previamente rotuladas (MS1, MS2, MS3). En cada lugar que se obtuvieron las muestras se le tomaron puntos de coordenadas UTM con el uso del GPS (Tabla 4.3).

Tabla 4.3 Coordenadas UTM, ubicación de puntos de muestreo de sedimento.

COORDENADAS U.T.M.			
PUNTOS	ESTE	NORTE	OBSERVACION
1	465612	904105	Toma de la muestra MS1
2	465570	904153	Toma de la muestra MS2
3	465597	904374	Toma de la muestra MS3

El análisis granulométrico tienen como finalidad determinar las porciones relativas de los diferentes tamaños de grano presente en una masa de suelo, para realizar estos análisis y obtener la distribución de su tamaño, se emplea tamices normalizados, enumerados y colocados en orden decreciente.

Estos resultados de la granulometría de los sedimentos proporcionan información útil en cuanto al ambiente de formación de los depósitos de sedimentos, es decir, acerca de los niveles de energía del río, tomando en cuenta el tamaño de los sedimentos predominantes. Estos datos obtenidos a través de los análisis son expresados en gráficos

El análisis granulométrico se les realizó a las muestras de sedimentos MS1, MS2 y MS3 en el laboratorio de INGEOMIN tomadas a lo largo del cauce del río Los Pegaos, que se encuentra enmarcado dentro de los límites del área de estudio, en el laboratorio de suelos de INGEOMIN (Instituto Nacional de Geología y Mina), utilizando tamices normalizados (10, 20, 35, 70, 100, 150, -150) para luego clasificar los sedimentos mediante la escala de Wentworth.

4.7 Estudio de las características morfológicas de los sedimentos

Este análisis estudia la forma de las partículas de los sedimentos, las cuales pueden ser muy redondeados, redondeados, sub redondeados, sub angulares, angulares y muy angulares, con la finalidad de determinar el grado de transporte o cual cercano o distante se encuentra la fuente. El análisis se les realizó a las tres muestras de sedimentos en el laboratorio de INGEOMIN, siguiendo los pasos que se muestran a continuación:

1. Una vez realizado el análisis granulométrico, se procedió a tomar el material retenido en los tamices 35, 70, 100.
2. Se coloca la muestra en una placa de vidrio y se observa bajo el microscopio.

3. Se realiza la evaluación cuantitativa, en donde se observa las formas de todas las partículas, muy redondeados, redondeados, sub redondeados, sub angulares, angulares y muy angulares según la clasificación de Pettijohn, J. F. (1980).

4. Con la ayuda de un contador de minerales, se va realizando el conteo de todas las partículas.

5. Se va tabulando toda la información y luego se determina cuál de ellos se encuentra en mayor porcentaje.

4.8 Análisis Mineralógico de los sedimentos

El análisis mineralógico consiste en determinar la composición mineral de los sedimentos, con la finalidad de conocer su procedencia. Este análisis se le realiza a las tres muestras de sedimentos en el laboratorio de INGEOMIN, a las partículas retenidas en los tamices 35, 70 y 100, siguiendo los pasos que se indican:

1. Verificar la identificación de las muestras.
2. Observar la muestra integral en la lupa.
3. Luego se separan los minerales magnéticos utilizando un imán de mano.
4. Se toma la parte más fina de las muestras y se monta en un porta objeto con aceite de inmersión y se observan en un microscopio de luz polarizada.

4.9 Análisis e interpretación de los resultados

Se realizan mediante la información traída de campo y de los resultados obtenidos por los análisis petrográficos de las muestras de rocas y de los análisis de

sedimentos (granulométrico, morfooscópico y mineralógico). A través de las cuales se obtienen conclusiones de los objetivos específicos.

4.9.1 Elaboración de mapa geológico

El mapa geológico del área de estudio se digitalizo con la ayuda del programa AUTOCAD 2010 a escala 1:0000, tomando en cuenta la información de la hoja cartográfica de Marhuanta, la información geológica de trabajos previos, datos obtenidos en campo y resultados de los análisis de laboratorio.

4.9.2 Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones están relacionadas con los objetivos de la investigación, y se generan de los resultados obtenidos del análisis e interpretación desde el punto de vista geológico.

Las recomendaciones están orientadas a mejorar el trabajo de investigación realizado, a través de cambios en la ejecución del trabajo de campo, por la falta de otros análisis como de las muestras de rocas, sedimentos de la Formación Mesa y sedimentos o aluviones del río Los Pegaos.

4.9.3 Informe final

Luego de haber recopilado la información, realizados e interpretados los resultados de los diferentes análisis de laboratorio hechos a las muestras, se procedió a elaborar el informe final en el cual se ve reflejado el contenido y las etapas en las cuales se desarrolló el trabajo de investigación, desde el inicio hasta la culminación del mismo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Descripción de las unidades Geológicas

El área de estudio está representada por tres unidades geológicas, bien definidas, que de mayor a menor edad son: Provincia Geológica de Imataca, Formación Mesa, Sedimentos Recientes.

5.1.1 Provincia Geológica de Imataca

Las rocas que conforman estos afloramientos son de edad Precámbrica, que litológicamente están constituidas por Charnockitas y Gnéis Granítico de grado metamórfico alto, en los cuales se pudo observar la presencia de vetillas de cuarzo con un espesor entre 2 y 7 cm y una dirección promedio de N 65° – 75° W con buzamiento SW. Así como también se pudo obtener la orientación preferencial de las diaclasas en los afloramientos, que es N 45° - 50° W con buzamiento 22° - 25° SW debido a los esfuerzos que actuaron sobre las rocas generados por el régimen tectónico que se desarrolló a nivel regional.

5.1.2 Formación Mesa

La Formación Mesa de edad Plio-Pleistoceno, de origen fluvio-deltaico, está compuesta principalmente de partículas tamaño arenas, cuya granulometría varía de grano medio a grueso y es decreciente de base a tope, de color marrón claro, con buen escogimiento. Al Sur-Este del área de estudio se presentan taludes de la Formación Mesa de 5 mts de altura adyacentes al río, con presencia de estratificación paralela, mientras que hacia al Norte no se observaron taludes debido a que la cárcava inicial

formada por el río se fue ensanchando producto de la acción erosiva ejercida por el río.

5.1.3 Sedimentos Recientes

Los sedimentos recientes de edad Holocenos que corresponde a la zona aluvial del río los Pegaos se forman a través de la acumulación del material que se origina y que es transportado en forma de clastos sólidos derivados de la meteorización y erosión de las rocas y de la Formación Mesa, como producto de los procesos geodinámicos externos como son la meteorización, erosión, transporte, sedimentación.

Litológicamente está constituido por partículas tamaño arena de grano grueso, medio y fino, en donde predominan las de grano fino, con un grano de redondez comprendido entre angulares y sub-redondeados. Así como también de acuerdo a su textura se puede afirmar que tienen buen escogimiento.

5.2 Determinación de las unidades litológicas del Complejo de Imataca

Las unidades litológicas del área de estudio, obtenidas a través del análisis de las características petrográficas de las muestras de rocas M1A1 y M1A2, son Charnockita y Gnéis Granítico respectivamente.

Estos resultados se desprenden del análisis macroscópico y microscópico realizado a las muestras de rocas, como se muestra a continuación.

5.2.1 Muestra M1A1

La muestra M1A1 fue tomada en las siguientes coordenadas E464448 y N903816, la muestra macroscópicamente a simple vista es una roca dura, fresca, homogénea, de grano medio a fino y de color gris oscuro con tonos verdosos (Figura 5.1).



Figura 5.1 Muestra de mano M1A1.

La roca microscópicamente presenta textura granoxenoblastica inequigranular interlobulada, formada por cristales xenoblásticos (anhedrales), de tamaño variable, cuyos límites de granos son lobulados y algunos bordeados por paquetes de minerales maficos (Figura 5.2).

Se observó cristales de feldespato potásico (Fk), con entrecrecimiento mirmequitico, cuarzo (Q) aplanado, orientado bordeados por un paquete de mica

biotita (Bi), alargado, deformado, orientado junto con minerales opacos (Op) (Figura 5.2).

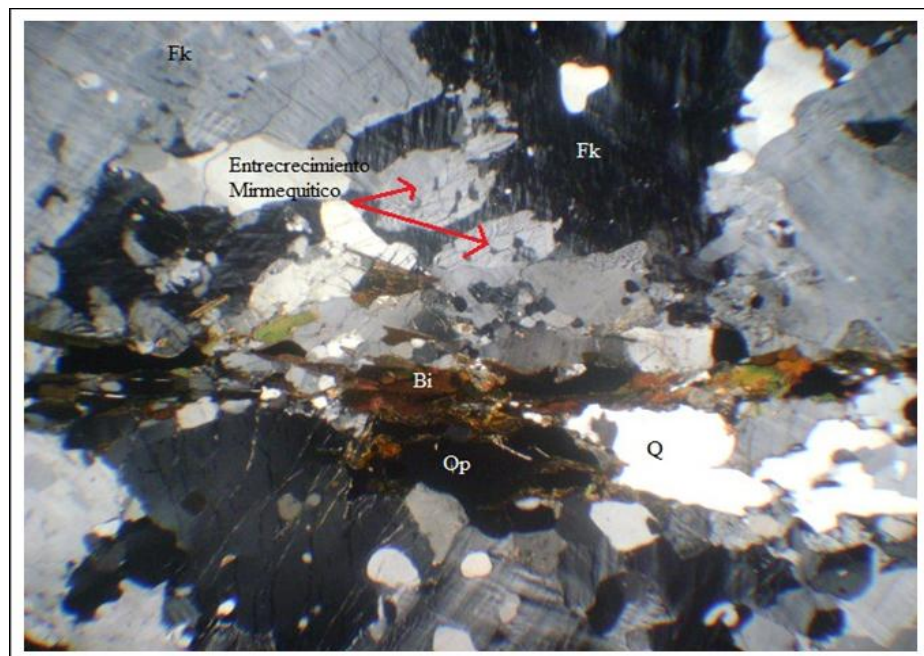


Figura 5.2 Sección petrográfica aumento (10X/2X) nicoles cruzados.

La roca mineralógicamente está constituida por feldespato potásico 35% tipo mesopertita, microclino y pertita, en cristales anhedrales, contacto interlobulados, tamaño variable, los de mayor tamaño son mesopertíticos y ligeramente poiquiliticos con inclusiones redondeadas de cuarzo, biotita, plagioclasa y entrecrecimiento mirmequitico, en ocasiones esta fracturado, ligeramente sericitizado y caolinitizado y bordeado con entrecrecimiento mirmequitico (Figura 5.3).

Plagioclasa 30% probable oligoclasa-andesina, mayormente en cristales anhedrales a subhedrales, de tamaño medio a fino, en algunas son antipertitas, otras con maclas tipo albita difusas y conbadas, medianamente sericitizada, también presentan entrecrecimiento mirmequitico en su borde (Figura 5.3).

Cuarzo 28% de tamaño variable mayormente medio, anhedral, se observa en paquetes aplanados, alargados, deformados, orientados, siendo bordeados por paquetes de mica biotita, con extinción ondulante, recrystalizado, mostrando algunos cristales migración de borde de grano, con límite de grano irregulares e interlobulados, además como fracturas rellenas de mica biotita (Figura 5.3).

Mica 4% tipo biotita, en cristales tabulares de tamaño fino a medio, con orientación visible, escasa dispersas, mayormente en paquetes alargados, deformadas, siendo sustituidas por minerales opacos a partir de los bordes (Figura 5.3).

Accesorios 2% se observan minerales opacos granudos, de tamaño fino y medio, mayormente asociados con biotita orientados y escasos dispersos; hay restos esqueléticos de anfíbol, de tamaño fino, siendo sustituido total a parcialmente por mica biotita; le sigue piroxeno, probablemente diópsido, se observan algunos cristales bordeados por minerales opacos y otros solo ha quedado la huella del mineral primario y ha sido sustituido por anfíbol y minerales secundarios (proceso de pseudomorfismo); también hay circón y apatito, granudo, de tamaño fino, están junto con los minerales opacos y maficos (Figura 5.3).

Alteración: sericita, caolinita, clorita y carbonato.

En conclusión la muestra de roca M1A1 descrita es una Charnockita.

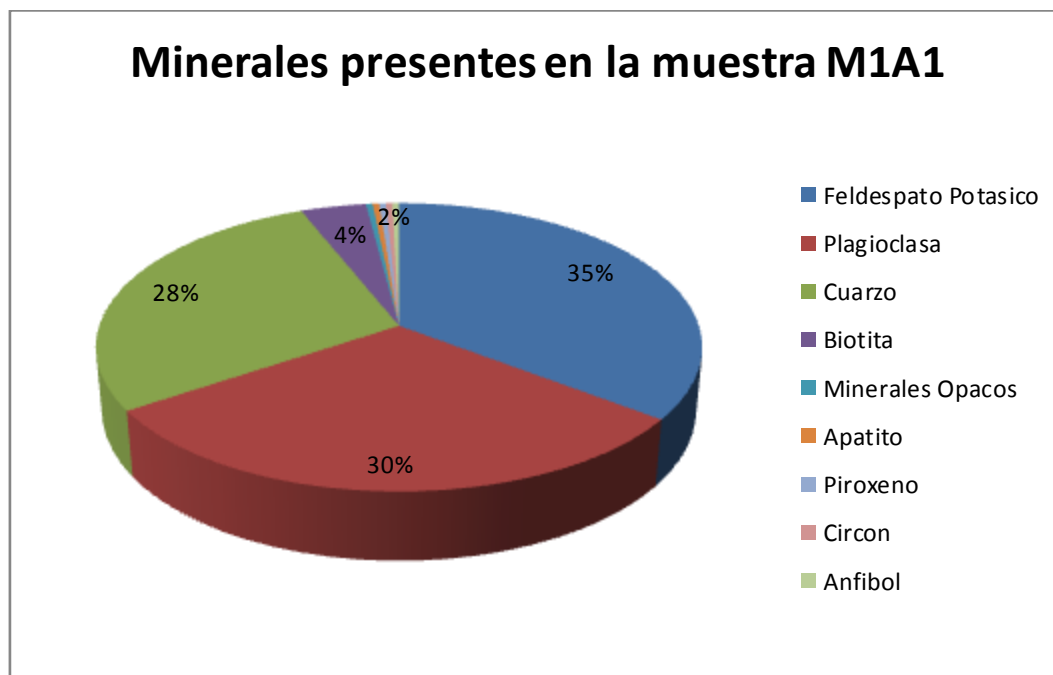


Figura 5.3 Contenido mineralógico de la muestra M1A1.

5.2.2 Muestra M1A2

La muestra M1A2 fue tomada de las siguientes coordenadas E464036 y N903787, la muestra macroscópicamente es roca dura, alterada, homogénea, fracturada, de grano fino, de color gris claro con finas bandas orientadas, paralelas e intercaladas entre sí de color ocre (Figura 5.4).



Figura 5.4 Muestra de mano M1A2.

La roca microscópicamente es de textura granoxenoblastica equigranular interlobulada, formada por un mosaico de cristales de tamaño medio y fino, anhedrales, cuyos límites de granos son interlobulados, en ocasiones bordeados por paquetes de minerales máficos algunos ligeramente orientados y todos fuertemente fracturados (Figura 5.5).

Se observó cristales de cuarzo (Q), plagioclasa (Pl) con maclas polisintéticas, difusas y combadas y un paquete de minerales máficos: piroxeno (Px) siendo sustituido por minerales opacos (Op) a partir de las fracturas y láminas de mica biotita (Bi) (Figura 5.5).

También se observó con los nicols paralelos un paquete de minerales máficos: piroxeno (Px) siendo sustituido por minerales opacos (Op) a partir de las fracturas; láminas de mica biotita (Bi) y óxido e hidróxido de hierro relleno las microfracturas presentes en los minerales (Figura 5.6).

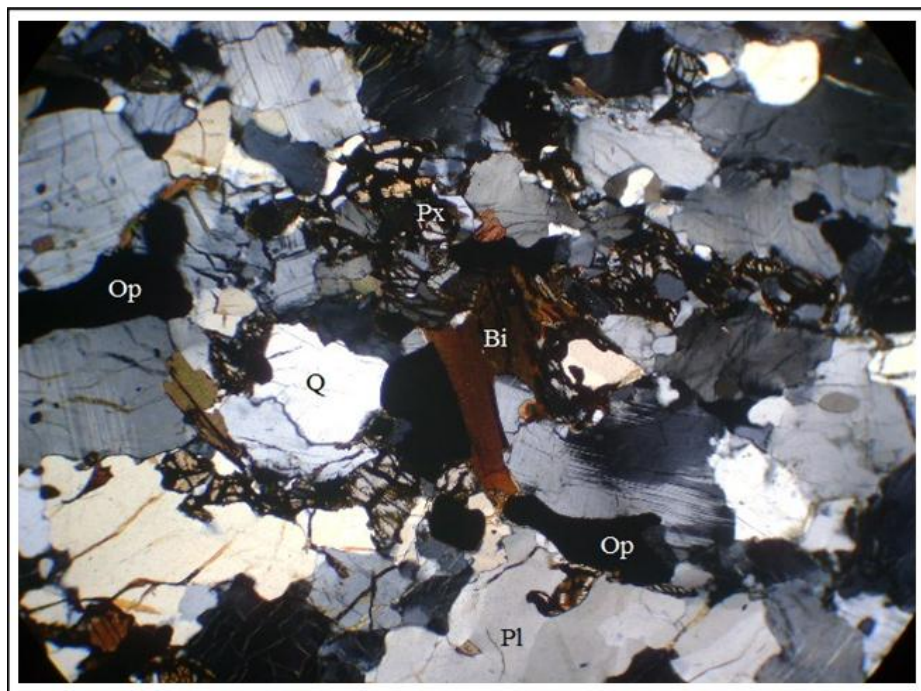


Figura 5.5 Sección petrográfica aumento (10X/4X) nicoles cruzados.

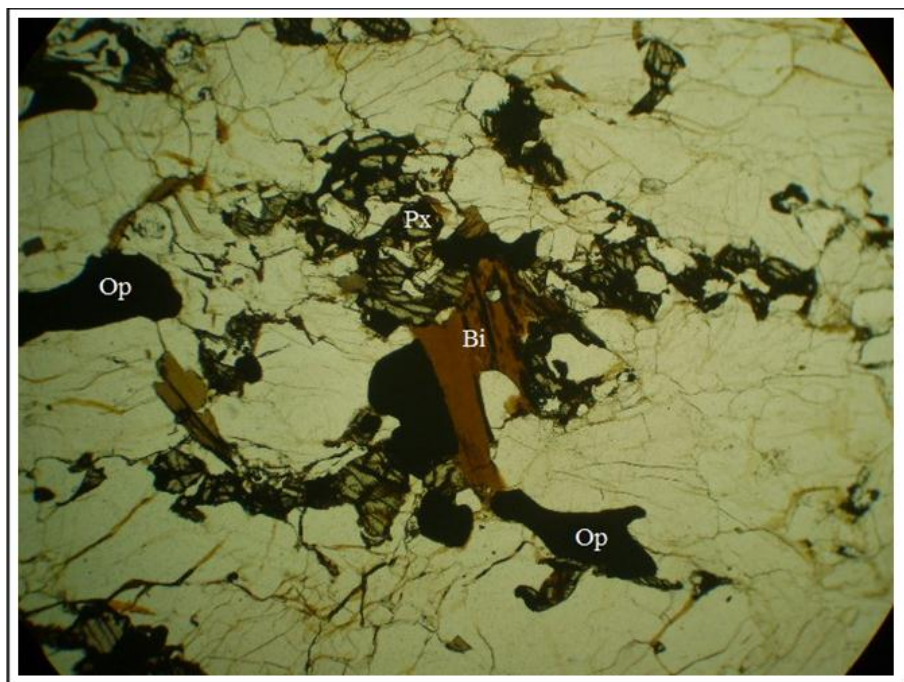


Figura 5.6 Sección petrográfica aumento (10X/4X) nicoles paralelos.

La roca mineralógicamente está constituida por cuarzo 30% de tamaño medio y fino, anhedral, se observa en paquetes recrystalizados, extinción ondulante, algunos policristalinos, en contacto interlobulado, fuertemente fracturado relleno de óxidos e hidróxidos de hierro, en ocasiones aplastados, alargados y ligeramente orientado (Figura 5.7).

Feldespato potásico 29% tipo microclino y mesopertita, anhedral, de tamaño medio y fino, los de menor tamaño se presentan generalmente en estructura de parrilla o cuadrícula (microclino), bordeados por entrecrecimiento mirmequítico, además está muy fracturado y son rellenos por óxidos e hidróxidos de hierro y ligeramente caolinitizado (Figura 5.7).

Plagioclasea 28% probable oligoclasea, mayormente en cristales subhedrales, de tamaño medio y fino, algunas con maclas tipo albita difusas y algunas combadas otras son antipertitas y medianamente sericitizada (Figura 5.7).

Mica 6% tipo biotita, en tablas cortas, de tamaño fino y medio, algunas cristales individuales, dispersas homogéneamente y otras en paquetes ligeramente orientadas (Figura 5.7).

Accesorios 6% se observan minerales opacos, granudos, de tamaño fino, mayormente en paquetes junto con el piroxeno y a veces con la mica biotita; hay piroxeno, de tamaño fino, anhedral, intensamente fracturado, siendo sustituido por minerales opacos a partir de las fracturas y están ligeramente orientados; también hay circón y apatito, granudos, de tamaño fino, dispersos heterogéneamente y por ultimo hay óxido e hidróxido de hierro, de tamaño muy fino, se observa relleno de las fracturas presentes en los minerales (Figura 5.7).

En conclusión la muestra de roca M1A2 descrita es un Gneis Granítico.

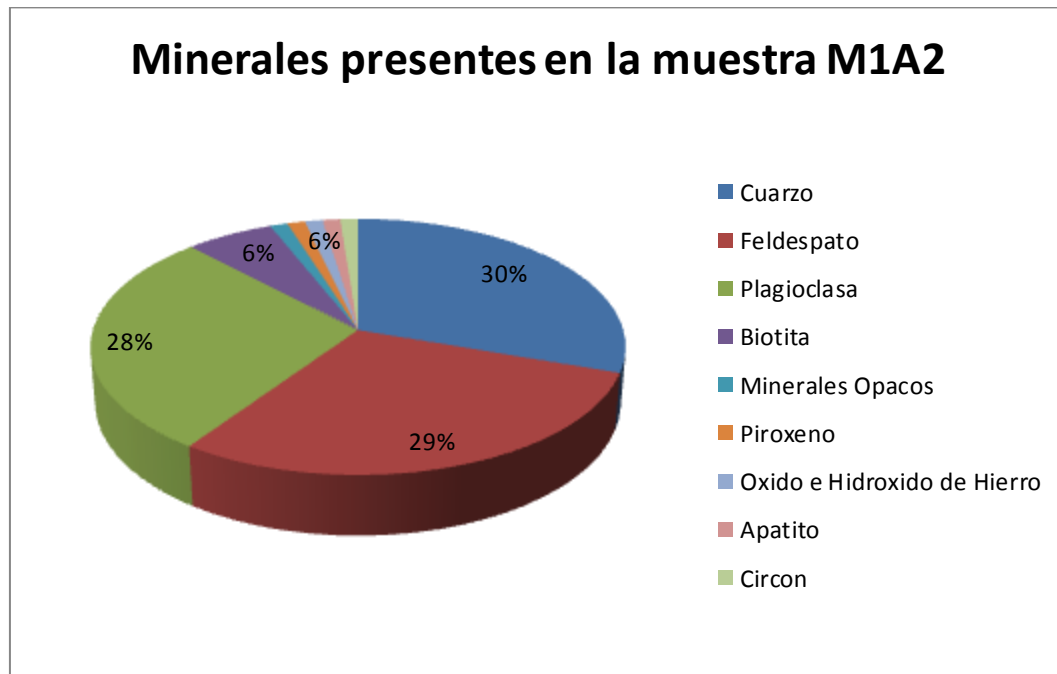


Figura 5.7 Contenido mineralógico de la muestra M1A2.

5.3 Análisis Granulométrico de los sedimentos

La granulometría promedio de los sedimentos aluviales está constituido por arenas de grano fino (50, 43%), arenas de grano medio (17,45%) y arenas de grano grueso (32,12%), la cual permite deducir de manera cualitativa que los sedimentos aluviales son producto de los niveles de energía del río de moderado a bajo o producto de una disminución del caudal. De acuerdo a la textura de los sedimentos aluviales se puede considerar que el escogimiento va de moderado a bueno, dado que el proceso de transporte por agua tiende a desgastar las partículas a la vez que clasificarlas por tamaño (Tabla 5.1, Figura 5.8 y Apéndices B).

Tabla 5.1 Resultado de los análisis granulométricos de los sedimentos del río Los Pegaos.

Muestra	Arenas (%)	Arena Gruesa (%)	Arena Media (%)	Arena Fina (%)
MS-1	98,91	45,35	17,14	37,51
MS-2	99,42	40,78	23,34	35,89
MS-3	99,26	10,24	11,86	77,88
Promedio		32,12	17,45	50,43

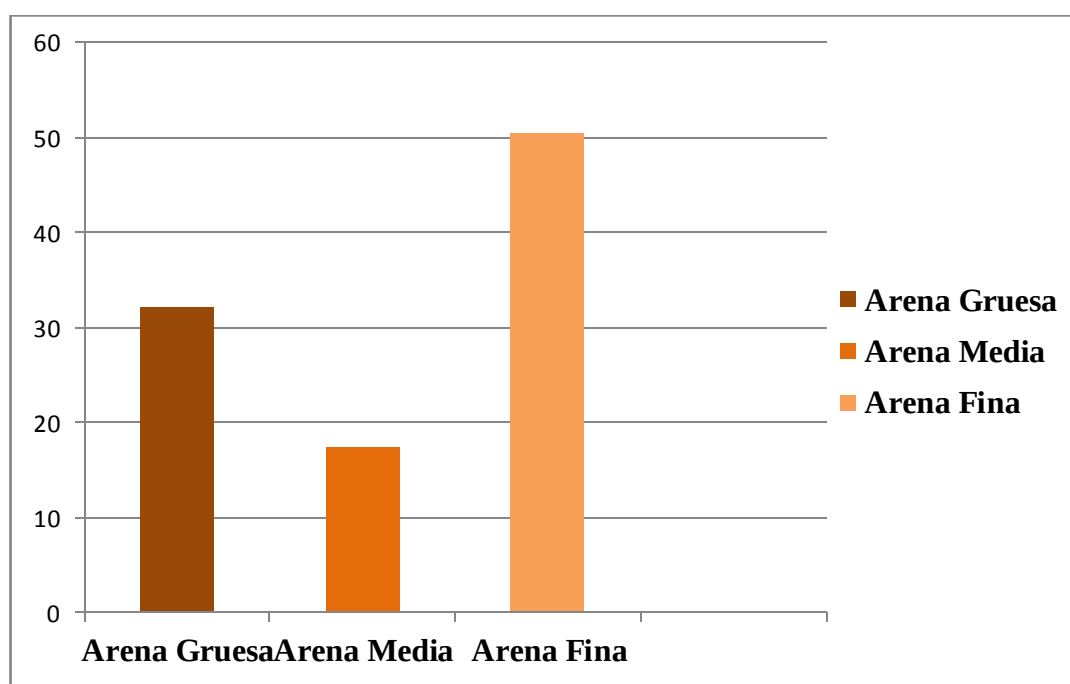


Figura 5.8 Histograma de resumen promedio de las arenas por su granulometría procedentes de los sedimentos del cauce del río Los Pegaos.

5.4 Estudio de las características morfológicas de los sedimentos

Los valores promedios de los resultados del análisis morfoscópico realizados a las muestras de sedimentos indican que las formas predominantes son Angulares (30,55%) a Sub-redondeados (37,9%) (Tabla 5.2, Figura 5.9 y Apéndices C), lo que

permite inferir que las partículas han sufrido transporte y por ende provienen de una fuente no muy cercana.

Tabla 5.2 Grado de redondez de los sedimentos del río Los Pegaos

Muestra	MS-1	MS-2	MS-3	Promedio
Muy angulares (%)	1,49	0,00	0,00	0,49
Sub angulares (%)	17,0	8,9	7,4	11,1
Angulares (%)	22,02	33,63	36,01	30,55
Sub redondeados (%)	34,2	30,1	49,4	37,9
Redondeados (%)	25,30	22,32	16,96	21,52
Muy redondeados (%)	0,00	2,98	0,00	0,99

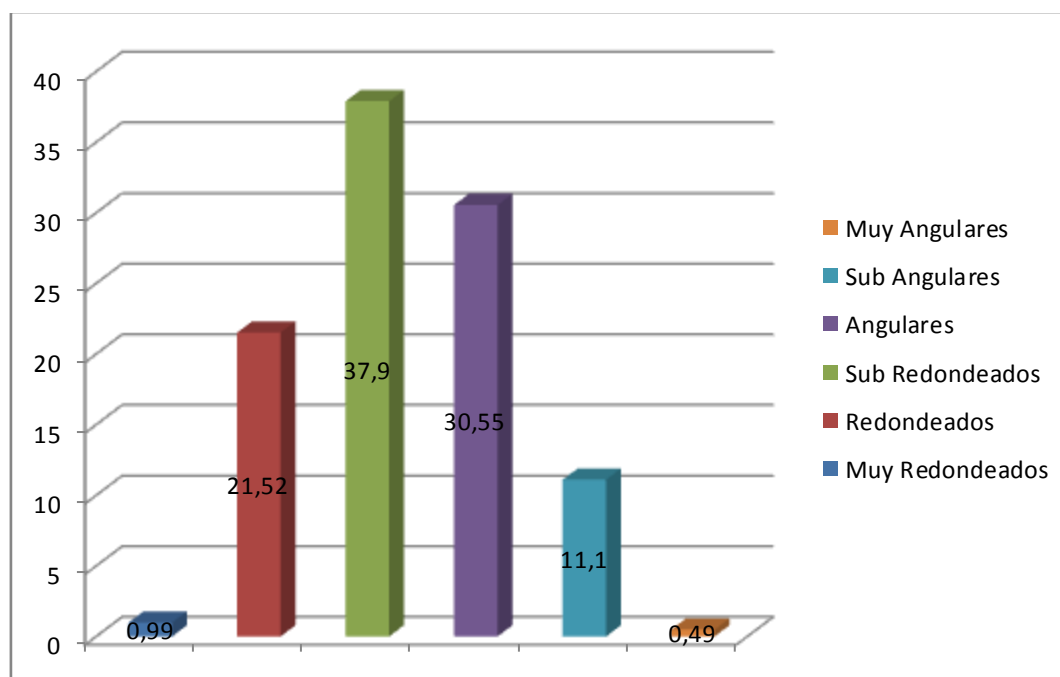


Figura 5.9 Histograma de resumen promedio de las partículas sedimentarias de la cuenca del río Los Pegaos.

5.5 Análisis mineralógico de los sedimentos

De acuerdo a la composición mineral promedio de los sedimentos, el mineral más abundante es el Cuarzo (94,13%), lo cual permite deducir que la mayoría de los sedimentos provienen de la Formación Mesa, mientras que minerales como Anfíbol (0,33%), Feldespato (0,33%), Rutilo (0,55%), Circón (0,33%) y fragmentos de Esquisto Micáceo (0,33%) provienen de las Rocas del Complejo Geológico de Imataca. La presencia de minerales como el Anfíbol, Feldespato, indican que los materiales de donde se derivaron no sufrieron una meteorización profunda, es decir que la fuente no es muy cercana. (Tabla 5.3, Figura 5.10 y Apéndices D).

Tabla 5.3 Resultado promedio del análisis mineralógico de las muestras de sedimentos de la cuenca del río Los Pegaos.

Muestra	MS-1	MS-2	MS-3	Promedio
Cuarzo (%)	92,23	95,59	94,59	94,13
Anfíbol (%)	1	0,001	0	0,33
Cuarzo c/inc. de Óxidos (%)	3,99	1	1	1,99
Arcilla limonitizada (%)	1	0,33	0,66	0,66
Esquisto micáceo (%)	0,33	0	0,66	0,33
Ilmenita (%)	0,43	1,08	0,73	0,74
Óxido e Hidróxido de Fe (%)	0,33	0,33	0	0,22
Rutilo (%)	0,33	0,66	0,66	0,55
Circón (%)	0,33	0,33	0,33	0,33
Feldespato (%)	0	0,33	0	0,11
Limonita (%)	0	0	0,33	0,11
Turmalina (%)	0	0	0,66	0,22
Impurezas Mecánicas (%)	0	0	0,33	0,11

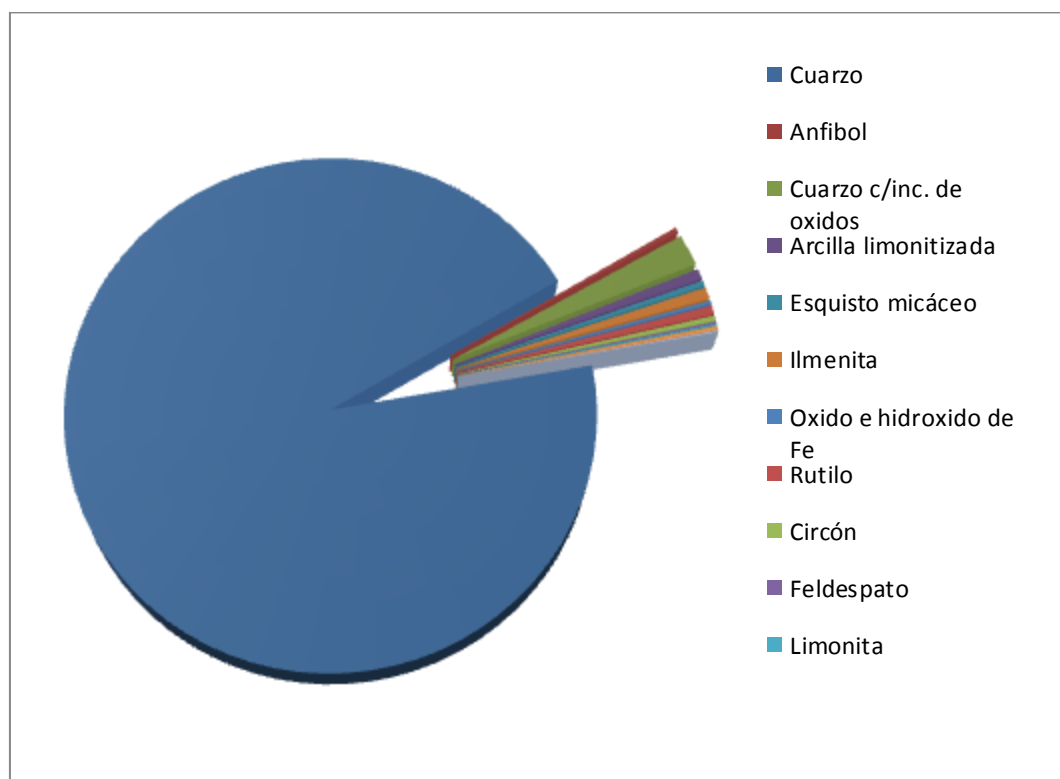


Figura 5.10 Resumen promedio del análisis mineralógico realizado a las muestras de sedimentos del cauce del río Los Pegaos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El área de estudio está constituido por tres unidades Geológicas bien definidas, que de mayor a menor edad son: Provincia Geológica de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes.

2. Las unidades litológicas que representan a la Provincia Geológica de Imataca en el área de estudio son: Charnockita y Gnéis Granítico, las cuales son producto de un metamorfismo de grado alto.

3. La granulometría predominante de los sedimentos recientes del río Los Pegaos corresponde a partículas tamaño arena de Grano Grueso (32,12%), grano Medio (17,45%) y Grano Fino (50,43%); lo que indica que los niveles de energía del río van de moderado a bajo.

4. De acuerdo al grado de redondez promedio de los sedimentos recientes tales como sub-redondeados (37,9%), angulares (30,55%), se deduce que los sedimentos provienen de una fuente no está muy cercana.

5. Tomando en cuenta la textura de los sedimentos recientes, que está relacionada con el tamaño y la forma de los sedimentos, se deduce que los Sedimentos Recientes tienen un escogimiento de moderado a bueno.

6. Los sedimentos recientes del río Los Pegaos esta constituidos por: cuarzo (94,13%), anfíbol (0,33%), feldespato (0,11%), rutilo (0,55%) y circón (0,33%); en donde el mineral predominante es el cuarzo, lo que indica que la mayoría de los

sedimentos provienen de la Formación Mesa y en menor proporción de rocas de la Provincia Geológica de Imataca.

7. La presencia del anfíbol, feldespato y fragmentos de esquistos micáceos como constituyentes de los sedimentos aluviales señalan que los materiales de donde se derivaron no sufrieron una meteorización profunda, es decir que la fuente es cercana.

Recomendaciones

1. Ampliar el área de investigación del río Los Pegaos aguas arriba para incrementar el número de muestreo de los sedimentos, cosa de obtener un mejor análisis de los sedimentos del río.

2. Determinar los niveles de energía del río mediante métodos hidráulicos.

3. Realizar la toma de muestras de roca con equipos de perforación para obtener muestras más frescas.

4. Analizar los sedimentos de la Formación Mesa y comparar sus resultados con los análisis obtenidos de los sedimentos Recientes para así tener una mejor certeza de la procedencia de los mismos.

5. Realizar análisis Geoquímicos a los sedimentos aluviales para establecer las asociaciones químicas.

REFERENCIAS

ALLEN, J., (1988). **PRINCIPLES OF PHYSICAL SEDIMENTOLOGY.**
Allen & Unwin. Londres.

ASCANIO, G., (1975). **EL COMPLEJO DE IMATACA EN LOS
ALREDEDORES DEL CERRO BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR,
VENEZUELA.** X Congreso Geológico Interuayan, Brasil.

BERNET Y MÁRQUEZ (2006). **CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA –
AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RÍO MARCELA
UBICADA EN EL MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR, EN
EPOCA DE LLUVIA.** Trabajo de Grado UDO. Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias
de la Tierra. Ciudad Bolívar.

CARRASCO, S., (1985). **EVALUACIÓN GEOTECTÓNICA Y
RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA.**
Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar. Venezuela.
pp. 36-47.

CIENCIA Y BIOLOGÍA (2013a), **TIPOS DE TRANSPORTE.** Diciembre
2013. <http://www.cienciaybiologia.com/geologia/transporte.htm>.

CIENCIA Y BIOLOGÍA (2013b), **SEDIMENTACIÓN.** Diciembre 2013.
<http://www.cienciaybiologia.com/geologia/sedimentacion.htm>.

ENCICLOPEDIA WIKIPEDIA, CUENCA HIDROGRÁFICA (2012)
CUENCA HIDROGRAFICA, ELEMENTOS DE UNA CUENCA, TIPOS DE

RIOS, CLASIFICACIÓN SEGÚN GEOMORFOLOGÍA, ESCORRENTIA, AGUAS DE ESCORRENTIA. 17 de Abril 2012. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/cuenca_hidrogr%C3%A1fica.

ESKOLA, P. (1920). **FACIES METAMORFICAS.** Diciembre 2013. Disponible en <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/IUGS/tipos.htm>.

GARCÍA, OSCAR, (1981). **AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LA FORMACIÓN MESA: LOCALIDADES DE CIUDAD BOLÍVAR Y DISTRITO INDEPENDENCIA DEL ESTADO ANZOATEGUI.** Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Geología y Minas, Ciudad Bolívar, Venezuela. Trabajo de Grado inédito.

GONZÁLEZ DE JUANA, C., ITURRALDE DE AROZENA, J., Y PICARD, X. (1980). **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS.** Caracas, Ediciones Foninves. Tomo I.

GOOGLE EARTH (2004) **UBICACIÓN RELATIVA DEL ÁREA DE ESTUDIO.** [<http://www.google.com/earth/>]. 18/04/2013.

GRIEM, W., (1999). **ROCAS SEDIMENTARIAS CLÁSTICAS, PROPIEDADES DE LOS CLASTOS,** 18 de Junio 2012. Disponible en <http://www.geovirtual.cl/geologiageneral/ggcap05b-2.htm>.

GUIA PARA ANÁLISIS GRANULOMETRICO. Informe inédito del Departamento de Geología. Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar.

GUIA DE REDONDEZ Y ESFERICIDAD DE LAS PARTICULAS. Informe inédito del Departamento de Geología. Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar.

GUTIÉRREZ, E. Y PÉREZ, K., (2001). **CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA Y CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RIOS SANTA BARBARA – BUENA VISTA – RÍO CAÑAFISTOLA**. Trabajo de Grado UDO. Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar.

HERNÁNDEZ, IMERÚ ALFONZO (1995). **SEDIMENTOS, PROCESOS SEDIMENTARIOS**. Caracas.

HERRERA, V. Y MANZANO, A., (2010). **CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA Y GEOTECNICA DE LAS ROCAS AFLORANTES EN EL FUNDO LOS 5 RONDON Y SUS ALREDEDORES, UBICADO EN EL SECTOR LOS ROQUES, KM 24 DE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR**. Trabajo de Grado UDO. Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar.

INTERNATIONAL COMMITTEE OF SCIENCE AND BIOLOGY (2005). **TRASPORTE DE MATERIALES Y PROCESOS SEDIMENTARIOS**. Febrero 2011. Disponible en <http://www.cienciaybiologia.com/giologia/transporte.htm>.

LÓPEZ, V., (2003). **ROCAS INDUSTRIALES DE VENEZUELA**. Fundacite Aragua. Disponible en www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_70.pdf.

MENDOZA, VICENTE., (2005). **GEOLOGIA DE VENEZUELA, ESCUDO DE GUAYANA, ANDES VENAZOLANOS Y SISTEMA MONTAÑOSO DEL CARIBE**). Tomo I Hecla C.A., Puerto Ordaz. pp 30-60 .

MILLIMAN Y SYVITSKY (1992). **GEOMORPHIC/TECTONIC CONTROL OF SEDIMENT DISCHARGES TO THE OCEAN**.

NATASHA, DANIELA. (2010). **RIOS Y LAGOS DEL MUNDO**. 26 de marzo 2012. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos60/rios-lagos/rios-lagos.shtml>.

NICHOLS, G., (1999). **SEDIMENTOLOGY AND STRATIGRAPHY**. Blackwell Science. United Kingdom

PETTIJHON, F. J., (1975). **SEDYMENTARY ROCKS**. Tercera edición. Harper & Row, New York.

POTTER (1959). **AMBIENTES CONTINENTALES**. 20 de agosto 2012. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/47840003/Ambientes-Continetales>

RENA, (2008). **METEORIZACIÓN**. 26 de marzo 2012. Disponible en <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/cienciasTierra/Tema13.htm>.

SANTIAGO, J. E., (2003). **ESCORRENTIA Y EROSIÓN DEL SUELO**. 18 de junio de 2012. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos14/erosion/erosion.shtml>.

SERRA, O., (1986). **SEDIMENTARY ENVIROMENTS FROM WIRELINE LOGS**. Schlumberger, Pp 73.

SERVICIO DE METEOROLOGÍA DE LA FUERZA AÉREA VENEZOLANA, FAV, (2009). **“INFORME DE METEREOLOGÍA 1994-2008”**. Aeropuerto de Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

SILVA, C. Y GONZÁLEZ, M., (2010). **CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA DE LAS ZONAS POTENCIALES DE MINERALES NO**

METALICOS, UBICADOS EN EL SECTOR LA MARIQUITA I, FUNDO LOS TETERITOS, KM 28 DE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR. Trabajo de Grado UDO. Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar.

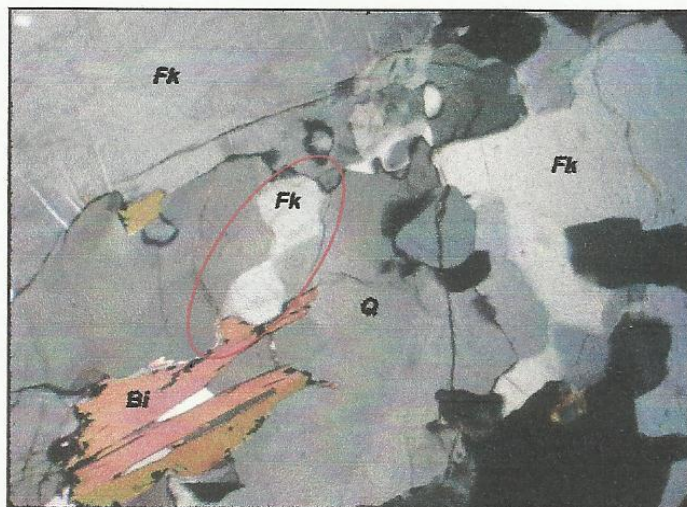
TARBUCK, EDWARD. (2005). **CIENCIAS DE LA TIERRA.** Una introducción a la geología física. Editorial Pearson Educación S.A. Octava edición Madrid (PAG 228-229).

YÁNEZ, G., (1990), **“GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA ENTRE CIUDAD BOLÍVAR Y CIUDAD GUAYANA”.** Ciudad Bolívar- Estado Bolívar. Universidad de Oriente (UDO), Escuela de Ciencias de la Tierra.

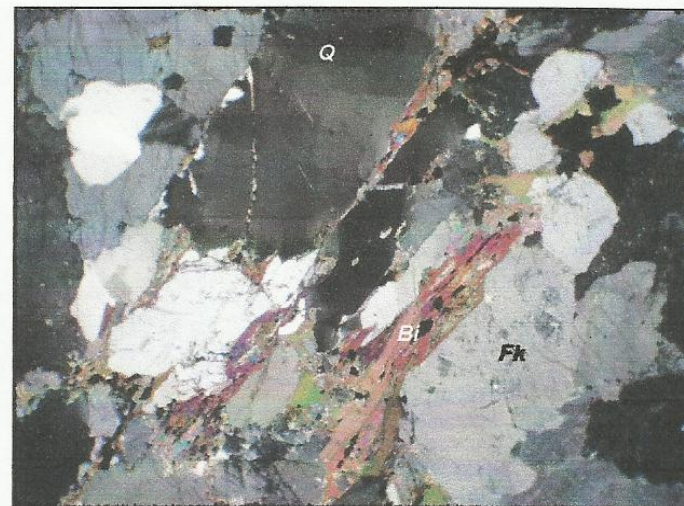
APÉNDICES

APÉNDICE A
ANÁLISIS PETROGRÁFICOS DE LAS MUESTRAS DE ROCAS

Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Feldespato	~35	<i>Minerales opacos, anfíbol, piroxeno, apatito y circón.</i>	~2	<i>Sericita, caolinita, clorita y carbonato.</i>
Plagioclasa	~30			
Cuarzo	~28			
Mica Biotita	~4			



Muestra AP-1 (NX) 10X/4X: Se observa feldespato potásico (Fk), cuarzo (Q), con recristalización dinámica por migración de borde de cristales de feldespato (f) y láminas de mica biotita (Bi).



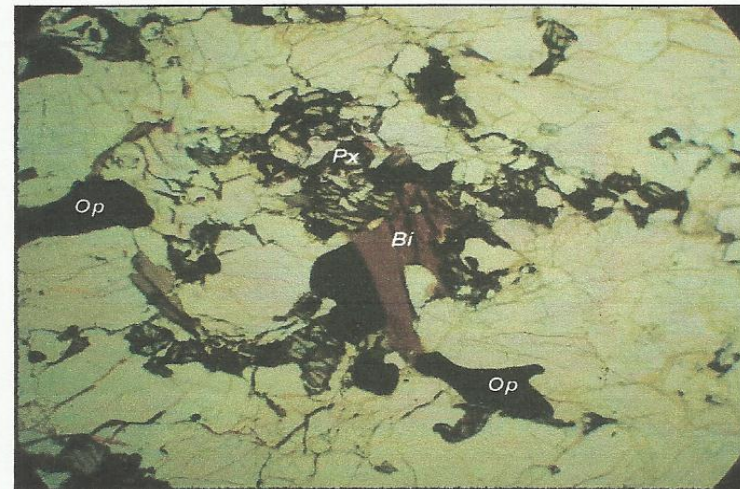
Muestra AP-1 (NX) 10X/4X: Se observa cristales de cuarzo (Q), anhedral, aplanados, largados, orientado, bordeados por paquetes de mica biotita (Bi), orientado y siendo sustituidos por minerales opacos (Op).

Figura A.1 Análisis Petrográfico de la muestra de roca M1A1 Charnockita.

Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
<i>Cuarzo</i>	~30	<i>Minerales opacos, piroxeno, óxido e hidróxido de hierro, apatito y circón.</i>	~6	<i>Sericita y caolinita.</i>
<i>Feldespato</i>	~29			
<i>Plagioclasa</i>	~28			
<i>Biotita</i>	~6			



Muestra AP-2 10X/4X (NX): Se observan cristales de cuarzo (Q), plagioclasa (Pl) con maclas polisintéticas, difusas y combadas y un paquete de minerales máficos: piroxeno (Px) siendo sustituido por minerales opacos (Op) a partir de las fracturas y láminas de mica biotita (Bi).



Muestra AP-2 10X/4X (N//): Se observa un paquete de minerales máficos: piroxeno (Px) siendo sustituido por minerales opacos (Op) a partir de las fracturas; láminas de mica biotita (Bi) y óxido e hidróxido de hierro rellenando las microfracturas presentes en los minerales.

Figura A.2 Análisis Petrográfico de la muestra de roca M1A2 Gnéis Granítico.

APÉNDICE B
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE LOS SEDIMENTOS DEL
RÍO LOS PEGAOS

PESO INICIAL (g): 542,0

Peso Total: 7408 g

MUESTRA	TAMAÑO		PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
	MALLA	mm				
SAP-1	10	2,00	136,7	25,50	25,50	74,50
	20	0,84	106,4	19,85	45,35	54,65
	35	0,42	91,9	17,14	62,49	37,51
	70	0,21	132,6	24,73	87,22	12,78
	100	0,15	27,7	5,17	92,39	7,61
	150	0,11	11,2	2,09	94,48	5,52
	-150	0,09	29,6	5,52	100,00	0,00
TOTAL			536,1	100,00		

% de perdida
1,09

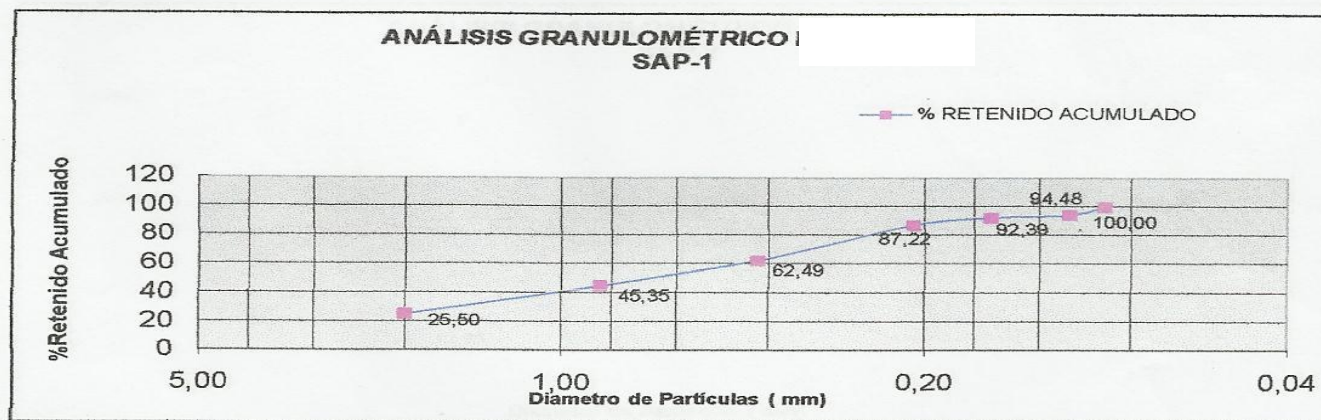


Figura B.1 Curva Granulométrica de la muestra MS1.

PESO INICIAL (g):

555,0

Peso Total: 3256 g

MUESTRA	TAMAÑO		PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
	MALLA	mm				
SAP-2	10	2,00	69,8	12,65	12,65	87,35
	20	0,84	155,2	28,13	40,78	59,22
	35	0,42	128,8	23,34	64,12	35,88
	70	0,21	159,9	28,98	93,10	6,90
	100	0,15	22,9	4,15	97,25	2,75
	150	0,11	8,6	1,56	98,80	1,20
	-150	0,09	6,6	1,20	100,00	0,00
TOTAL			551,8	100,00		

% de pérdida

0,58

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SAP-2

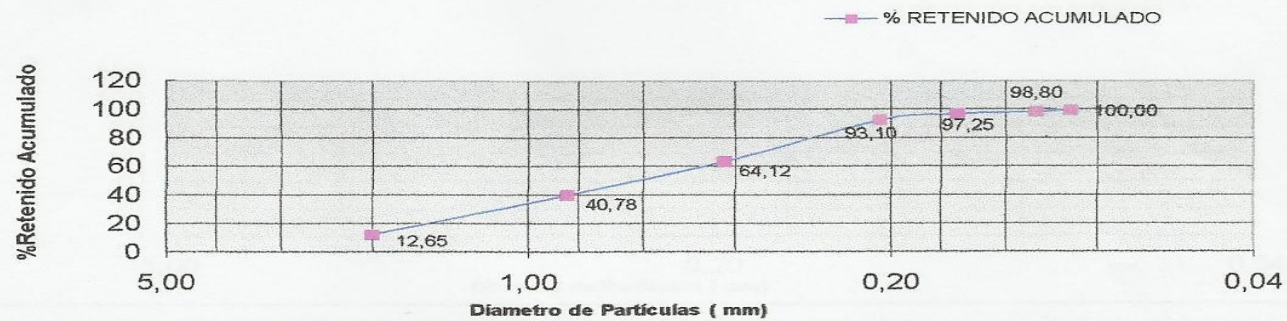


Figura B.2 Curva Granulométrica de la muestra MS2.

PESO INICIAL (g): 541,0

Peso Total: 6276 g

MUESTRA	TAMAÑO		PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
	MALLA	mm				
SAP-3	20	0,84	55,0	10,24	10,24	89,76
	35	0,42	63,7	11,86	22,10	77,90
	70	0,21	163,7	30,48	52,59	47,41
	100	0,15	56,5	10,52	63,11	36,89
	150	0,11	34,5	6,42	69,53	30,47
	200	0,07	31,0	5,77	75,31	24,69
	-200	0,06	132,6	24,69	100,00	0,00
TOTAL			537,0	100,00		

% de pérdida
0,74

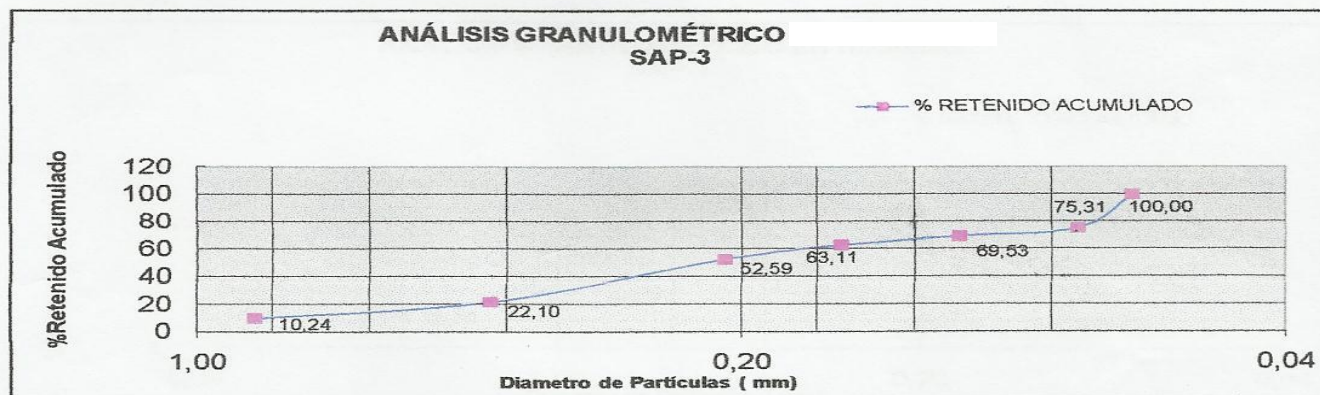


Figura B.3 Curva Granulométrica de la muestra MS3.

APÉNDICE C
ANÁLISIS MORFOSCÓPICO DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO
LOS PEGAOS

Muestra	Mailas	Muy angulares	%	Sub angulares	%	Angulares	%	Sub redondeados	%	Redondeados	%	Muy Redondeados	%	Total partículas
SAP-1	35	5	1,49	19	5,65	16	4,76	40	11,90	40	11,90	0	0,00	120
	70	0	0,00	11	3,27	41	12,20	35	10,42	25	7,44	0	0,00	112
	100	0	0,00	27	8,04	17	5,06	40	11,90	20	5,95	0	0,00	104
	Total	5	1,49	57	17,0	74	22,02	115	34,2	85	25,30	0	0,00	336

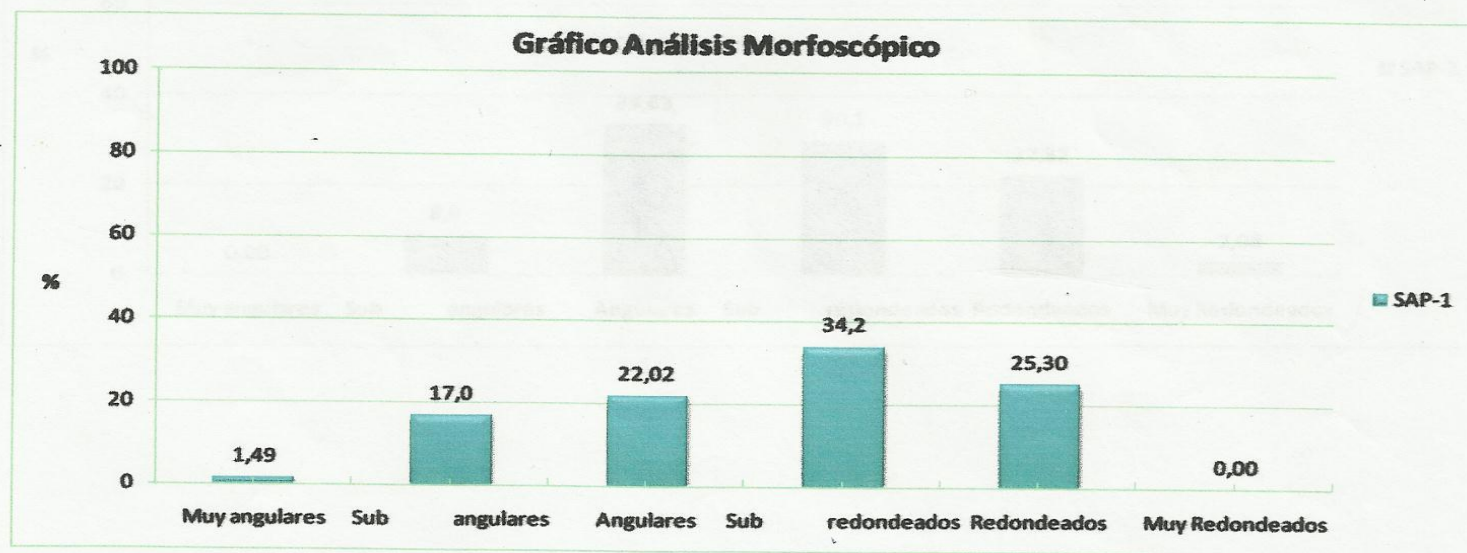


Figura C.1 Grafico de Análisis Morfoscópico de la muestra MS1.

Muestra	Mallas	Muy angulares	%	Sub angulares	%	Angulares	%	Sub redondeados	%	Redondeados	%	Muy Redondeados	%	Total partículas
SAP-2	35	0	0,00	9	2,68	10	2,98	49	14,58	44	13,10		0,00	112
	70	0	0,00	21	6,25	60	17,86	10	2,98	20	5,95		0,00	111
	100	0	0,00	0	0,00	43	12,80	42	12,50	11	3,27	10	2,98	106
	Total	0	0,00	30	8,9	113	33,63	101	30,1	75	22,32	10	2,98	329

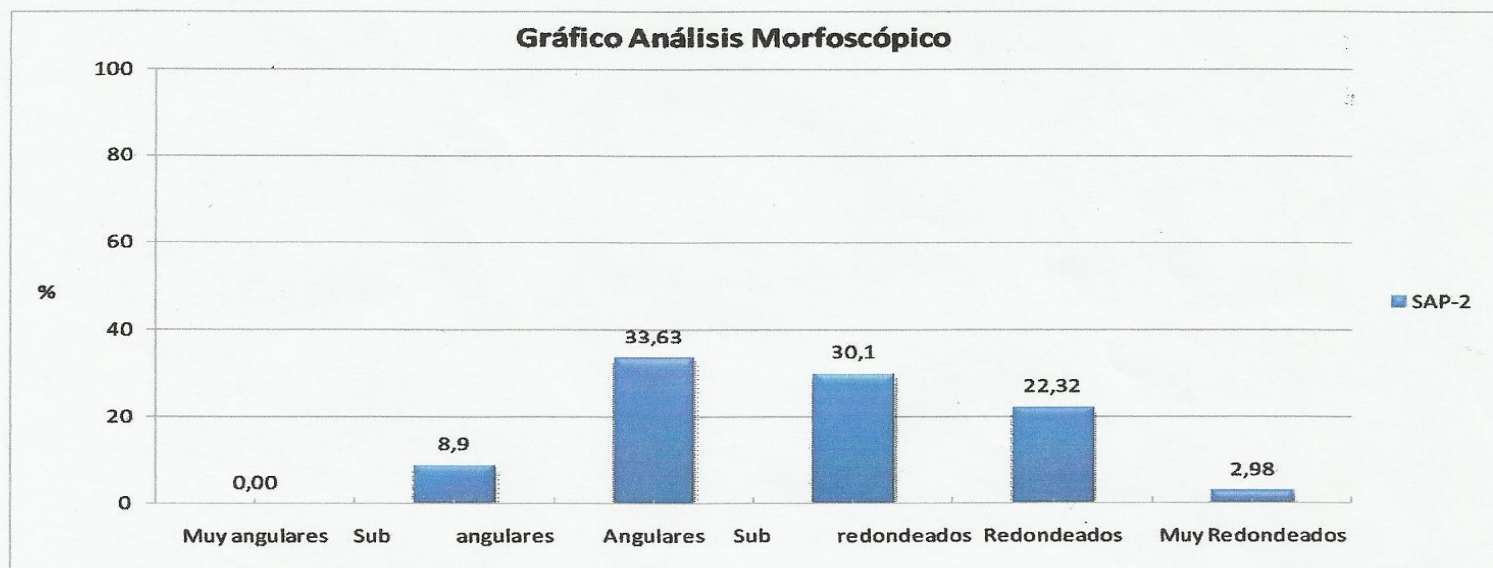


Figura C.2 Grafico de Análisis Morfoscópico de la muestra MS2.

Muestra	Mailas	Muy angulares	%	Sub angulares	%	Angulares	%	Sub redondeados	%	Redondeados	%	Muy Redondeados	%	Total partículas
SAP-3	35	0	0,00	8	2,38	26	7,74	64	19,05	25	7,44		0,00	123
	70	0	0,00	7	2,08	61	18,15	31	9,23	12	3,57		0,00	111
	100	0	0,00	10	2,98	34	10,12	71	21,13	20	5,95	0	0,00	135
	Total	0	0,00	25	7,4	121	36,01	166	49,4	57	16,96	0	0,00	369

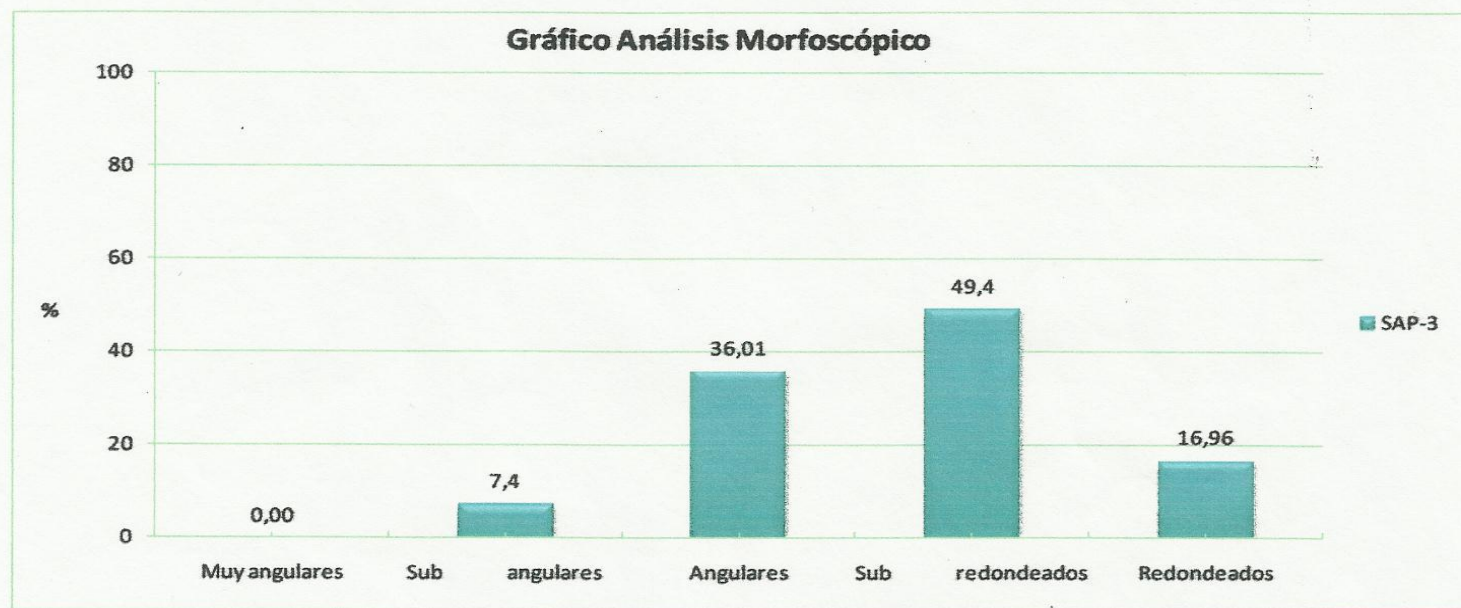


Figura C.3 Grafico de Análisis Morfoscópico de la muestra MS3.

APÉNDICE D
ANÁLISIS MINERALÓGICO DE LOS SEDIMENTOS DEL RÍO
LOS PEGAOS

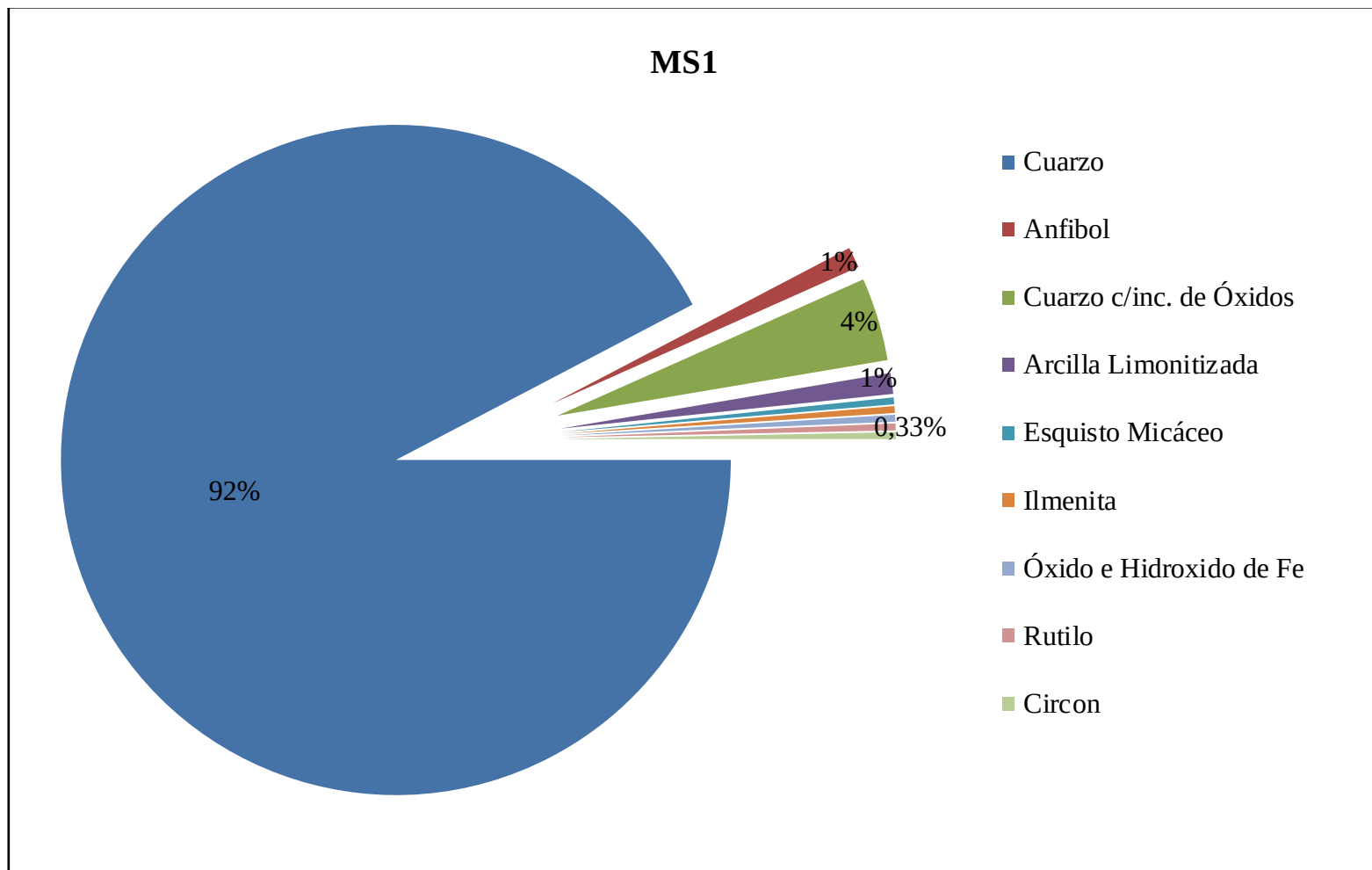


Figura D.1 Grafico de Análisis Mineralógico de la muestra MS1.

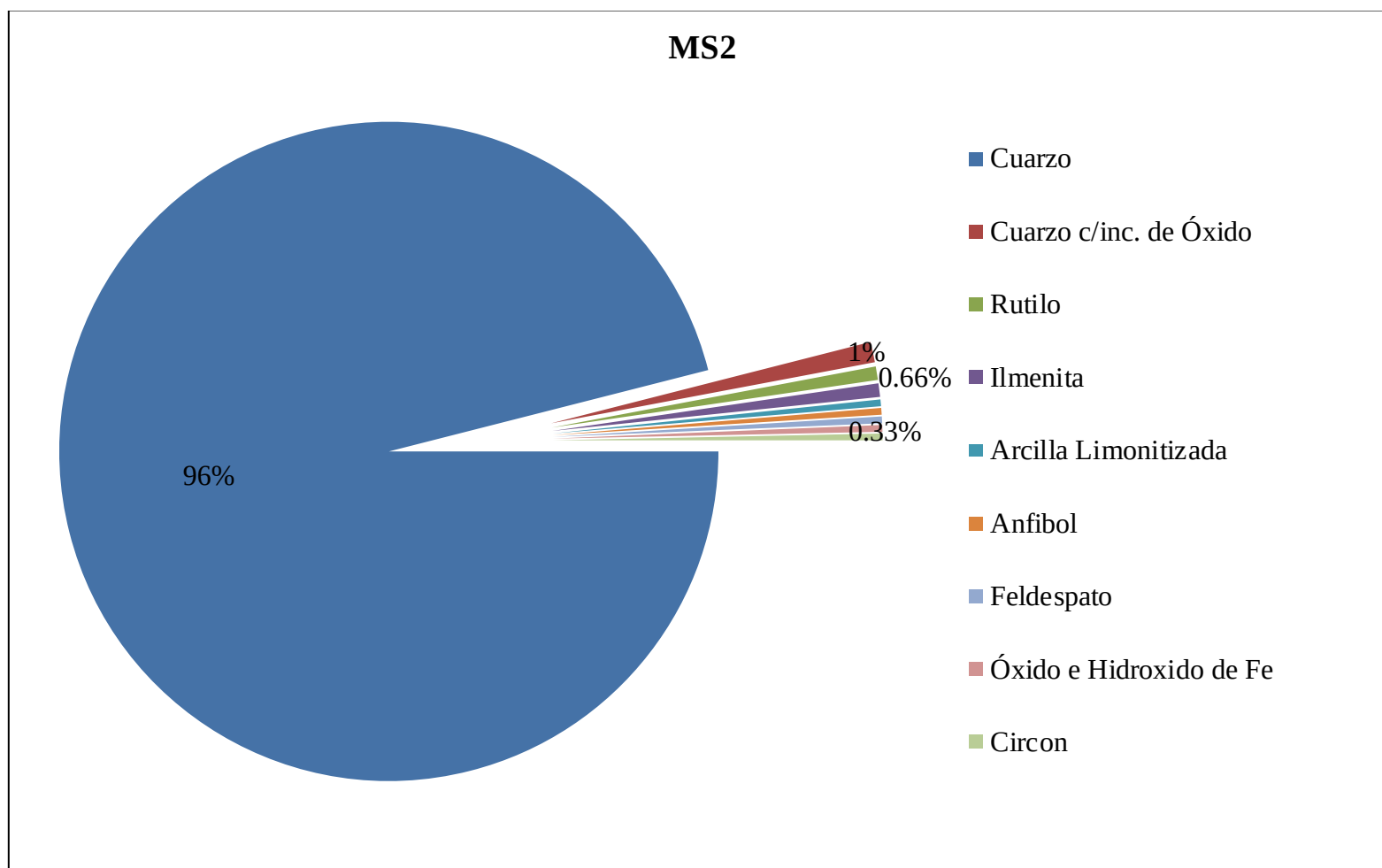


Figura D.2 Grafico de Análisis Mineralógico de la muestra MS2.

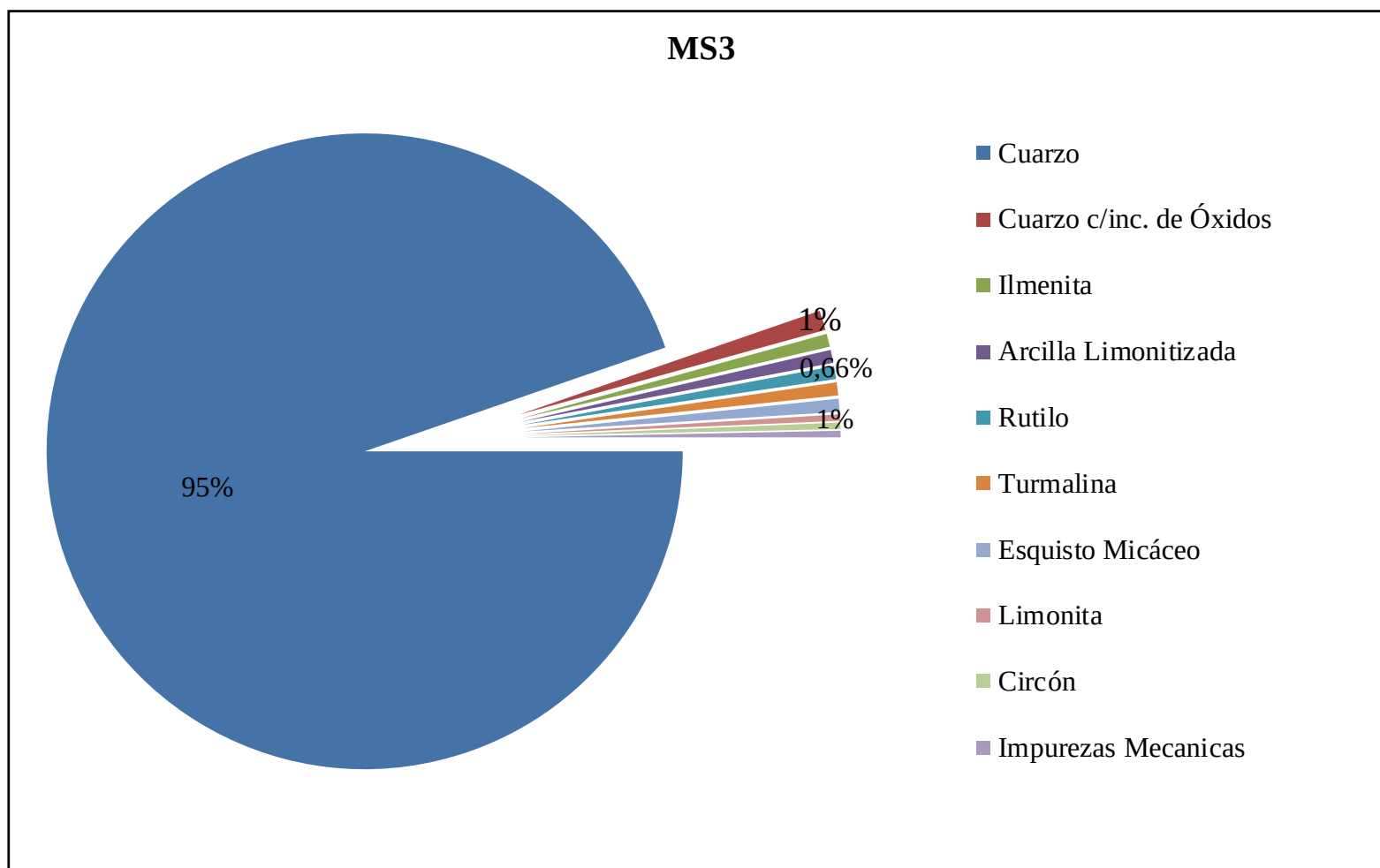


Figura D.3 Grafico de Análisis Mineralógico de la muestra MS3.

APÉNDICE E
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR
INGEOMIN



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
de Petróleo y Minería



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO-PRA-MIC-002-1

Total Págs. : 04

Solicitud de servicio: SS-007-13

Muestra N°1: AP-1

Fecha: 06-05-2013

Coleктор o solicitante: Alfredo Pareles

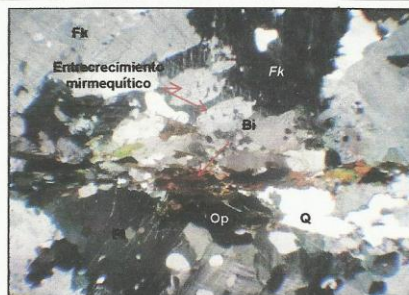
Analista: Geól. Niya Murillo

Localidad o procedencia: Km 27-28 Autopista

Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz

X: **Y:**

Unidad Litológica:



Muestra AP-1 (N°) 10X/2X: Se observan cristales de feldespato potásico (Fk), con entrecrecimiento mirmequitico, cuarzo (Q) aplanado, orientado bordeados por un paquete de mica biotita (Bi), alargado, deformado, orientado junto con minerales opacos (Op).

Descripción macroscópica de la muestra de mano: A simple vista es una roca dura, fresca, homogénea, de grano medio a fino y de color gris oscuro con tonos verdosos.

Descripción microscópica de la sección delgada

Textura: Granoxenoblástica inequigranular interlobulada, formada por cristales xenoblásticos (anhedrales), de tamaño variable, cuyos límites de granos son lobulados y algunos bordeados por paquetes de minerales máficos bien orientados.

Estructura: Masiva.

Minerales en orden de abundancia decreciente:

Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Feldespato	~35	Minerales opacos, anfíbol, piroxeno, apatito y circón.	~2	Sericita, caolinita, clorita y carbonato.
Plagioclasa	~30			
Cuarzo	~28			
Mica Biotita	~4			

Clasificación o tipo de roca: Charnockita.

Origen: Metamórfico.

Descripción composicional:

Feldespato potásico: tipo mesopertita, microclino y pertita, en cristales anhedrales, contactos interlobulados, de tamaño variable, los de mayor tamaño son mesopertíticos y ligeramente poiquilíticos con inclusiones redondeadas de cuarzo. biotita. plagioclasa y entrecrecimiento mirmequitico, en ocasiones está fracturado, liq. y caolinitizado y bordeado con entrecrecimiento mirmequitico.

Plagioclasa: probable oligoclasa-andesina, mayormente en cristales anhedrales a subhedrales, de tamaño medio a fino, algunas son antipertitas, otras con maclas tipo albita difusas y combadas, medianamente sericitizada, también presentan entrecrecimiento mirmequitico en sus bordes.

Cuarzo: de tamaño variable mayormente medio, anhedral, se observa en paquetes aplanados, alargado, deformado, orientado, siendo bordeados por paquetes de mica biotita, con extinción ondulante, recristalizado, mostrando algunos cristales migración de borde de grano, con límites de grano irregulares e interlobulados, además con fracturas rellenas de mica biotita.

Mica: tipo biotita, en cristales tabulares de tamaño fino a medio, con orientación visible, escasa dispersas, mayormente en paquetes alargados, deformadas, siendo sustituidas por minerales opacos a partir de los bordes.

Accesorios: se observan minerales opacos, granudos, de tamaño fino y medio, mayormente asociados con biotita orientados y escasos dispersos; hay restos esqueléticos de anfíbol, de tamaño fino, siendo sustituido total a parcialmente por mica biotita; le sigue piroxeno, probable diópsido, se observan



Figura E.1 Análisis Petrográfico de la muestra M1A1.



Gobierno
Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
de Petróleo y Minería



ANÁLISIS PETROGRÁFICO

FORMATO-PRA-MIC-002-1

Total Págs. : 04

Solicitud de servicio: SS-007-13

Muestra N°2: AP-2

Fecha: 06-05-2013

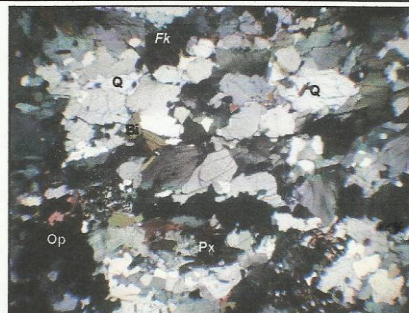
Coleccionista o solicitante: Alfredo Pareles

Analista: Geól. Niya Murillo

Localidad o procedencia: Km 27-28 Autopista
Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz.

X: **Y:**

Unidad Litológica:



Muestra AP-2 (XX) 10X/2X: Se observan cristales de cuarzo (Q) anhedral, en contacto interlobulado; feldespato potásico (Fk) y un paquete de mica biotita (Bi), minerales opacos (Op) y piroxeno (Px) ligeramente orientados.

Descripción macroscópica de la muestra de mano: En muestra de mano es una roca dura, alterada, homogénea, fracturada, de grano fino y de color gris claro con finas bandas orientadas, paralelas e intercaladas entre sí de color ocre.

Descripción microscópica de la sección delgada

Textura: Granoxenoblástica equigranular interlobulada, formada por un mosaico de cristales de tamaño medio y fino, anhedrales, cuyos límites de granos son interlobulados, en ocasiones bordeados por paquetes de minerales máficos algunos ligeramente orientados y todos fuertemente fracturados.

Estructura: Masiva.

Minerales en orden de abundancia decreciente:

Principales	(%)	Accesorios	(%)	Alteración
Cuarzo	~30	Minerales opacos, piroxeno, óxido e hidróxido de hierro, apatito y circón.	~6	Sericita y caolinita.
Feldespato	~29			
Plagioclasa	~28			
Biotita	~6			

Clasificación o tipo de roca: Gnéis Granítico.

Origen: Metamórfico.

Descripción composicional:

Cuarzo: de tamaño medio y fino, anhedral, se observa en paquetes recrystalizados, extinción ondulante, algunos policristalinos, en contacto interlobulado, fuertemente fracturado relleno de óxidos e hidróxidos de hierro, en ocasiones aplanados, alargados y ligeramente orientado.

Feldespato potásico: tipo microclino y mesopertita, anhedral, de tamaño medio y fino, los de menor tamaño se presentan generalmente en estructura de parrilla o cuadrícula (microclino), bordeados por entrecrecimiento mirmequítico, además está muy fracturado y son rellenos por óxidos e hidróxidos de hierro y ligeramente caolinitizado.

Plagioclasa: probable oligoclase, mayormente en cristales subhedrales, de tamaño medio y fino, algunas con maclas tipo albita difusas y algunas combadas otras son antipertitas y medianamente sericitizada.

Mica: tipo biotita, en tablas cortas, de tamaño fino y medio, algunas en cristales individuales, dispersas homogéneamente y otras en paquetes ligeramente orientadas.

Accesorios: se observan minerales opacos, granudos, de tamaño fino, mayormente en paquetes junto con el piroxeno y a veces con la mica biotita; hay piroxeno, de tamaño fino, anhedral, intensamente fracturado, siendo sustituido por minerales opacos a partir de las fracturas y están ligeramente orientados; también hay circón y apatito, granudos, de tamaño fino, dispersos heterogéneamente y por



Figura E.2 Análisis Petrográfico de la muestra M1A2.

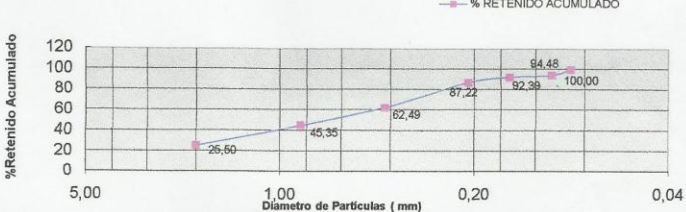
 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio de Industrias Básicas y Minería							
CERTIFICADO DE ANALISIS								
Ciudad Bolívar, 27-02-2013								
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES								
EMPRESA U ORGANISMO: Alfredo Pareles TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO PROCEDENCIA: KM-27 AL 29 VIA CDA BOLIVAR - Puerto Ordaz. SOLICITUD: SS-007-13 MUESTRA: SAP-1								
Análisis Granulométrico en Humedo								
PESO INICIAL (g): 542,0		Peso Total: 7408 g						
MUESTRA	TAMAÑO	PESO g	%	RETENIDO	%	RETENIDO ACUMULADO	%	PASANTE ACUMULADO
SAP-1	MALLA	mm						
	10	2,00	136,7	25,50	25,50	74,50		
	20	0,84	106,4	19,85	45,35	54,65		
	35	0,42	91,9	17,14	62,49	37,51		
	70	0,21	132,6	24,73	87,22	12,78		
	100	0,15	27,7	5,17	92,39	7,61		
	150	0,11	11,2	2,09	94,48	5,52		
-150	0,09	29,6	5,52	100,00	0,00			
TOTAL			536,1	100,00				
% de pérdida								
1,09								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO SAP-1								
								
 Tec. Miguel Sanchez Analista			 Edo. Nolasco Angulo Coord. Administrativo Regional			 Tec. Silvia Medina Lab. Preparación de Muestra (E)		
Formato: INRG-PR-01-1			Aprobado:			Última Rev.		

Figura E.3 Análisis Granulométrico de la muestra MS1.

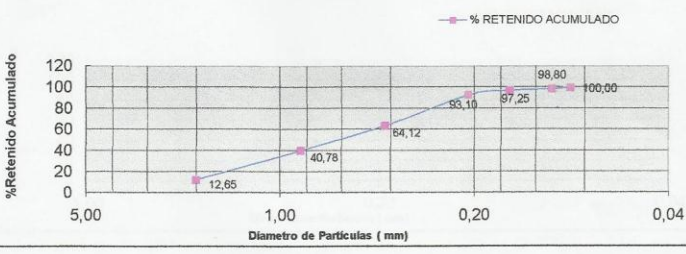
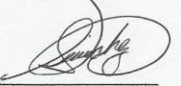
 Gobierno Bolivariano de Venezuela Ministerio de Industrias Básicas y Minería	 INGEOMIN Instituto Nacional de Geología y Minería																																																											
CERTIFICADO DE ANALISIS																																																												
Ciudad Bolívar, 27-02-2013																																																												
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES																																																												
EMPRESA U ORGANISMO: Alfredo Paredes TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO PROCEDECENCIA: KM-27 AL 29 VIA CDA BOLIVAR - Puerto Ordaz. SOLICITUD: SS-007-13 MUESTRAS: SAP-2																																																												
Análisis Granulométrico en Humedo																																																												
PESO INICIAL (g):	Peso Total: 3256 g																																																											
	555,0																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="2">TAMAÑO</th> <th rowspan="2">PESO g</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% RETENIDO ACUMULADO</th> <th rowspan="2">% PASANTE ACUMULADO</th> </tr> <tr> <th>MALLA</th> <th>mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7" style="text-align: center;">SAP-2</td> <td>10</td> <td>2,00</td> <td>69,8</td> <td>12,65</td> <td>12,65</td> <td>87,35</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,84</td> <td>155,2</td> <td>28,13</td> <td>40,78</td> <td>59,22</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>0,42</td> <td>128,8</td> <td>23,34</td> <td>64,12</td> <td>35,88</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>0,21</td> <td>159,9</td> <td>28,98</td> <td>93,10</td> <td>6,90</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>0,15</td> <td>22,9</td> <td>4,15</td> <td>97,25</td> <td>2,75</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>0,11</td> <td>8,6</td> <td>1,56</td> <td>98,80</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>-150</td> <td>0,09</td> <td>6,6</td> <td>1,20</td> <td>100,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">TOTAL</td> <td>551,8</td> <td>100,00</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	TAMAÑO		PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	MALLA	mm	SAP-2	10	2,00	69,8	12,65	12,65	87,35	20	0,84	155,2	28,13	40,78	59,22	35	0,42	128,8	23,34	64,12	35,88	70	0,21	159,9	28,98	93,10	6,90	100	0,15	22,9	4,15	97,25	2,75	150	0,11	8,6	1,56	98,80	1,20	-150	0,09	6,6	1,20	100,00	0,00	TOTAL			551,8	100,00			
MUESTRA		TAMAÑO						PESO g	% RETENIDO		% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO																																																
	MALLA	mm																																																										
SAP-2	10	2,00	69,8	12,65	12,65	87,35																																																						
	20	0,84	155,2	28,13	40,78	59,22																																																						
	35	0,42	128,8	23,34	64,12	35,88																																																						
	70	0,21	159,9	28,98	93,10	6,90																																																						
	100	0,15	22,9	4,15	97,25	2,75																																																						
	150	0,11	8,6	1,56	98,80	1,20																																																						
	-150	0,09	6,6	1,20	100,00	0,00																																																						
TOTAL			551,8	100,00																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>% de perdida</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,58</td> </tr> </table>	% de perdida	0,58																																																										
% de perdida																																																												
0,58																																																												
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO SAP-2																																																												
																																																												
 Tec. Miguel Sanchez Analista	 Lid. Nestor Emilio Coord. Administrativo Regional	 Tec. Silvia Medina Lab. Preparación de Muestra (E)																																																										
Formato: INRG-PR-01-1		Ultima Rev.																																																										

Figura E.4 Análisis Granulométrico de la muestra MS2.

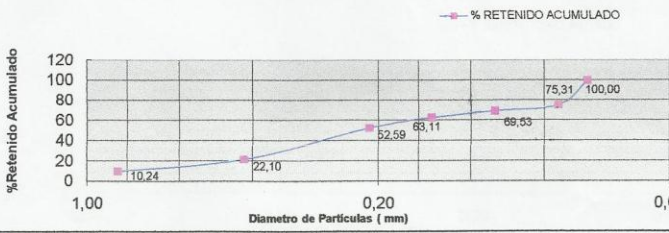
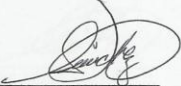
 Gobierno Bolivariano de Venezuela	Ministerio de Industrias Básicas y Minería	 INGEOMIN					
CERTIFICADO DE ANALISIS							
Ciudad Bolívar, 27-02-2013							
LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE MINERALES							
EMPRESA U ORGANISMO: Alfredo Pareles TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO PROCEDENCIA: KM-27 AL 29 VIA CDA BOLIVAR - Puerto Ordaz. SOLICITUD: SS-007-13 MUESTRA: SAP-3							
Análisis Granulométrico en Humedo							
PESO INICIAL (g): 541,0		Peso Total: 6276 g					
MUESTRA	TAMAÑO	PESO g	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO		
SAP-3	MALLA	mm					
	20	0,84	55,0	10,24	10,24		
	35	0,42	63,7	11,86	22,10		
	70	0,21	163,7	30,48	52,59		
	100	0,15	56,5	10,52	63,11		
	150	0,11	34,5	6,42	69,53		
	200	0,07	31,0	5,77	75,31		
-200	0,06	132,6	24,69	100,00	0,00		
TOTAL		537,0	100,00				
<table border="1" style="margin: 10px auto; width: 150px;"> <tr> <td style="text-align: center;">% de pérdida</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,74</td> </tr> </table>						% de pérdida	0,74
% de pérdida							
0,74							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN HUMEDO SAP-3							
							
 Tec. Miguel Sanchez Analista		 Lcd. Néstor Angulo Coord. Administrativo Regional INGEOMIN		 Tec. Silvia Medina Lab. Preparación de Muestra (E)			
Formato: INRG-PR-01-1			Ultima Rev.				

Figura E.5 Análisis Granulométrico de la muestra MS3.

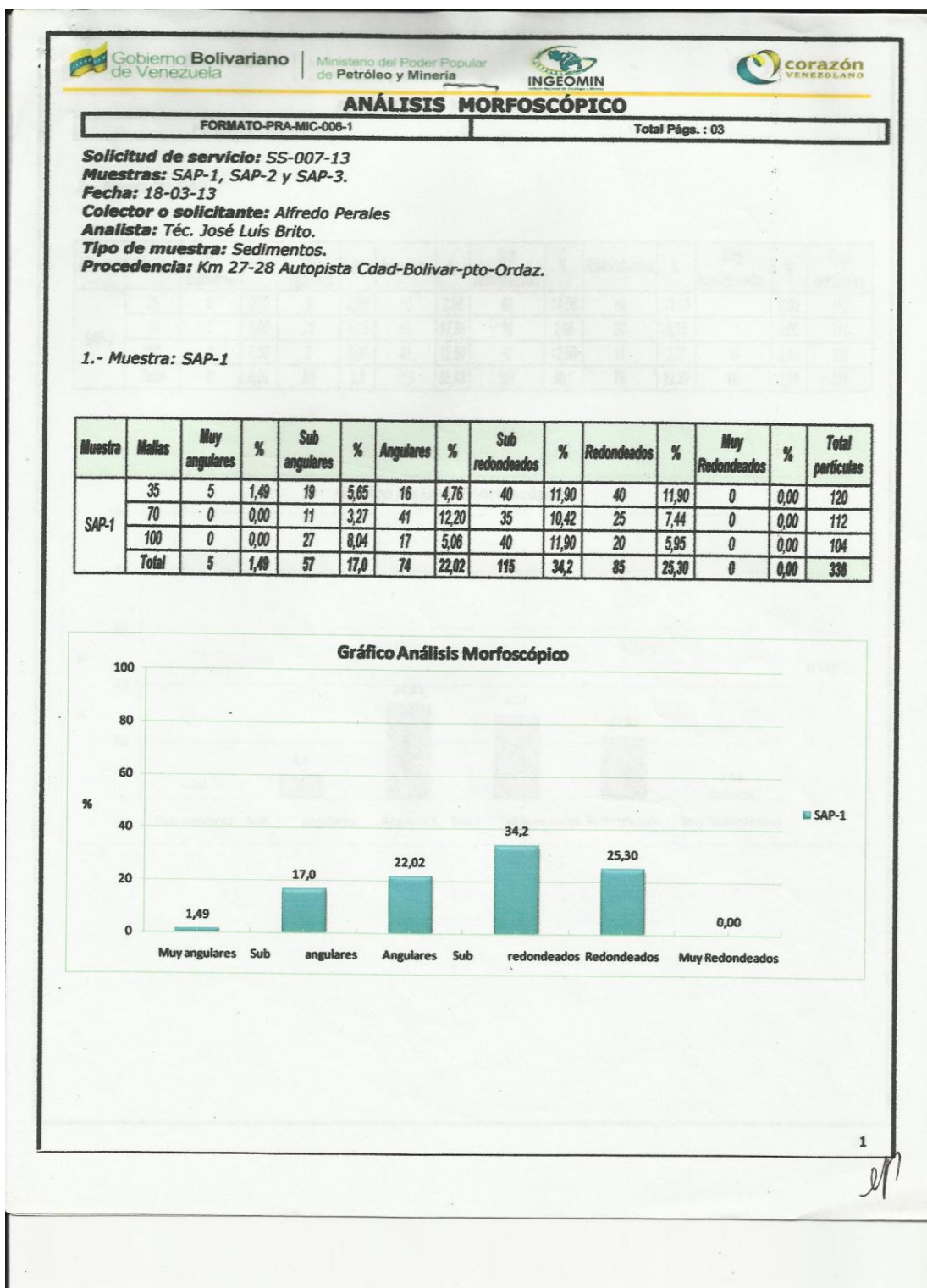


Figura E.6 Análisis Morfoscópico de la muestra MS1.

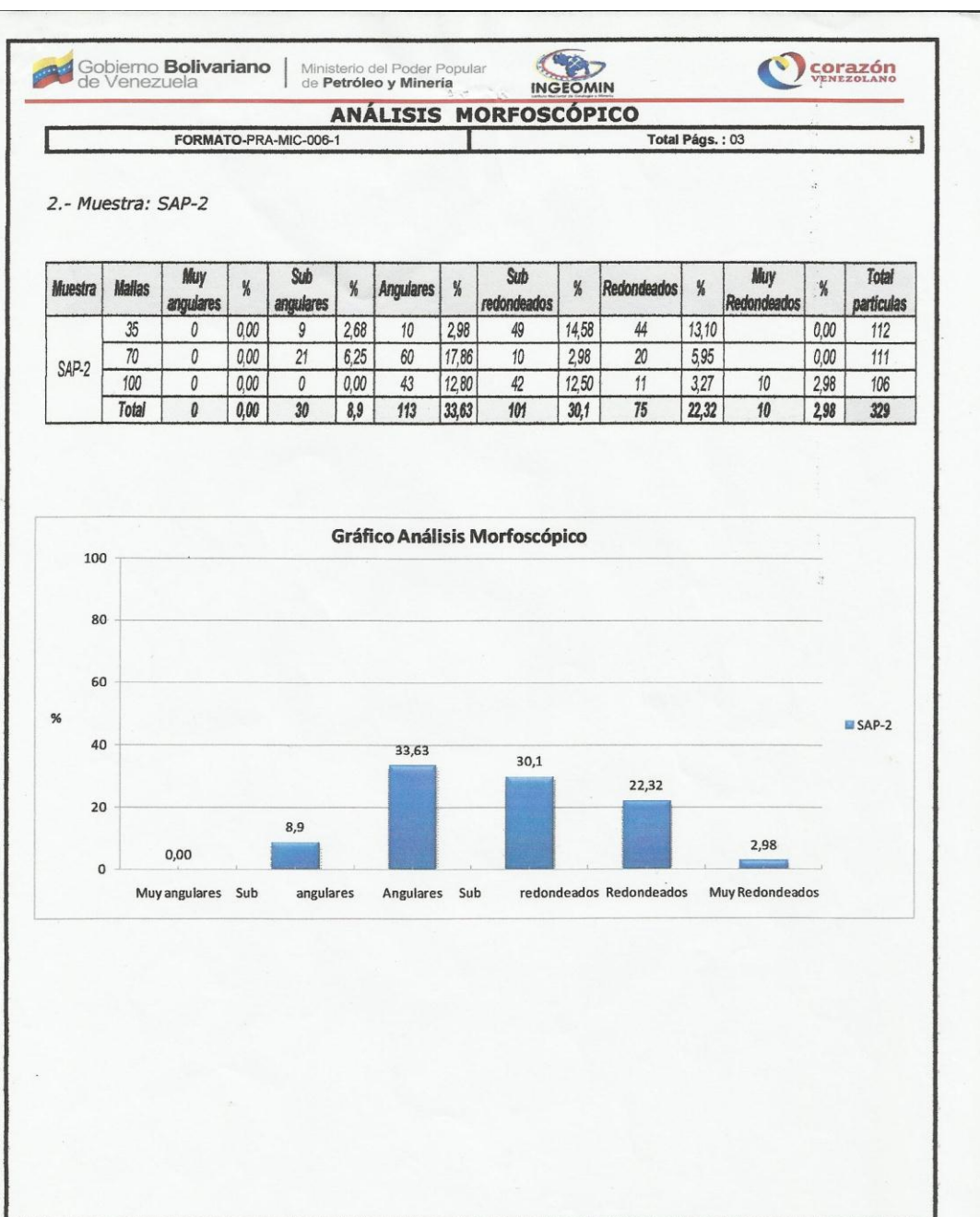


Figura E.7 Análisis Morfoscópico de la muestra MS2.

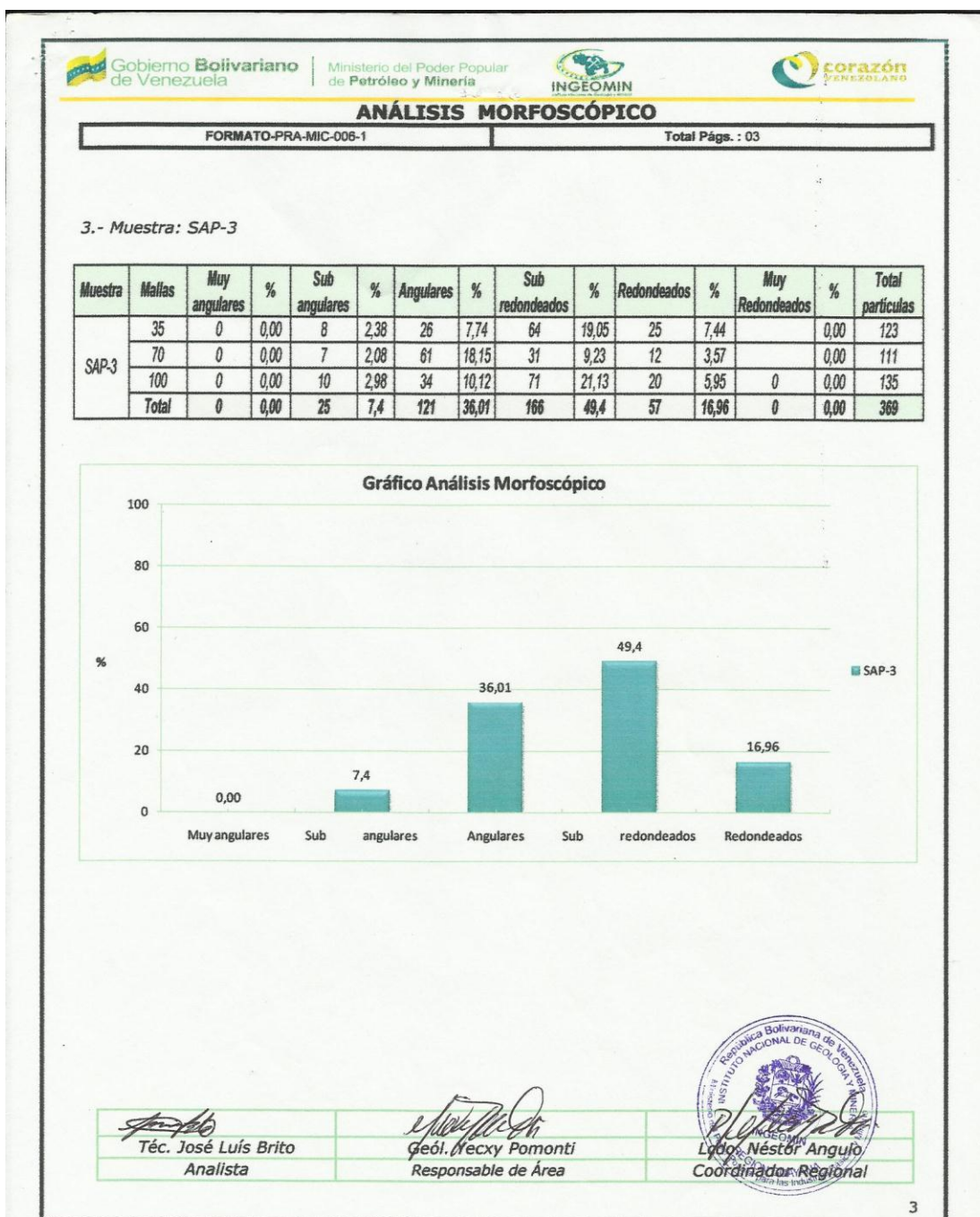


Figura E.8 Análisis Morfoscópico de la muestra MS3.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería		INGEOMIN		CORAZÓN VENEZOLANO			
ANÁLISIS MINERALÓGICO									
FORMATO-PRA-MIC-005-1				Total Págs. : 03					
Solicitud de servicio: SS-007-13 Muestras: SAP-1, SAP-2 y SAP-3. Fecha: 18-03-13 Colector o solicitante: Alfredo Perales Analista: Téc. José Luis Brito. Tipo de muestra: Sedimentos. Procedencia: Km 27-28 Autopista Cdad-Bolivar-pto-Ordaz.									
1.- Muestra: SAP-1									
MUESTRA	TAMAÑO		FRACCIÓN	PESO INICIAL FRACCIÓN (Gr)	(% FRACCIÓN	MINERAL	(% VISUAL	(% REAL	OBSERVACIONES
	Malas	μ							
SAP-1	35	500	MAGNÉTICA	0,000	0,000				
			ELECTROMAGNÉTICA	0,0051	0,0642	Cuarzo	98,00	0,05	
						Anfibol	1,00	0,00	
						Cuarzo c/inc. de Óxidos	1,00	0,00	
						Cuarzo	87,00	86,94	
						Cuarzo c/inc. de Óxidos	10,00	9,99	
						Arcilla limonitizada	1,00	1,00	
						Anfibol	1,00	1,00	
						Esquistó micáceo	1,00	1,00	
								100	
	70	210	MAGNÉTICA	0,0000	0,0000				
			ELECTROMAGNÉTICA	0,0065	0,1229	Cuarzo	97,00	0,12	
						Ilmenita	1,00	0,001	
						Arcilla limonitizada	1,00	0,001	
						Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	0,001	
						Cuarzo	96,00	95,88	
						Cuarzo c/inc. de Óxidos	2,00	2,00	
						Arcilla limonitizada	1,00	1,00	
						Anfibol	1,00	1,00	
								100	
								0,00	
								0,00	
100	148	MAGNÉTICA							
		ELECTROMAGNÉTICA	0,0160	0,3066	Ilmenita	96,00	0,29		
					Rutilo	1,00	0,003		
					Cuarzo	1,00	0,003		
					Arcilla limonitizada	1,00	0,003		
					Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	0,003		
					Cuarzo	94,00	93,71		
					Arcilla limonitizada	1,00	1,00		
					Anfibol	1,00	1,00		
					Ilmenita	1,00	1,00		
					Circón	1,00	1,00		
					Rutilo	1,00	1,00		
			Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	1,00				
					100				

Figura E.9 Análisis Mineralógico de la muestra MS1.

Gobierno Bolivariano de Venezuela		Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería		INGEOMIN		corazón VENEZOLANO				
ANÁLISIS MINERALÓGICO										
FORMATO-PRA-MIC-005-1				Total Págs. : 03						
2.- Muestra: SAP-2										
MUESTRA	TAMBAÑO		FRACCIÓN	PESO INICIAL FRACCIÓN (G)	(%) FRACCIÓN	MINERAL	(%) VISUAL	(%) REAL	OBSERVACIONES	
	Malas	p								
SAP-2	35		MAGNÉTICA	0,000	0,000			0,00		
							0,00			
							0,00			
				ELECTROMAGNÉTICA	0,012	0,185	Cuarzo	98,00	0,18	
				Arcilla limonitizada	1,00	0,00				
				Anfibol	1,00	0,002				
				NO ELECTROMAGNÉTICA	6,221	99,815	Cuarzo	98,00	95,82	
				Cuarzo cinc. de Óxidos	2,00	2,00				
				Arcilla limonitizada	1,00	1,00				
					6,2328	100,00	Feldespatio	1,00	1,00	
								100		
		70		ELECTROMAGNÉTICA	0,009	0,1317	Cuarzo	98,00	0,13	
				Anfibol	1,00	0,001				
				Rutilo	1,00	0,001				
				NO ELECTROMAGNÉTICA	6,827	99,8683	Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	0,001	
				Cuarzo cinc. de Óxidos	1,00	0,001				
				Cuarzo	97,00	96,87				
					6,8358	100,00	Rutilo	1,00	1,00	
							Cuarzo cinc. de Óxidos	1,00	1,00	
							Ilmenita	1,00	1,00	
	100			ELECTROMAGNÉTICA	0,068	1,2997	Ilmenita	96,00	1,25	
					Cuarzo	1,00	0,01			
					Arcilla limonitizada	1,00	0,01			
				NO ELECTROMAGNÉTICA	5,1641	98,7003	Rutilo	1,00	0,01	
		Óxido e Hidróxido de Fe.		1,00	0,01					
		Cuarzo		95,00	93,77					
				5,2321	100,00	Ilmenita	1,00	0,99		
						Arcilla limonitizada	1,00	0,99		
						Rutilo	1,00	0,99		
						Circón	1,00	0,99		
						Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	0,99		
							100			

Figura E.10 Análisis Mineralógico de la muestra MS2.

Gobierno Bolivariano
de Venezuela

Ministerio del Poder Popular
de Petróleo y Minería

corazón
VENEZOLANO

ANÁLISIS MINERALÓGICO

FORMATO-PRA-MIC-005-1
Total Págs. : 03

3.- Muestra: SAP-3

MUESTRA	TAMAÑO		FRACCIÓN	PESO INICIAL FRACCIÓN (Gr)	(% FRACCIÓN)	MINERAL	(% VISUAL)	(% REAL)	OBSERVACIONES		
	Malas	μ									
SAP-3	35	500	MAGNÉTICA	0,000	0,000			0,00			
								0,00			
								0,00			
			ELECTROMAGNÉTICA	0,004	0,049	Cuarzo	98,00	0,05			
						Cuarzo c/nc. de Óxidos	1,00	0,0005			
						Ilmenita	1,00	0,0005			
			NO ELECTROMAGNÉTICA	7,340	99,951	Cuarzo	98,00	95,95			
						Cuarzo c/nc. de Óxidos	2,00	2,00			
						Arcilla limonizada	1,00	1,00			
						7,344	100,00			100	
			70	210	MAGNÉTICA	0,000	0,000			0,00	
										0,00	
								0,000			
	ELECTROMAGNÉTICA	0,007			0,115	Cuarzo	97,00	0,11			
						Ilmenita	1,00	0,00			
						Rutilo	1,00	0,00			
	NO ELECTROMAGNÉTICA	6,407			99,885	Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	0,00			
						Cuarzo	94,00	93,89			
						Ilmenita	1,00	1,00			
						Limonita	1,00	1,00			
						Arcilla limonizada	1,00	1,00			
						Cuarzo c/nc. de Óxidos	1,00	1,00			
				6,414	100,00			100			
	100	149	MAGNÉTICA	0,000				0,00			
							0,00				
							0,000				
ELECTROMAGNÉTICA			0,014	0,219	Ilmenita	96,00	0,21				
					Cuarzo	1,00	0,002				
					Óxido e Hidróxido de Fe.	1,00	0,002				
NO ELECTROMAGNÉTICA			6,152	99,781	Rutilo	1,00	0,002				
					Antifol	1,00	0,002				
					Cuarzo	94,00	93,79				
					Rutilo	2,00	2,00				
					Ilmenita	1,00	1,00				
					Esquistos micáceos	1,00	1,00				
			6,166	100,00			100				

Téc. José Luis Brito
Analista

Geól. Yecy Pomonti
Responsable de Área

Lcdor Néstor Angulo
Coordinador Regional

3

Figura E.11 Análisis Mineralógico de la muestra MS3.

ANEXOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE SUPERFICIE DEL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE LOS KM 27 Y KM 30 DE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR (VENEZUELA)
--------	---

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
CAMPOS T, ALBERTO J	CVLAC	17.839.512
	e-mail	sk8albert@hotmail.com
	e-mail	

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
PARELES P, ALFREDO O	CVLAC	16.650.110
	e-mail	alf_rules_3@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Caracterización
Geología
Superficie
Rio
Sedimentos
Muestreo
Geomorfología

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Geología.	Geología

Resumen (abstract):

Este trabajo de investigación se realizó en el sector comprendido entre los kilómetros 27 y 30 de la autopista Ciudad Bolívar – Puerto Ordaz, estado Bolívar, teniendo como objetivo general caracterizar la geología de superficie del sector mencionado. Para ello se planteó una metodología en cuatro etapas, la Etapa 1; que consistió en la revisión de la información bibliográfica y cartográfica con el fin de obtener información acerca del área de estudio y planificación del trabajo de campo. Etapa 2; reconocimiento y delimitación del área de estudio con GPS, levantamiento geológico el cual consistió en la toma de cuatro (4) muestras de rocas y tres (3) muestras de sedimentos del río Los Pegaos, lo que permitió determinar tres unidades geológicas en la zona, que de mayor a menor edad son: Complejo Geológico de Imataca, Formación Mesa y Sedimentos Recientes, así como también el levantamiento del río, además de la toma de fotografías. Etapa 3; se refiere al análisis petrográfico realizados a dos (2) muestras de rocas, así como también a los análisis granulométricos, morfoscópico y mineralógicos de las tres (3) muestras de sedimentos, estos análisis se realizaron en el Instituto Geológico y Minero (INGEOMIN). Por último la etapa 4; en esta se realizó el análisis e interpretación de la información obtenida en campo y de laboratorio y se digitalizó el mapa geológico. El Complejo Geológico de Imataca está representado por Charnockitas y Gnéis Granítico de edad Precámbrica; mientras que la Formación Mesa de edad Pleistoceno está compuesta por arenas cuya granulometría varía de grano medio a grueso y decrece de base a tope, de color marrón claro, y los Sedimentos Recientes de edad Holoceno que se presentan en los márgenes, fondo y las adyacencias del río Los Pegaos, producto principalmente de la erosión de la Formación Mesa y de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales tienen una granulometría de arenas de grano fino (50, 43%), arenas de grano medio (17,45%) y arenas de grano grueso (32,12%), lo que indica una circulación de moderada a baja de las aguas del río, con buen escogimiento; además las formas predominantes de las partículas tamaño arena son Angulares (30,55%) a Sub-redondeados (37,9%), esto nos permite inferir que las arenas provienen de lugares cercanos, como de la Formación Mesa. Así mismo los sedimentos están compuestos principalmente por Cuarzo (94,13%) y en menor cantidad porcentual anfíbol, feldespato, rutilo, circón, lo que indica que los sedimentos provienen tanto de la Formación Mesa como de la Provincia Geológica de Imataca.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
JACQUES EDLIBI	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLA C 12.189.882
	e-mail jacquesedlibi@hotmail.com
	e-mail
ANNA BANDINI	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLA C 12.601.683
	e-mail bandinianna@hotmail.com
	e-mail
JORGE ABUD	ROL CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLA C 4.984.842
	e-mail jorgeabuds@yahoo.com
	e-mail
	e-mail

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2014	04	21

Lenguaje: spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE SUPERFICIE DEL ÁREA COMPRENDIDA ENTRE LOS KM 27 Y KM 30 DE LA AUTOPISTA CIUDAD BOLÍVAR – PUERTO ORDAZ, ESTADO BOLÍVAR (VENEZUELA)	

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

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CURVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."



Campos T. Alberto J.
C.I.: V-17.839.512
AUTOR



Pareles P. Alfredo O.
C.I.: V-16.650.110
AUTOR



Jacques Edmundo
C.I.: V-12.189.882
TUTOR