

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



CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS SUELOS RESIDUALES DE LAS CUARCITAS DEL COMPLEJO DE IMATACA, , PRESENTES AL ESTE DEL PUNTO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO MARHUANTA DE LA GUARDIA NACIONAL, UBICADO EN VENEZUELA- CIUDAD BOLÍVAR – MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO-PARROQUIA MARHUANTA SUR

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR LOS BACHILLERES BASTARDO ESTHER Y MAURERA ENDREIMAR PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓLOGO.

CIUDAD BOLÍVAR, OCTUBRE 2023



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado titulado: "CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS SUELOS RESIDUALES DE LAS CUARCITAS DEL COMPLEJO DE MATACA, PRESENTES AL ESTE DEL PUNTO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO MARHUANTA DE LA GUARDIA NACIONAL, UBICADO EN VENEZUELA- CIUDAD BOLÍVAR-MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO-PARROQUIA MARHUANTA SUR." presentado por los bachilleres: Esther Diosmary Bastardo Yépez de cédula de identidad V-26.374.479 y Endreimar Del Valle Maurera Aray de cédula de identidad 27.486.243.

Nombre y Apellido:

Prof. Carlos Boscarollo

(Asesor)

Prof. Rosario Rivadulla

(Jurado)

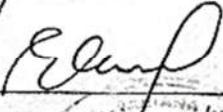
Prof. Edixén Salazar

(Jurado)

Prof. Rosario Rivadulla
Jefe del Departamento de Geología









Prof. Francisco Monteverde
Director de Escuela Ciencias de la Tierra

En Ciudad Bolívar, a los 06 días del mes de Noviembre de 2023

DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a mi DIOS que nunca me ha abandonado y que siempre ha estado a mi lado y me ha sostenido con la diestra de su misericordia 2 Samuel 31: En cuanto a DIOS, perfecto es su camino, y acrisolada la palabra de JEHOVA. Escudo es a todo los que en el esperan.

Dedico este trabajo especialmente a mi familia por su apoyo incondicional, por alentarme a seguir luchando, para alcanzar la meta.

A mi profesora Rosario Rivadulla por su gran apoyo en el desarrollo de este trabajo, a mi amigo Josuet Flores y Daniel Espinoza por haber ayudado en mi trabajo de campo.

Esther Bastardo

Dedico mi tesis principalmente a Dios, porque sin él nada de esto sería posible.

A mis padres Dulce María A y Daniel C, y a mi abuela María L, porque ellos estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos, gracias por su amor, por su sacrificio y por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos de la vida. Gracias por acompañarme en cada paso que doy en la búsqueda de ser mejor persona y profesional.

A todos mis hermanos, mi motivación. Espero les sirva de ejemplo que todo se puede lograr.

A mi querida amiga Esther B, por todo su cariño, por sus palabras de aliento, por su ayuda en todo momento, sin ella esto tampoco sería posible. Este es un logro de las dos.

A mi profesora Rosario Rivadulla por su gran apoyo en el desarrollo de este trabajo, a mi amigo Josuet Flores y Daniel Espinoza por haber ayudado en mi trabajo de campo.

Endreimar Maurera

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi DIOS primeramente por haberme ayudado y sustentado cada día de mi vida, a mis padres por apoyarme, para alcanzar la meta, a mis hermanos que han estado para mí cada día.

A todo mis profesores que me han ayudado a forjar mi carrera, a mi tutor el profesor Carlos Boscarello y a mi profesora Rosario Rivadulla.

A todos mis compañeros de clase que me dieron su apoyo: Endreimar Maurera, Josuet Flores, Daniel Espinoza, Alexander Cordero, José Yépez, Karla Dos Santos, Neginoth López, Ramón Bordones, Rafael Álvarez, José Barrios, Neidy Celeste.

Esther Bastardo

Primeramente a Dios, porque me permito llegar hasta el final de mi carrera.

A todos mis profesores, en especial a mi Tutor Carlos Boscarello y a mi profesora Rosario Rivadulla, gracias por su guía, por su dedicación y paciencia; ya que sin ellas no hubiese podido llegar a este momento tan anhelado.

Quiero agradecer también a la Familia de mi amiga Esther, por toda su hospitalidad y por todo su cariño. De igual manera muy agradecida con la Señora Dulce María, por brindarnos todo su apoyo durante nuestra etapa de campo.

También quiero agradecerle a todos mis compañeros, los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, Esther B, Daniel E, José Y, a mi tío José A, Neginoth L, Ramón B, José B, Rafael Á, Joaquín N y Josuet F, gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

Endreimar Maurera

RESUMEN

La zona de investigación está ubicada en el Estado Bolívar Municipio Angostura del Orinoco-parroquia Marhuanta sur; al este del punto de atención al ciudadano Marhuanta de la guardia nacional. Este estudio tiene como objetivo principal “Realizar la caracterización de los suelos residuales producidos por las cuarcitas del Complejo de Imataca”, utilizando la descripción detallada de las unidades estratigráficas, mediante la observación directa en campo con información de 8 calicatas, y la representación de las variaciones del relieve de la zona en un mapa topográfico. Se representaron en columnas estratigráficas las características del subsuelo con la información de las calicatas, se clasificaron texturalmente los suelos por la escala Udden-Wentworth y el por sistema unificado de suelos (SUCS) usando los datos de los ensayos granulométricos por tamizado. Se realizó el análisis mineralógico de 1 muestra de suelo residual usando microscopio estereográfico. Se determinaron las variaciones laterales del suelo comparando las columnas estratigráficas y en un mapa geológico se representaron las unidades estratigráficas presentes en la zona de estudio usando datos de campo. Esta investigación es de tipo analítica y descriptiva por tanto se utilizaron herramientas como: GPS, brújula, cinta métrica, cámara, pico, cabilla, hilo, martillo y celular. Los análisis de las columnas estratigráficas indicaron la existencia de dos unidades estratigráficas, suelos residuales del Complejo de Imataca, los cuales se caracterizan por presentar suelos lateríticos arcillosos tipo “Formación Tigrito”, término informal, además de presencia de costras ferruginosas, que abarcan el 95% de la zona de estudio, el otro 5% esta representado por cuarcitas ferruginosas que están compuesta por cuarzo y hematita, de textura granular de grano medio a fino. De acuerdo al mapa topográfico se pudo identificar la geomorfología y el relieve de zona, la cual corresponde a una peniplanicie y algunas depresiones. Posteriormente, del análisis mineralógico realizado a las muestras se identificaron los minerales presentes en orden de abundancia decreciente, fragmentos terrosos entre 70 y 80%, cuarzo entre 28 y 18%, y como accesorio fragmentos arcillosos limonitizados, feldespatos, ilmenita, magnetita y mica en 2% aproximadamente, la cual confirma la presencia de suelos lateríticos. Según la clasificación textural de los suelos de acuerdo a las curvas granulométricas, en general en los suelos predominan las partículas de tamaño de arenas medias a muy finas con un 50%. Conforme a la SUCS se obtuvo que el 37,5% de las muestras (3) son suelos tipo SP, que corresponden a arenas mal gradadas y el resto del 62,5% de las muestras (5) son suelos tipo SP-SM y presenta porcentajes de fino entre 5-12% que pertenece a las arenas mal gradadas limosas. Por ultimo con la comparación de las columnas estratigráficas, se determinó que los espesores de suelo más la roca meteorizada representados están entre los 0,60 m y 1,40 m; y en el diagrama panel con las 8 columnas, se observan cambios en el espesor del suelo laterítico arcilloso, que se encuentra en el contacto gradacional con la cuarcita ferruginosa muy meteorizada. se observa. La cota más alta del terreno es 43,9 m.s.n.m, y la más baja 42,4 m.s.n.m,

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE APÉNDICES	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación.....	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 Justificación de la investigación.....	6
1.4 Alcances de la investigación.....	6
1.5 Limitaciones de la investigación.....	6
CAPÍTULO II.....	7
GENERALIDADES	7
2.1 Ubicación geográfica.....	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Geología regional	9
2.3.1 Complejo de Imataca	10
2.3.1.1 Asociaciones litológicas.....	10
2.3.1.2 Contactos geológicos	11
2.3.1.3 Edad	12
2.4 Geología local	12
2.4.1 Formación Mesa.....	12
2.4.1.1 Edad	13
2.5 Características físico naturales del área de estudio	14
2.5.1 Clima.....	14
2.5.2 Vegetación.....	16
2.5.3 Drenaje	16
2.5.3.11 Suelos	30
CAPÍTULO III.....	31

MARCO TEÓRICO.....	31
3.1 Antecedentes de la investigación.....	31
3.2 Fundamentos teóricos	32
3.2.1 Escala de Wentworth-Udden.....	32
3.2.2 Características mineralógicas de las cuarcitas	33
3.2.3 Suelo laterítico	33
3.2.4 Lateritas.....	34
3.2.5 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).....	34
3.2.6 Diagrama panel	38
3.3 Definición de términos básicos	39
3.3.1 Cuarzitas ferruginosas.....	39
3.3.2 Cuarzo	40
3.3.3 Feldespato	40
3.3.4 Hematita	40
3.3.5 Limonita	40
3.3.6 Magnetita.....	41
3.3.7 Método utilizado para la nivelación del terreno.....	41
3.3.8 Afloramiento	41
3.2.9 Pendiente	41
3.2.10 Peniplanicie.....	42
3.2.11 Relieve.....	42
3.2.12 Textura de las rocas metamórficas.....	42
3.2.13 Análisis granulométrico	43
3.2.14 Preparación de las muestras por el análisis mecánico.....	43
3.2.15 Procedimiento del método para el ensayo granulométrico	45
3.3.16 Correlación.....	49
3.3.17 Formación	49
3.3.18 Afloramiento rocoso.....	50
3.3.19 Columnas estratigráficas	50
3.3.20 Foliación.....	51
3.3.21 Mapa geológico.....	51
3.3.22 Mapa topográfico	51
CAPÍTULO IV.....	52
METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	52
4.1 Tipo de investigación	52
4.3 Fases implementadas en este Trabajo de Grado	56
4.3.1 La Investigación Exploratoria.....	56
4.3.2 La Investigación descriptiva	57
4.3.3 La Investigación comparativa	57
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	58
4.4.1 Revisión bibliográfica	58
4.4.2 Observación directa.....	59

4.4.3 Instrumentos para la recolección de datos	59
4.4.4 Población de la investigación.....	59
4.4.5 Muestra de la investigación.....	60
4.5 Flujograma de la investigación.....	60
4.5.1 Etapas de campo.....	61
Etapa de laboratorio	64
4.6 Elaboración del diagrama panel.....	65
4.6.1 Elaboración de las comparaciones entre las columnas por transepto	66
CAPÍTULO V	67
ANÁLISIS DE RESULTADOS	67
5.1 Descripción de las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, realizando reconocimiento de campo.....	67
5.2 Análisis del mapa topográfico de la zona de estudio, usando datos de campo.....	71
5.3 Análisis de los resultados de la mineralogía de los suelos.....	72
5.4 Descripción de las columnas estratigráficas	73
5.4.1 Descripción de la columna estratigráfica CB1	74
5.4.2 Descripción de la columna estratigráfica CB2.....	76
5.4.3 Descripción de la columna estratigráfica CB3.....	77
5.4.4 Descripción de la columna estratigráfica CB4.....	79
5.4.5 Descripción de la columna estratigráfica CB5.....	81
5.4.6 Descripción de la columna estratigráfica CB6.....	82
5.4.7 Descripción de la columna estratigráfica CB7.....	84
5.4.8 Descripción de la columna estratigráfica CB8.....	86
5.5 Clasificación textural de los suelos de acuerdo a las curvas granulométricas	88
5.6 Tipos de los suelos de acuerdo a la Clasificación Unificada de Suelos.....	89
5.7 Análisis de la comparación de las columnas estratigráficas	90
5.7.1 Transepto X-X': columnas de las calicatas C1, C2 y C3.....	94
5.7.2 Transepto Y-Y': columnas de las calicatas C7, C6, C5 y C3	95
5.7.3 Transepto Z-Z': de las columnas de las calicatas C4, C6 y C8	96
5.8 Análisis del mapa geológico	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
Conclusiones	100
Recomendaciones.....	103
REFERENCIAS.....	104
APÉNDICE A	108

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Ubicación general de Ciudad Bolívar. Fuente: Google Maps.....	7
2.2 Ubicación de la Zona Marhuanta. Fuente: Google Maps.	8
2.3 Acceso al área de estudio- Marhuanta Sur. Fuente: Google Maps.	8
2.4 Provincia Geológica de Imataca. U.S. Fuente: Geological Survey, USGS, Paul C. Hackley y otros (2006).....	9
2.5 Edades reconocidas dentro del Complejo de Imataca (Teixeira, Tassinari, & Mondin, 2002).....	10
2.6 Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Bolivariana-AMB. Fuente: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar.	15
2.7 Distribución temporal de la precipitación media mensual (mm) durante el período climático 1992-2007. Fuente: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar.	19
2.8 Distribución temporal de la evaporación media mensual en mm durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).	21
2.9 Distribución temporal de la temperatura media mensual del aire en °C durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).	23
2.10 Distribución temporal de la radiación solar media mensual en MJ/m ² durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar.	25
2.11 Distribución temporal de la insolación media mensual en horas de Sol durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).	26
2.12 Distribución temporal de la humedad relativa media mensual en % durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).	28
2.13 Distribución temporal de la velocidad media del viento mensual en km/h durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).	29
3.6 Diagramas de vallas o de panel (Cortes J. G., 2023).	39
3.1 Método de cuarteo. Boscarello Carlos (2021).....	44
3.2 Curva granulométrica (Boscarello Carlos, 2021).....	45
3.3 Balanza digital (Boscarello Carlos, 2021).	46
3.4 Armado de la torre de tamices. (Boscarello Carlos, 2021).	47
3.5 Colocación de la torre de tamices en el Ro-tap (Boscarello Carlos, 2021).....	48
4.2 Flujograma de la investigación.	61
4.3 Reconocimiento del área de estudio y aperturas de vías de acceso.	62
4.4 Ubicación de calicatas y toma de muestras.	63

4.5 Levantamiento topográfico.	63
4.6 Preparación de la muestra y tamizado.....	64
4.7 Registro de resultados.	65
4.8 Mapa topográfico con la ubicación de los transeptos de comparación de las columnas.	66
5.1 Cuarcitas ferruginosas, limolitas y costras hematíticas.....	68
5.2 Perfil de suelo laterítico arcilloso, rojizo.	69
5.3 Concreciones ferruginosas, con hematita, de las calicatas CB5, CB6 y CB3.....	70
5.4 Mapa topográfico del área de estudio, sector Marhuanta.	71
5.5 Perfil topográfico A-A' (SW-NE).....	72
5.6 Calicata 1 (CB1).....	75
5.7 Columna estratigráfica de la calicata CB1.....	75
5.8 Estación 2- CB2.	76
5.9 Columna estratigráfica de la CB2.	77
5.10 Estación 3- CB3.	78
5.11 Columna estratigráfica de la CB3.	79
5.12 Estación 4- CB4.	80
5.13 Columna estratigráfica de la CB4.	80
5.14 Estación 5- CB5.	81
5.15 Columna estratigráfica de la CB5.	82
5.16 Estación 6- CB6.	83
5.17 Columna estratigráfica de la CB6.	84
5.18 Estación 7- CB7.	85
5.19 Columna estratigráfica de la CB7.	86
5.21 Columna estratigráfica de la CB8.	88
5.22 Columnas colocadas de acuerdo a la cota del terreno.....	92
5.23 Diagrama panel con las columnas del área de estudio.....	93
5.24 Columnas estratigráficas del transepto X-X'.....	94
5.25 Columnas estratigráficas del transepto Y-Y'.....	96
5.26 Columnas estratigráficas del transepto Z-Z'.....	97
5.27 Mapa geológico de la zona de estudio.	99

LISTA DE TABLAS

2.1 Distribución temporal de la precipitación total y media anual en mm durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).....	18
2.2 Distribución temporal de la evaporación total y media anual en mm durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).....	20
2.3 Distribución temporal de la temperatura media anual del aire en °C durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).....	22
2.5 Distribución temporal de la insolación media anual en horas de Sol durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).....	25
2.6 Distribución temporal de la humedad relativa media anual en % durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).....	27
2.7 Distribución temporal de la velocidad media del viento anual en km/h durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).....	28
3.1 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Mendez B, 2006).....	33
3.2 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Modificado de Juárez, E. 1980). 35	
3.3 Clasificación de suelos (Geología-publicaciones.1919).....	36
4.1 Objetivos y tipos de investigación (Hurtado J. y Barrera M., 1995).....	54
5.1 Resultados del análisis mineralógico de la muestra de suelo (calicata CB5).	73
5.2 Coordenadas de las calicatas.....	74
5.3 Clasificación textural de los suelos.....	89
5.4 Tipos de suelos de las muestras de acuerdo a la Clasificación Unificado de Suelos (SUCS).....	90
5.5 Cotas del terreno en los sitios de las calicatas.....	91

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS	
A.1 Análisis granulométrico CB1-M1.....	109
A.2 Análisis granulométrico CB2-M2.....	110
A.3 Análisis granulométrico CB3-M3.....	111
A.4 Análisis granulométrico CB4-M4.....	112
A.5 Análisis granulométrico CB5-M5.....	113
A.6 Análisis granulométrico CB6-M6.....	114
A.7 Análisis granulométrico CB7-M7.....	115
A.8 Análisis granulométrico CB8-M8.....	116

INTRODUCCIÓN

Las cuarcitas ferruginosas es una de las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio. Estas rocas se caracterizan por su composición mineralógica, la cual está compuesta por cuarzo y hematita, la textura de esta roca es granular y su composición varía desde tonos grises, rojo, amarillos hasta marrones oscuros. Por esta razón la siguiente investigación trata sobre la caracterización geológica de los suelos residuales de las cuarcitas del complejo de Imataca, presente al este del punto de atención al ciudadano Marhuanta de la guardia nacional, ubicado en Venezuela-Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco, Parroquia Marhuanta Sur.

El trabajo tiene como objetivo principal “Realizar la caracterización de los suelos residuales producidos por las cuarcitas del Complejo de Imataca, por lo cual se establecieron los siguientes objetivos específicos: 1.- Describir las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, realizando reconocimiento de campo, 2.- Representar en un mapa topográfico, las variaciones del relieve de la zona de estudio, usando datos de campo, 3.- Determinar la composición mineralógica de los suelos, 4.- Representar en columnas estratigráficas las características del subsuelo, a través de excavaciones tipo calicatas, 5.- Clasificar textualmente los suelos de acuerdo a los análisis granulométricos por tamizado presentes en el área de estudio, 6.- Clasificar los suelos de acuerdo a la Clasificación Unificada de Suelos, usando los datos de los ensayos granulométricos, 7.- Determinar las variaciones laterales, comparando las columnas estratigráficas, 8.- Representar en un mapa geológico, las unidades presentes en la zona de estudio, usando datos de campo.

Como factor limitante para la realización de esta investigación tenemos la condición del clima, la no disponibilidad de información suficiente, no contar con la

disponibilidad de un laboratorio, la falta de ayudantes para la apertura de las calicatas, el transporte y no disponibilidad de recursos suficientes.

Esta investigación tiene como alcance principal, lograr identificar las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio a través de la apertura de calicatas y determinar si hay presencia o no de un afloramiento rocoso; por tanto, de acuerdo a los resultados obtenidos podrá a ver la oportunidad de que surjan nuevas investigaciones futuras.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: el cual consta del planteamiento del problema, los objetivos de la investigación la justificación, alcance y limitaciones.

Capítulo II: a continuación se describen los aspectos relacionados al área de estudio tales como: ubicación geográfica, acceso al área de estudio, la geología regional y local y las características físico-naturales.

Capítulo III: Abarca los antecedentes de la investigación, base teórica y la definición de términos básicos.

Capítulo IV: Se enfoca más en lo que es el tipo de investigación y la metodología del trabajo utilizada para la realización del trabajo de grado, siendo este capítulo muy importante para poder entender el tema de estudio y para lograr los objetivos antes mencionados, especificando el método de recolección de datos utilizados y procesos involucrados en la investigación.

Capítulo V: es donde se analizan los resultados, seguidamente las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Un lecho rocoso es la parte sólida e intacta de la corteza terrestre, se forma cuando las partículas más pequeñas se unen, ya sea por enlace químico o por una combinación de reacción química y presión.

En la mayoría de las zonas que se encuentran en Maine, el lecho rocoso está oculto por una fina capa de sedimentos no consolidados (principalmente depositados por glaciares de la Edad de Hielo), suelo y vegetación. Esta densa roca ha sido creada cuando los sedimentos sueltos quedan bajo presión (litificados), cuando el magma se enfría y se endurece, o cuando otras rocas cambian de forma. Estos procesos forman tipos de rocas llamadas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Un ejemplo de afloramiento en California son Las Vásquez Rocks, (son rocas compuestas de areniscas levantadas). De igual manera, otro ejemplo es el afloramiento de Kalavantin Durg, ubicado cerca de Panvel en India. Es un afloramiento rocoso vertical que alberga en su cima el fuerte construido en el 530 antes de Cristo.

Se encuentra un afloramiento rocoso en la Quebrada Socorave, que se encuentra ubicado en el Parque Nacional Lauca, en la Región de Arica y Parinacota, en Chile. En el lugar, se aprecian Rocas del tipo Dacitas que presentan un tipo de fractura denominada PJB. Además, estas rocas contienen megacristales de sanidina sonados.

En la Provincia de Buenos Aires, se encuentra ubicado sobre la margen norte del arroyo Saudade, Partido de Saavedra, un nuevo sitio de aprovisionamiento de rocas cuarcíticas. El mismo consiste en núcleos, nucleiformes y grandes bloques con

lascados de extracción asociados a un afloramiento del denominado “Conglomerado Rojo”.

En Ciudad Bolívar, se encuentra ubicado el río Marhuanta, el cual transporta y erosiona una gran cantidad de material detrítico conformado por arenas y gravas, que a su vez son producto de la alteración de las rocas preexistentes en el área de estudio. En la zona de estudio ubicada en Marhuanta Sur, el suelo es de color rojizo y arcilloso, con presencia de costras de hierro y cuarcitas ferruginosas de diferentes tamaños muy meteorizada.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad, aportar información sobre la ubicación del posible lecho de rocas, que se encuentra presente en la zona de estudio y de esta manera determinar sus características, el tipo de suelo y rocas que se encuentran presentes.

A continuación se dejan planteadas las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio?

¿Cómo se pueden presentar las variaciones del relieve de la zona de estudio en un mapa topográfico?

¿Cuál es la composición mineralógica de los suelos en el área de estudio?

¿Cómo se pueden representar las características del subsuelo en columnas estratigráficas a través de excavaciones tipo calicatas?

¿Cómo se pueden clasificar los suelos texturalmente de acuerdo a los análisis granulométricos por tamizado presentes en el área de estudio?

¿Cuáles son las clasificaciones de los suelos de acuerdo a la Clasificación Unificada de Suelos, usando los datos de los ensayos granulométricos?

¿Cuáles son las variaciones laterales presentes en las columnas estratigráficas al compararlas?

¿Cómo se pueden representar las unidades presentes en la zona de estudio en un mapa geológico, usando datos de campo?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar la caracterización de los suelos residuales producidos por las cuarcitas del Complejo de Imataca.

1.2.2 Objetivos específicos

1.- Describir las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, realizando reconocimiento de campo.

2.- Representar en un mapa topográfico, las variaciones del relieve de la zona de estudio, usando datos de campo.

3.- Determinar la composición mineralógica de los suelos

4.- Representar en columnas estratigráficas las características del subsuelo, a través de calicatas.

5.- Clasificar textualmente los suelos de acuerdo a la escala de Udden-Wentworth, realizando análisis granulométricos por tamizado.

6.- Clasificar los suelos de acuerdo a la Clasificación Unificada de Suelos, usando los datos de los ensayos granulométricos.

7.- Determinar las variaciones laterales, comparando las columnas estratigráficas.

8.- Representar en un mapa geológico, las unidades presentes en la zona de estudio, usando datos de campo.

1.3 Justificación de la investigación

El Complejo de Imataca es una Formación Geológica de gran relevancia en la región; estudiar suelos residuales de las cuarcitas nos permitirá entender mejor su origen, evolución y características geológicas específicas. Esto contribuirá al conocimiento general de la geología de la zona y ayudara a mejorar la comprensión de los procesos geológicos que han ocurrido en el área de estudio. .

1.4 Alcances de la investigación

Con el presente trabajo de investigación se realizó la clasificación textural de los suelos y la clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Suelos, se determinaron las unidades estratigráficas presentes y las variaciones laterales de ellas comparando las columnas estratigráficas y el mapa topográfico elaborado, de acuerdo a los resultados obtenidos podrá haber la oportunidad de que surjan nuevas investigaciones futuras.

1.5 Limitaciones de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación, se tiene como factor limitante la condición del clima, ya que empezó la época de lluvias. La no disponibilidad de información suficiente. El no contar con la disponibilidad de un laboratorio para la realización de los análisis que se les realizara a cada una de las muestras recolectadas. La falta de ayudantes para la apertura de las calicatas. El transporte. La gasolina. El costo económico del traslado a la zona, y la no disponibilidad de recursos suficientes.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

A continuación, se describen los aspectos relacionados al área de estudio tales como: Ubicación geográfica, acceso al área de estudio, la geología regional y local y las características físico naturales.

2.1 Ubicación geográfica

El área de estudio está ubicada al Sur de Ciudad Bolívar- Estado Bolívar, cerca del río Orinoco, Venezuela, municipio Angostura del Orinoco, parroquia Marhuanta Sur, enmarcada entre las coordenadas $8^{\circ}5'43,34''$ N y $63^{\circ}27'26,22''$ W en formato DMS (grados, minutos, segundos). Su referencia Joint Operation Graphics es NC20-14.; al Este del punto de atención al ciudadano de la Guardia Nacional. (Figura 2.1 y 2.2).



Figura 2.1 Ubicación general de Ciudad Bolívar. Fuente: Google Maps.



Figura 2.2 Ubicación de la Zona Marhuanta. Fuente: Google Maps.

2.2 Acceso al área de estudio

La vía principal de acceso a la entrada de la zona de estudio es la Avenida Paseo Simón Bolívar, kilómetro 10, vía Puerto Ordaz, Marhuanta Sur, a una distancia de 100 metros de la Alcabala que está en la entrada de la Ciudad, Distribuidor Marhuanta. (Figura 2.3).



Figura 2.3 Acceso al área de estudio- Marhuanta Sur. Fuente: Google Maps.

2.3 Geología regional

Desde el punto Geológico, se tomó en consideración los siguientes aspectos.

En el área de estudio se presentó unidades geológicas aflorantes y discordantes entre sí, que son las siguientes: el basamento ígneo-metamórfico del Complejo de Imataca, de la era precámbrica y dos unidades cuaternarias como son los sedimentos de la Formación Mesa del periodo pleistoceno y sedimentos recientes aluvionales. La zona de estudio se localiza al Norte del Escudo de Guayana, en la Provincia Geológica de Imataca.

Regionalmente en esta área se distinguen tres unidades litológicas representadas, de más antigua a más joven, por el Complejo de Imataca, la Formación Mesa y los sedimentos recientes (Figura 2.4).

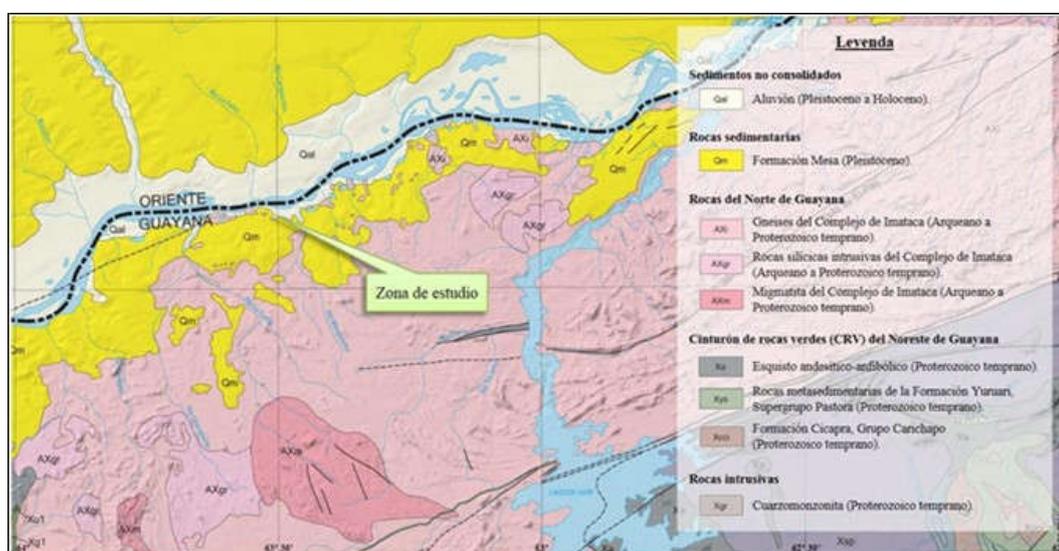


Figura 2.4 Provincia Geológica de Imataca. U.S. Fuente: Geological Survey, USGS, Paul C. Hackley y otros (2006).

2.3.1 Complejo de Imataca

El Complejo de Imataca se extiende como una faja angosta en dirección suroeste-noreste, a lo largo de 550 km de longitud, desde las proximidades del río Caura hasta el Delta del Orinoco donde queda cubierta bajo los sedimentos de éste– y en dirección noroeste-sureste, aflorando por unos 80 km de ancho, desde el curso del río Orinoco hasta la Falla de Gurí (Menéndez, 1968, en CVG Técnica Minera C.A., 1991; Mendoza V., 2000).

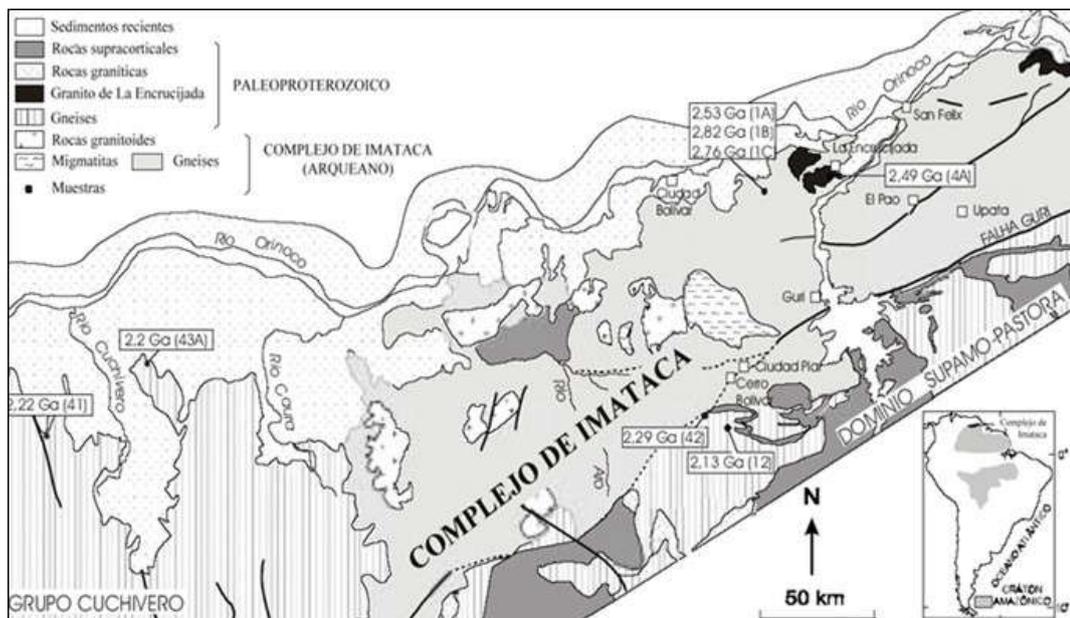


Figura 2.5 Edades reconocidas dentro del Complejo de Imataca (Teixeira, Tassinari, & Mondin, 2002).

2.3.1.1 Asociaciones litológicas

Dentro de esta provincia se observa un variado número de asociaciones litológicas entre cinturones de rocas verdes–CRV, migmatitas, granulitas, metasedimentos, gneises graníticos e intrusiones de granitos posteriores (González de

Juana et al., 1980; Cordani et al., 2000, y Tassinari et al., 2000, en Mendoza V., 2000).

Esta asociación de rocas, la diversidad y complejidad de las estructuras geológicas incluidas dentro de esta provincia es lo que se conoce como Complejo de Imataca; el cual está litológicamente formado por gneises graníticos y granulitas félsicas (60-75%), anfibolitas y granulitas máficas y ultramáficas (15-20%) y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro o BIF, dolomitas, charnockitas, anortositas, granitos intrusivos jóvenes y, remanentes erosionados de CRVs poco metamorizados y jóvenes asociados a tonalitas-trondjemitas-granodioritas como el CRV-TTG gnéisicos El Torno-Real Corona (Mendoza V., 2000).

2.3.1.2 Contactos geológicos

El contacto inferior del Complejo de Imataca se desconoce; sin embargo, algunos autores especulan que el mismo formó parte del basamento de la secuencia supracortical de CRVs tanto de las provincias geológicas de Pastora como de Imataca (Kalliokoski, 1965, y Menéndez, 1994, en, PDVSA Intevep S.A., 1997).

Así, los remanentes de CRVs actúan como “ventanas” del Arqueozoico típicas de un Modelo de Glikson (1976), en el que casi todos los CRVs descansan sobre un basamento de anfibolitas y granulitas más antiguas (Mendoza V., 2000).

En el caso de Imataca, al menos un bloque de 44.000 km² tiene sobre sí remanentes de CRV, La Esperanza-Real Corona, y gneises tipo Complejo de Supamo de 2,24 Ga formando la asociación CRV-TTG sobre un basamento granulítico más antiguo (Sidder et al., 1991, en Mendoza V., 2000).

El contacto superior del Complejo de Imataca es discordante con la Formación Mesa (PDVSA Intevep S.A., 1997), al Norte; y con las unidades de sedimentos recientes y suelos suprayacentes (Mendoza V., 2000).

2.3.1.3 Edad

Se estima en unos 3,50-3,60 Ga –Arqueozoico– y puede corresponder con la edad de las rocas originales previas al metamorfismo –Orogénesis Guriense– (Montgomery et al., 1977, en, PDVSA Intevep S.A., 1997).

2.4 Geología local

2.4.1 Formación Mesa

Según el léxico estratigráfico (1997), en los límites Norte y Sur de las Mesa de Guanipa (GONZALEZ DE JUAN, 1946), la Formación Mesa consiste de arenas de grano grueso y gravas, con cemento ferruginoso cementadas y muy duras; conglomerado rojo a casi negro, arenas blanco amarillentas, rojo y purpuras, con estratificación cruzada; además contiene lentes discontinuos de arcillas finas arenosas y lentes de limolitas. Los sedimentos gradan de Norte a Sur, de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del Norte. Desde la parte central de Monagas al macizo de Guayana gradan de más fino a más gruesos. No se ha designado una sección tipo, debido a que la Formación aflora en casi toda las Mesas, con secciones representativas. En particular, sean mencionados las Mesas de Guanipa (Anzoátegui), Tonoro y Santa bárbara (Monagas), y los escarpados de Santa Rosas (Anzoátegui).

Al Suroeste (SW) de la hoja, estado Bolívar, se observan muchas cárcavas paralelas a la carretera vía Los Báez. Las zonas estudiadas en este sector muestran

principalmente arenas de grano grueso a fino, con menor frecuencia arenas limosas de grano medio a fino y gravas fina areno limosas; las arenas situadas en la parte inferior de los cohortes presentan intercalaciones de capas de gravas cuarzosas y costras ferruginosas. Los colores que predominan en esta zona son roja claro amarillento y rojo medio amarillento en el tope y en la base se presentan colores moteados de marrón claro, gris, gris pálido y rojo medio.

En el centro de la zona de estudio, a lo largo de la autopista Ciudad Bolívar-Puerto Ordaz se observa contraste de afloramiento del Complejo de Imataca con sedimentos de la Formación Mesa, también varias cárcavas a ambos lados de la carretera. En los cortes de carretera estudiados, se observan arenas de grano grueso a fino predominantemente, gravas finas arenosas y arenas de grano grueso a medio, con intercalaciones discordantes y concordantes de costras ferruginosas y capas sub-horizontales de gravas de cuarzo, en esta zona se observa una coloración rojo amarillento, rojo medio y rojo claro.

2.4.1.1 Edad

Con base en la relación transicional con la Formación Las Piedras (Plioceno), se ha postulado una edad pleistoceno para la Formación Mesa Zinck y Urriola (1970) y Coplanarh (1974), intentaron establecer una cronología de la formación, con base en la evolución de los suelos y usando el esquema estratigráfico originalmente de terrazas y luego cronológico del cuaternario. De esta forma, sugirieron que los suelos desarrollados sobre la Formación Mesa, pertenecen al pleistoceno temprano. Sin embargo, como lo indican Bezada y Schubert (1987), este esquema, basado en comparaciones directas con cronologías cuaternarias europeas, adolece de defectos, entre ellos, la variación en el tiempo de la formación de suelos bajo diferentes climas.

2.5 Características físico naturales del área de estudio

Desde el punto de vista físico naturales, se toman en consideración los siguientes aspectos.

2.5.1 Clima

El área de estudio comprende un clima tropical, con dos estaciones una lluvia de abril a noviembre, siendo los meses más lluviosos con 122mm. Junio, julio y agosto y una seca de diciembre a marzo, siendo los meses de febrero y marzo los más secos del año con 7.5mm. Son frecuentes las temperaturas 40 – 42 °C. Las precipitaciones regulares abundantes dan lugar a la creación de zonas de inundación en las áreas adyacentes a los Cañones, Valles, depresiones y ríos, en especial la zona central de la hoja; el ascenso y descenso de las aguas está controlado por el régimen del río Orinoco.

La caracterización climática de la zona se realizó a partir del análisis de los datos correspondientes a las variables meteorológicas registradas en la estación del Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Bolivariana-AMB, serial 3882, con sede en el aeropuerto nacional Tomás de Heres de Ciudad Bolívar; la más cercana a la zona de estudio.

La estación se ubica en el punto de coordenadas geográficas: 08°07'07'' latitud norte, 63°32 15'' longitud oeste y a una altura aproximada de 58 msnm. Es una estación del tipo C1 climatológica y registra datos de precipitación, evaporación, temperatura, radiación solar, insolación, humedad relativa y viento dirección predominante y velocidad (Figura 2.6).



Figura 2.6 Servicio de Meteorología de la Aviación Militar Bolivariana-AMB.
Fuente: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar.

De acuerdo con Köppen, con respecto a la clasificación climática del área de estudio esta presenta un clima tropical de sabana isotérmico (Awg'i y Awgi).

A continuación, se describe el comportamiento espacial y temporal de los parámetros meteorológicos que definen el clima de la zona de estudio.

El comportamiento espacial se deduce a partir de los mapas climatológicos disponibles para el período 1974-1985, a escala 1:250.000, en el Informe de avance de las hojas NC-20-14 y NB-20-2: clima, geología, geomorfología, suelos, vegetación, del Proyecto Inventario de los Recursos Naturales Renovables de la Región Guayana- PIRNRRG elaborados por la empresa CVG Técnica Minera C.A. (1991).

El comportamiento temporal se analiza a partir de los valores promedios mensuales y anuales suministrados por la estación meteorológica seleccionada, para el período climático comprendido entre 1992-2007 fecha hasta la que se dispone resumen de información.

2.5.2 Vegetación

La vegetación existente en el área de estudio está constituida por herbazales (sabana), gramínea arbustiva, relacionado a sedimentos de la Formación Mesa. Entre las especies vegetales dominante: paja peluda, escobilla, chaparro, guayabita, ceiba, alcornoque, entre otros. Las características particulares de vegetación de sabana también se observan, en menor proporción, en zonas de afloramientos del Complejo de Imataca.

2.5.3 Drenaje

Finalmente en las zonas bajas donde en nivel Freático alcanza la superficie, a lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes de los ríos (aluvión), se encuentra otra cobertura vegetal que son las arborescencias de tipo selvático a los que se denominan bosques de galerías.

Los cuerpos de agua más importantes que drenan en la zona de estudio son, en primer término, el Río Orinoco con una dirección de SW a NE siendo hasta el Delta, con abundantes lagunas y quebradas en sus márgenes; tiene como afluentes en este sector a los ríos: Marhuanta, Candelaria, Guaimire y Currucay, sin dejar de lado la porción de superficie que ocupa el Río Caroní al SE.

2.5.3.1 Características climatológicas

En este capítulo se hace una descripción de la variación anual y distribución espacial de las variables, precipitación, evaporación, temperatura media, temperatura máxima media, temperatura mínima media, radiación solar, insolación, humedad relativa y viento.

También se muestra el resumen estadístico de los datos de cada una de las estaciones para el periodo de estudio.

➤ **Características de la Precipitación**

El área de estudio cubierta por las hojas NS-20-14 Y NB-20-02, la precipitación total anual en promedio de 1400 mm.

➤ **Distribución Espacial de la precipitación total media anual**

La pluviosidad en el año aumenta en sentido Norte-Sur, desde un centro de 800mm localizado en la parte Noreste del área hasta alcanzar 2100mm en el sector Suroccidental de la zona. También se observan un centro de precipitación de 1500mm al Sureste de Ciudad Piar (Mapa de Isoyetas NS-20-14) Y NB-20-02.

➤ **Variación anual de la precipitación**

El área de estudio está caracterizada por un régimen unimodal, es decir, presenta un solo máximo durante todo el año. En la parte Norte del área la temporada de lluvia comienza a partir del mes de mayo y termina en octubre. Junio es el mes más lluvioso con 160mm en promedio, pero en la estación Moitaco la máxima pluviosidad ocurre en el mes de julio (Aproximadamente 230mm). El volumen de precipitación registrado en la época de lluvia es más o menos el 80% del total anual. La época de sequía abarca los meses de noviembre hasta abril, siendo febrero y marzo los meses más secos del año. El sector central del área de estudio, las estaciones allí localizadas indican que la temporada de lluvias comienzan un mes antes que en la parte Norte y termina un mes después, es decir, va de abril a noviembre, siendo junio, julio y agosto los meses más lluviosos (240mm en promedio). En todo el lapso se recoge el 90% del volumen total de precipitación. El periodo seco abarca lo meses de

diciembre a marzo, siendo este último mes el que registra la menor precipitación de todo el año.

De la tabla 2.1, distribución temporal de la precipitación total y media anual de la estación meteorológica AMB, se deduce que, durante la época de lluvias el coeficiente de variación mensual de la precipitación sobre toda el área va de moderado a bajo; mientras que, en la estación seca, este coeficiente es alto, pudiendo sobrepasar el 100% de desviación con respecto al valor promedio

Tabla 2.1 Distribución temporal de la precipitación total y media anual en mm durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Media	Total
Media	1	5	8	5	04	71	80	55	5	1	9	7	3	1.00
Máxima	94	1	11	26	26	57	57	00	10	65	84	12	11	
Mínima					9	4	6		0					9
Desviación estándar	8	5	8	3	6	9	5	9	7	4	5	2	2	5
Coeficiente de variación														1

En la Figura 2.7, Se distinguen dos períodos de pluviosidad: uno lluvioso, que va desde mayo hasta noviembre, con julio como el mes de mayor pluviosidad (180 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 (15 mm). Los meses de abril y diciembre se comportan como transicionales entre los períodos de sequía y lluvia y viceversa, respectivamente.

El régimen pluviométrico de la zona es unimodal; es decir, se registra un sólo máximo de pluviosidad durante el año, el cual ocurre en el mes de julio (180 mm), aunque en los meses de junio (171 mm) y agosto (155 mm) se observa un ligero incremento de las lluvias. Las épocas de lluvia concentran aproximadamente el 87% del volumen total de la pluviosidad, en contraste con el 23% de ésta que cae durante los meses de sequía.

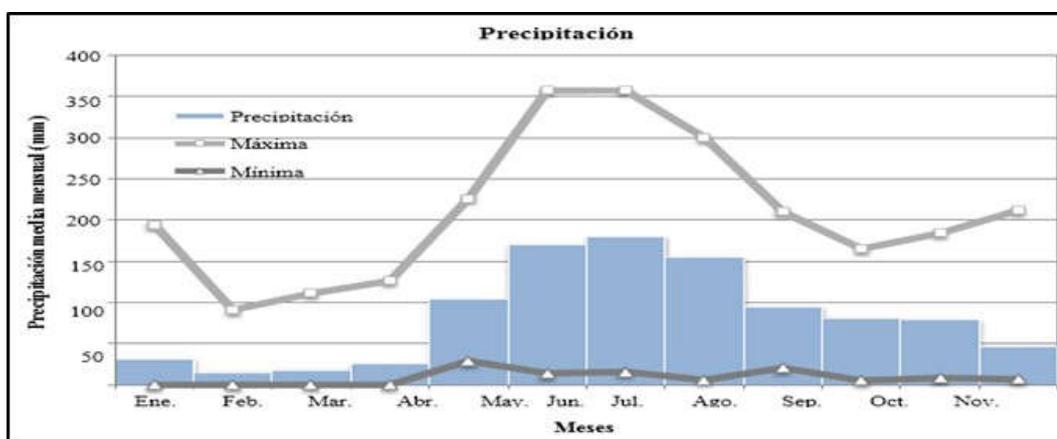


Figura 2.7 Distribución temporal de la precipitación media mensual (mm) durante el período climático 1992-2007. Fuente: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar.

2.5.3.2 Evaporación

En el área de estudio se registra una evaporación media total anual de 1.497 mm aproximadamente; según datos de la estación climatológica del aeropuerto de Ciudad Bolívar.

La evaporación en la zona es alta, oscila entre los 2.800 mm y los 2.950 mm aproximadamente y disminuye en sentido suroeste-noreste.

Distribución temporal de la evaporación media mensual: la media anual de evaporación para Ciudad Bolívar y sus alrededores se ubica en 125 mm, mientras que el total anual oscila alrededor de los 1.497 mm (Tabla 2.2 y Figura 2.8).

Tabla 2.2 Distribución temporal de la evaporación total y media anual en mm durante el periodo climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media	Total
Media	145	160	183	170	128	88	88	93	102	115	102	123	125	1.497
Máximo	309	379	309	283	226	135	174	212	187	208	168	228	35	
Mínimo	12	14	14	16	14	9	7	8	9	10	13	12	11	
Desviación estándar	77	90	91	93	67	38	44	51	48	52	41	56	62	
Coefficiente de variación	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	

En la Figura 2.8 Los meses de mayor evaporación mayor eficiencia de la evaporación van desde enero hasta mayo, con máximos durante marzo (183 mm) y abril (170 mm), debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa, así como también al sensible aumento en la velocidad del viento. La evaporación registra su valor más bajo durante los meses que van desde junio hasta agosto, con mínimos en junio (88 mm) y julio (88 mm). Las diferencias establecidas entre los valores medidos por la estación y los reflejados por las curvas de evaporación se deben, quizá, a los métodos empleados para la determinación de esta variable.

Las mayores temperaturas medias (27,5°C) se localizan al Norte del área en las planicies adyacentes al Rio Orinoco.

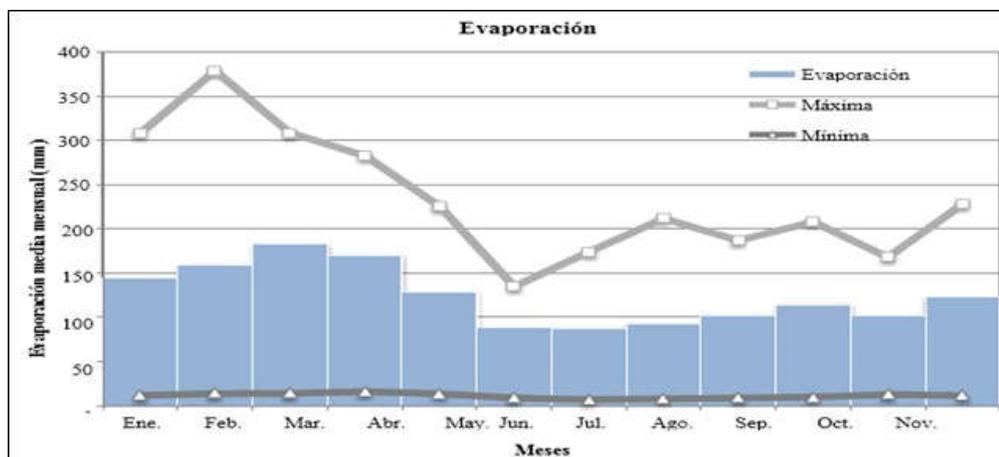


Figura 2.8 Distribución temporal de la evaporación media mensual en mm durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

2.5.3.3 Temperatura del aire

La temperatura media anual del aire para la zona es de $27,7^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, según la estación climatológica del aeropuerto de Ciudad Bolívar.

Las mayores temperaturas medias, superiores a los $27,5^{\circ}\text{C}$, se localizan hacia la parte norte del área estudiada; disminuyendo en sentido noroeste-sureste.

La temperatura media anual se estima en $27,7^{\circ}\text{C}$, la máxima anual en $28,8^{\circ}\text{C}$ y la mínima anual en $26,6^{\circ}\text{C}$. El máximo principal ocurre en el mes de abril ($29,2^{\circ}\text{C}$), con un máximo secundario durante el mes de octubre ($28,1^{\circ}\text{C}$), y los valores mínimos se registran en los meses de enero ($26,7^{\circ}\text{C}$), julio ($27,0^{\circ}\text{C}$) y diciembre ($27,0^{\circ}\text{C}$) este comportamiento temporal y espacial poco variable se debe al poco desnivel topográfico y a la ubicación geográfica del área dentro de la zona de convergencia intertropical, ZCIT (Tabla 2.3 y Figura 2.9).

Tabla 2.3 Distribución temporal de la temperatura media anual del aire en °C durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Media	26,7	27,2	28,2	29,2	28,5	27,2	27,0	27,3	27,9	28,1	27,6	27,0	27,7
Máximo	28,1	29,2	29,4	30,5	29,9	28,2	27,8	27,9	28,9	28,9	28,2	28,1	28,8
Mínimo	25,6	25,5	26,8	27,5	27,6	26,1	26,2	26,4	27,0	27,2	27,0	25,9	26,6
Desviación estándar	0,7	0,9	0,8	0,9	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6
Coefficiente de variación	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

La temperatura presenta un comportamiento bimodal; es decir, las mayores temperaturas ocurren en la primavera astronómica marzo (28,2° C), abril (29,2° C) y mayo (28,5° C), con máximos secundarios durante el otoño astronómico septiembre (27,9° C), octubre (28,1° C) y noviembre (27,6° C).

Mientras que las temperaturas más bajas se registran durante el invierno astronómico diciembre (27,0° C), enero (26,7° C) y febrero (27,2° C), con mínimos secundarios durante el verano astronómico junio (27,2° C), julio (27,0° C) y agosto (27,3° C).

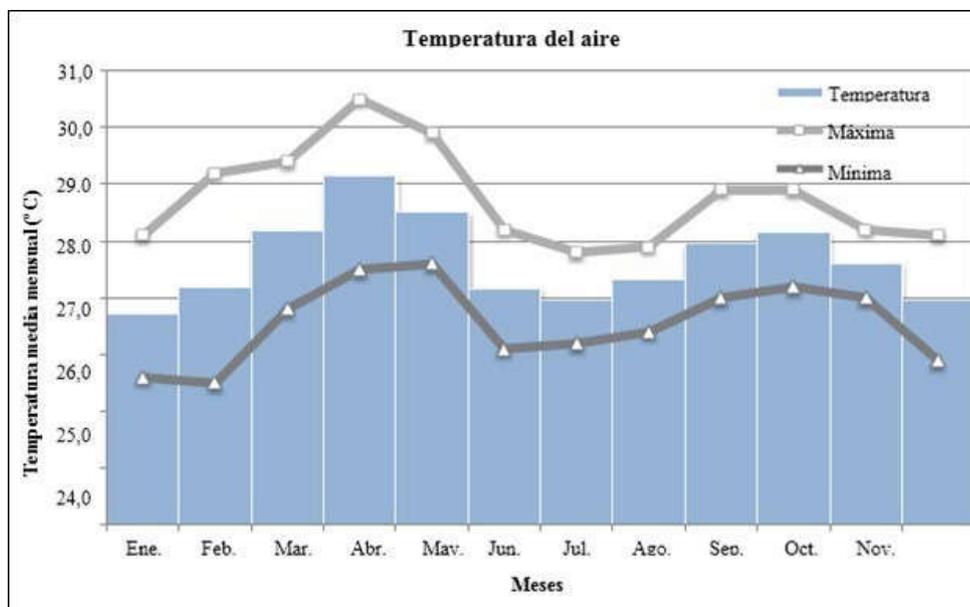


Figura 2.9 Distribución temporal de la temperatura media mensual del aire en °C durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Durante los meses de máxima precipitación –mayo a noviembre– se observa un descenso de la temperatura ($27,7^{\circ}\text{C}$), un aumento de la humedad del aire (81,0%) y una disminución de la velocidad del viento (9,7 km/h); según datos de la estación meteorológica considerada. Este comportamiento concuerda con los procesos termodinámicos de la atmósfera y de la advección de masas de aire con características de la ZCIT. La amplitud térmica anual promedio se ubica entre los valores de $1,5^{\circ}$ a 2°C aproximadamente, lo que ratifica la condición de isoterminia del clima del área.

2.5.3.4 Radiación solar

El área de estudio recibe una radiación solar directa y difusa promedio anual equivalente a $16,39\text{ Cal/cm}^2\cdot\text{min}$, según datos de la estación del aeropuerto de Ciudad Bolívar.

La radiación solar media anual disminuye en sentido noreste-suroeste, con oscilaciones que van desde las 390 Cal/cm².día hasta las 410 Cal/cm².día.

La radiación solar presenta una distribución bimodal en el año, con valores máximos en marzo (18,15 Cal/cm².min), abril (17,62 Cal/cm².min), agosto (17,58 Cal/cm².min) y septiembre (17,71 Cal/cm².min); coincidiendo con las épocas de equinoccios de primavera y de otoño, respectivamente (Tabla 2.4 y Figura 2.10).

Tabla 2.4 Distribución temporal de la radiación solar media anual en MJ/m² durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Media	5,54	6,84	8,15	7,62	5,56	5,18	6,37	7,58	7,71	6,47	5,22	4,41	6,39
Máximo	1,10	1,31	2,78	1,02	9,65	8,90	0,14	1,72	1,05	9,42	8,33	8,23	0,30
Mínimo	1,94	3,59	4,18	3,80	1,38	1,84	2,45	3,75	3,52	3,09	2,04	0,76	2,70
Desviación estándar	2,20	2,19	2,29	2,20	2,36	2,00	2,12	2,25	2,34	1,98	1,81	2,11	2,16
Coefficiente de variación	0,14	0,13	0,13	0,13	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,15	0,13

Los valores mínimos se registran durante el solsticio de verano, en el mes de junio (15,18 Cal/cm².min), y durante la época de solsticio de invierno, en el mes de diciembre (14,41 Cal/cm².min).

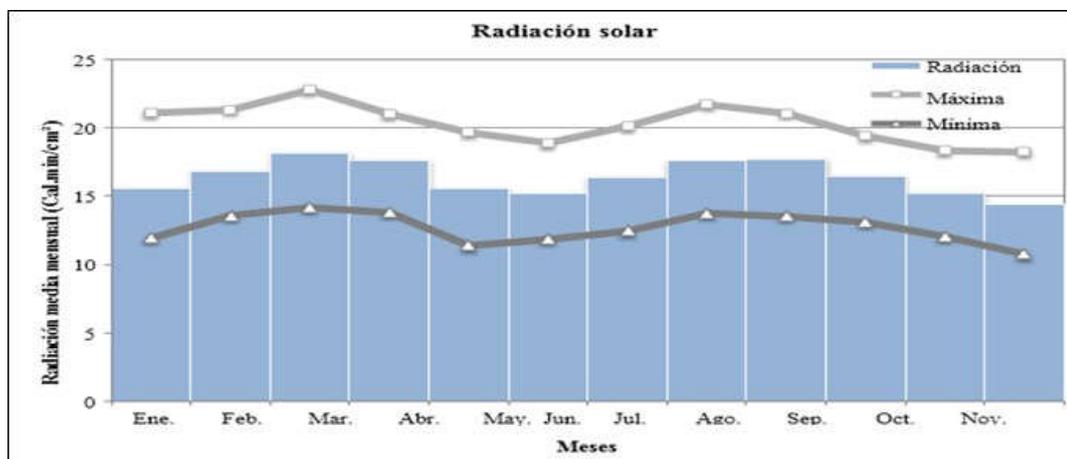


Figura 2.10 Distribución temporal de la radiación solar media mensual en MJ/m² durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

2.5.3.5 Insolación

El área recibe en promedio unas 7,5 horas de brillo solar; de acuerdo con datos de la estación climatológica del aeropuerto de Ciudad Bolívar para el período climatológico considerado.

La insolación media anual: en líneas generales, la insolación disminuye en sentido suroeste-noreste, pasando de 7,6 horas de Sol a 7,8 horas de Sol.

Tabla 2.5 Distribución temporal de la insolación media anual en horas de Sol durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Media	7,3	7,8	8,2	7,8	6,9	7,4	7,9	7,4	8,0	8,1	7,7	7,5	7,5
Máximo	8,8	9,8	9,5	9,5	9,2	7,5	7,5	8,5	9,1	8,7	9,1	8,6	8,8
Mínimo	3,9	4,7	6,7	5,4	5,3	5,4	5,6	6,2	7,1	7,5	6,7	6,5	6,0
Desviación estándar	1,2	1,3	0,7	0,8	1,0	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,8
Coefficiente de variación	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1

En la Figura 2.11 La variación temporal de la insolación depende del movimiento anual aparente del Sol, de la nubosidad, de las precipitaciones y del estado de transparencia de la atmósfera.

La insolación tiene un comportamiento bimodal; es decir, los valores máximos principales se suceden en los meses de marzo (8,2 horas de Sol) y octubre (8,1 horas de Sol), mientras que los valores mínimos ocurren en los meses de mayo (6,9 horas de Sol), junio (6,4 horas de Sol) y julio (6,9 horas de Sol), y son indicativos de la alta nubosidad sobre la zona de estudio durante dicho período.

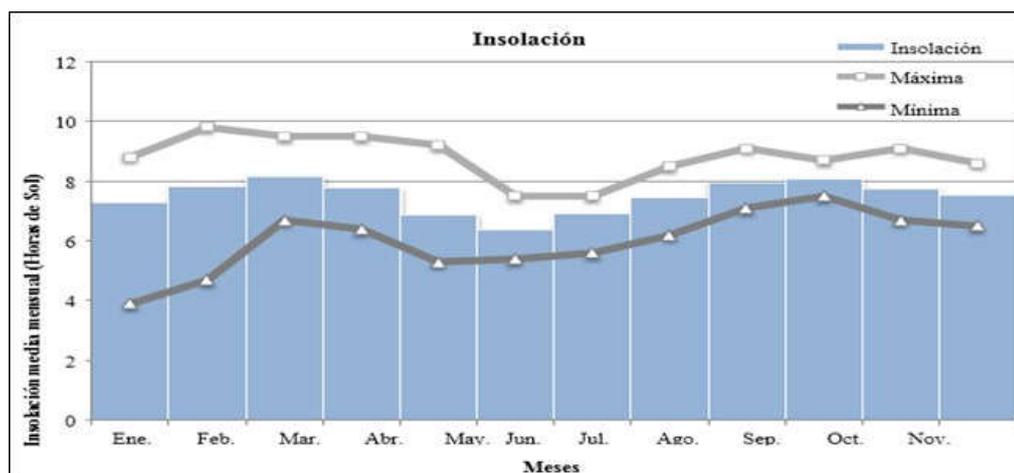


Figura 2.11 Distribución temporal de la insolación media mensual en horas de Sol durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

2.5.3.6 Humedad relativa

La humedad relativa media anual para la zona se ubica en 79%; según datos de la estación climatológica de la AMB en el aeropuerto de Ciudad Bolívar.

La humedad relativa media anual aumenta en sentido noroeste-sureste, desde unos 73% hasta 75%.

El promedio de humedad relativa es de 79% para la zona y el período climático considerado (Tabla 2.6 y Figura 2.12).

Tabla 2.6 Distribución temporal de la humedad relativa media anual en % durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Media	8	5	2	3	7	4	5	3	0	0	1	1	9
Máximo	3	2	8	7	5	7	7	7	6	3	5	8	86
Mínimo	1	7	7	4	7	8	0	9	6	6	5	5	73
Desviación estándar													3
Coficiente de variación													0

En la Figura 2.12, Los valores máximos de humedad relativa se presentan durante los meses de junio (84%), julio (85%) y agosto (83%) es decir, durante los meses de mayor precipitación; mientras que los valores mínimos se alcanzan en la época de febrero (75%), marzo (72%) y abril (73%).

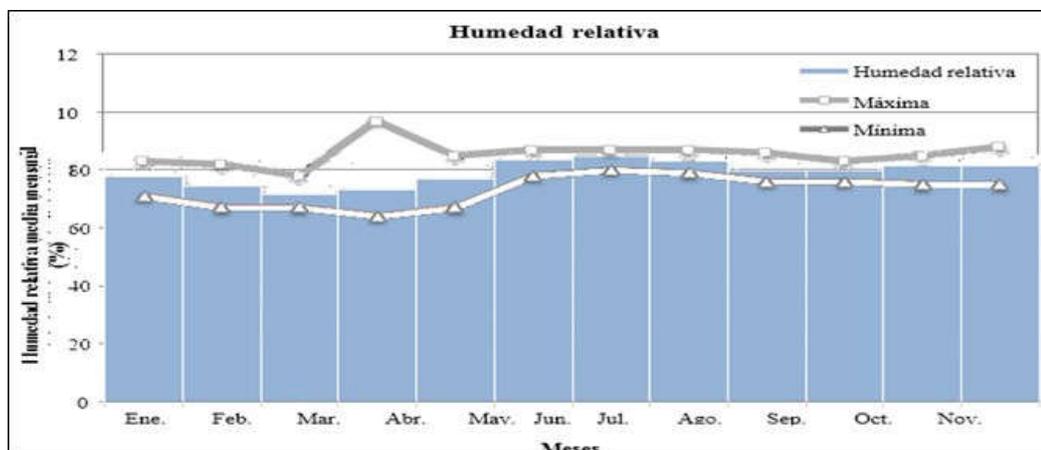


Figura 2.12 Distribución temporal de la humedad relativa media mensual en % durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

2.5.3.7 Velocidad del viento

La velocidad media anual predominante determinada a 0,65 metros sobre el suelo es de 11,8 km/h y su dirección prevaeciente es en sentido este-noreste, E-NE. Cabe resaltar, que la velocidad del viento es menor de julio a octubre, con mínimo en agosto (7,9 km/h), y máxima durante el mes de marzo (16,0 km/h) (Tabla 2.7 y Figura 2.13).

Tabla 2.7 Distribución temporal de la velocidad media del viento anual en km/h durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

Estadística	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media
Media	4,2	5,5	6,0	4,9	3,1	0,6	,9	,9	,5	,7	0,4	2,3	11,8
Máximo	5,5	7,3	7,6	7,1	5,2	3,0	0,8	0,4	0,3	1,9	2,6	4,4	13,8
Mínimo	2,8	2,3	2,4	0,8	,3	,9	,3	,8	,9	,0	,1	1,2	8,8
Desviación estándar	0,9	1,2	1,2	1,5	1,9	1,4	1,1	1,3	1,1	1,9	1,4	0,9	1,3
Coficiente de	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1

variación													
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

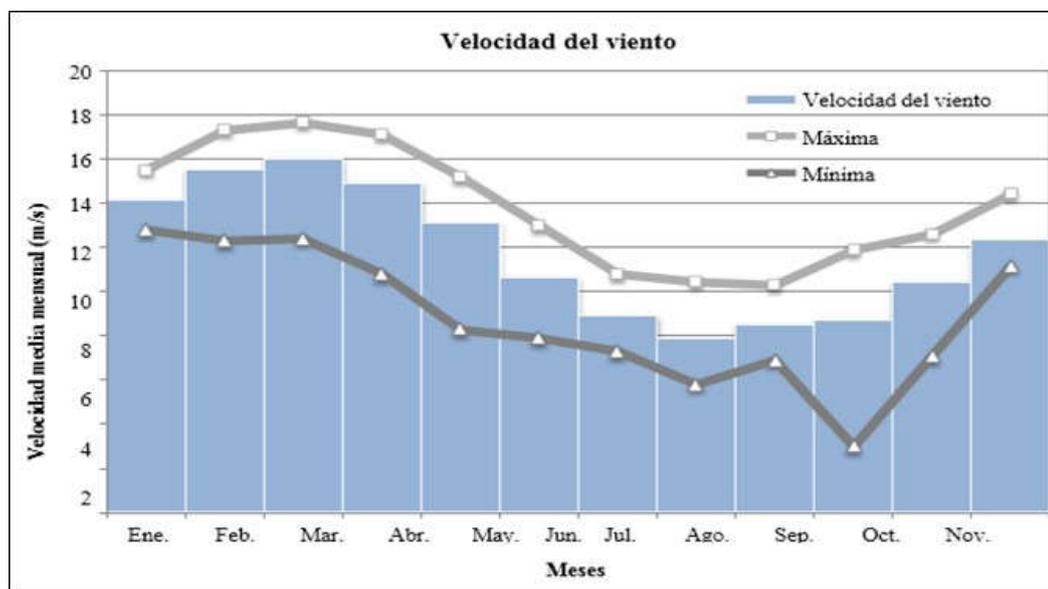


Figura 2.13 Distribución temporal de la velocidad media del viento mensual en km/h durante el período climático 1992-2007 (Datos: Estación Meteorológica AMB, Aeropuerto Tomás de Heres de Ciudad Bolívar).

2.5.3.8 Fauna

La fauna silvestre en el área de estudio es relativamente escasa, las especies más comunes son: Formicidae (hormigas), vespidae (taritari), scarabaeidae (bachacos), odonata (libélulas), vespidae (avispa), culicidae (mosquitos), lepidóptera (mariposas), primates (monos), cathartes aura (zamueros), chiroptera (murciélagos), dasypodidae (acures), oryctolagus cuniculus (conejos), vulpes vulpes (zorros), myrmecophagidae (osos hormigueros), dasypus novemcinctus (cachicamos), psitaciformes (loros), iguanidae (iguanas), anura (ranas), serpentes (culebras) y lacertilia (lagartijas).

2.5.3.9 Flora

La zona de estudio se caracteriza por presentar una vegetación muy densa, típica de sabana, donde se observan: castela erecta (chaparros), anadenanthera peregrina (yopos), cecropia peltata (caruto), crotón lechleri (sangre drago), psidium guajava (guayaba sabanera), mangifera indica (arboles de mango), arbustos bajos, desmodium adscendens (pega pega), desmodium gangeticum (jala Patras), carica papaya (Mamòn), anacardium occidentale (merrey), cecropia obtusifolia (yagrumo), coccoloba uvifera (uva playera), satureja viminea (mastranto), Eukarya (hongos) y Orchidaceae (orquídeas).

2.5.3.10 Geomorfología

El tipo de relieve presente en la zona de estudio corresponde a una peniplanicie, la cual corresponde a una extensión casi plana por rebajamiento del nivel original; sin embargo, aunque la peneplaneación generalizada es el elemento que se destaca, presenta todavía desniveles en los relieves de colinas y vegas alternas, que le dan en algunos casos aspectos multiconvexo, con pendientes suavemente onduladas a onduladas (4%-8% y 8%-16%, respectivamente).

2.5.3.11 Suelos

La zona de estudio se caracteriza por presentar un suelo de color marrón claro, con presencia de fragmentos de rocas, arcillas o limos, bien desarrollado, de moderadamente profundos a profundos, asociados a mantos de alteritas, tiene un desnivel debido al torrente de agua que pasa por la zona, el cual se va erosionando cuando la corriente de agua es fuerte, pero, cuando disminuye deposita unos sedimentos de color negro.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Yáñez G. (1986), elaboró un “Mapa geomorfológico entre Ciudad Bolívar y Ciudad Guayana (Escala 1:50.000)” en el que destaca los rasgos geológicos y geomorfológicos del área cubierta por la hoja. Entre los aspectos geológicos cercanos al área estudiada resalta los afloramientos de cuarcitas ferruginosas en finas capas dispuestas en posición discordantes con gneises graníticos. Entre los aspectos geomorfológicos, destaca la presencia de filas de cuarcitas ferruginosas, de poca elevación, perfectamente cartografiables y que se desintegran en bloques prismáticos –no mayores de 1 km– por diaclasamiento; algunos valles encajonados, transversales, rápidos; y vegetación gramínea. Este trabajo se utilizó para obtener información general.

C.V.G Técnica Minera C.A (1991).PROYECTO INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE LA REGIÓN GUAYANA (PIRNRG). INFORME DE AVANCE NC-20-14 Y NB-20-2. Este informe se utilizó como marco geológico general de la zona de estudio.

Mendoza, Haydee (2004).INFORME GEOLÓGICO HOJA MARHUANTA (Nº 7540), ESCALA 1:100.000, INGEOMIN. En la hoja de estudio se encuentra cuatro unidades estratigráficas, las cuales son el basamento ígneo-metamórfico del Complejo de Imataca (50%), el intrusivo joven de granito de La Encrucijada (5%), los sedimentos de la Formación Mesa (35%) y los sedimentos recientes aluvionales 10%.

Las modificaciones realizadas a la Hojas son las siguientes: inclusión del Complejo de Imataca como unidad geológica aflorante a lo largo de la cuenca del río Candelaria, delimitación de la Formación Mesa y el Complejo de Imataca al suroeste de la hoja, específicamente en la zona solape, con la Hoja de Ciudad Bolívar y ploteo de varios afloramientos ubicados en las orillas del río Orinoco (Punta Currucay y al Norte Piedra el Rosario).

De acuerdo a los efectos cataclásticos observados en las rocas félsicas (granitos, gneises, migmatitas y blastomilonitas), es posible que estas hayan sido sometidas a procesos de presión y esfuerzos como ocurre en el metamorfismo dinámico o cataclásticos. Este informe se utilizó como marco geológico general.

3.2 Fundamentos teóricos

3.2.1 Escala de Wentworth-Udden

Es una escala adoptada internacionalmente para la clasificación granulométrica de partículas sedimentarias. Fue propuesta en 1922 por C.K. Wentworth, basándose en la anterior escala de J.A. Udden de 1898. Parte de 1 mm y dividiendo o multiplicando por 2, en sentido decreciente o creciente de tamaño respectivamente, se definen los límites de diámetro de cada clase, desde partículas de tamaño arcilla (diámetro menor de 1/256 mm) a bloques (diámetro mayor de 256 mm) (Wentworth, 1922) (Tabla 3.1)

Tabla 3.1 Escala del tamaño del grano de los sedimentos y sus valores en la escala Phi de Udden-Wentworth 1922 (Mendez B, 2006).

	U.S. Standard Malla del Tamiz	Milímetros	Phi (ϕ) Unidades	Escala de Wentworth	
GRAVA		4096	-12	Bloques (Cantos)	Gravas Conglomerados
		1024	-10		
		256	-8	Cantos (Guijarros)	
		64	-6	Guijarros	
		16	-4	Gránulos	
	5	4	-2		
	6	3.36	-1.75	Arena muy gruesa	
	7	2.83	-1.5		
	8	2.38	-1.25		
	10	2.00	-1.0		
12	1.68	-0.75			
14	1.41	-0.5			
16	1.19	-0.25			
18	1.00	0.0			
20	0.84	0.25	Arena gruesa		
25	0.71	0.5			
30	0.59	0.75	Arena Media		
35	0.50	1.0			
40	0.42	1.25	Arena fina		
45	0.35	1.5			
50	0.30	1.75	Arena muy fina		
60	0.25	2.0			
70	0.210	2.25	Limo Grueso		
80	0.177	2.5			
100	0.149	2.75	Limo medio		
120	0.125	3.0			
140	0.105	3.25	Limo fino		
170	0.088	3.5			
200	0.074	3.75	Limo muy fino		
230	0.0625	4.0			
270	0.053	4.25	Arcilla		
325	0.044	4.5			
LODO	LIMO	0.037	4.75	Arcilla	Limolitas
		0.031	5.0		
		0.0156	6.0		
		0.0078	7.0		
		0.0039	8.0		
ARCILLA		0.0020	9.0		Lutitas
		0.00098	10.0		
		0.00049	11.0		
		0.00024	12.0		
		0.00012	13.0		
	0.00006	14.0			

3.2.2 Características mineralógicas de las cuarcitas

Está compuesta esencialmente por cuarzo, aunque puede presentar pequeñas cantidades de moscovita, ortosa, entre otros, puede tener minerales accesorios como granate, grafito e incluso oro (Graterol, Mariluz y Vásquez, Haymarí, 2013).

3.2.3 Suelo laterítico

Nombre antiguo con el que se denomina un suelo tropical muy uniforme, típico de las zonas tropicales húmedas. La meteorización intensa y continua durante un período muy largo de tiempo ocasiona la lixiviación de sustancias químicas (como la

silice), la acumulación de sales de hierro y aluminio y la formación de arcillas. La actividad biológica es intensa, especialmente en condiciones boscosas, y el sistema radicular está muy extendido. Este suelo es normalmente de color rojizo o amarillento. Cuando hay influencia de aguas freáticas en la zona de 0 a 125 cm, suele formarse un material arcilloso firme con un alto contenido de hierro, que aparecen en forma de manchas rojas. Al quedar expuesto al aire, se seca y se torna irreversiblemente duro (laterita o piedra ferruginosa), y forma una capa dura (FAO, 2023). En el caso de la cuarcita que tiene abundante cuarzo y poco hierro, lo que es característica propia de ella, y cuando se convierte en suelo residual laterítico aumenta el porcentaje de hierro y disminuye el porcentaje de cuarzo.

3.2.4 Lateritas

La laterita es un suelo duro con textura nodular y también arenosa, limosa y arcillosa, muy rico en óxidos de hierro (hematita, limonita), y óxidos de aluminio hidratados, hidróxidos de aluminio, minerales arcillosos, muy similar a la bauxita en cuanto su textura y composición química. La roca o suelo de laterita generalmente presenta un color marrón rojizo y amarillo. Además, contienen titanio y manganeso debido a que la roca de donde proviene suele ser de composición básica (Maldonado, Y., 2021).

3.2.5 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (USCS), fue presentado por Arthur Casagrande, usado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se puede clasificar suelos con tamaños menores de tres (3) pulgadas; se representa mediante un símbolo con dos letras (Das B., 2001).

Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N° 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N° 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz (Tabla 3.2).

Tabla 3.2 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Modificado de Juárez, E. 1980).

División principal	Símbolo	Criterios de clasificación		Descripción	
		Criterios de clasificación	Requerimientos suplementarios		
Grano grueso: Más del 50% en peso mayor que el tamiz #200	Suelo gravosos: más del 50% de la fracción gruesa es retenida por el tamiz #4	GW	0-5%	D60/D10 > 4 D30/(D60*D10)=1-3	Gravas bien graduada, grava arenosa.
		GP		Cuando no se cumple las condiciones para GW	Gravas mal gradadas o discontinuas, gravas arenosas
		GM	≥ 12%	IP < 4 o bajo la línea A	Gravas limosas o limo arenosa
		GC		IP > 7 o sobre la línea A	Gravas arcillosas o arcillo-arenosas
	Suelos arenosos: más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz #4	SW	0-5%	D60/D10 > 4 D30/(D60*D10)=1-3	Arenas bien gradadas, arenas gravosas
		SP		Cuando no se cumple las condiciones para SW	Arenas mal gradadas. Arenas gravosas
		SM	≥ 12%	IP < 4 o bajo la línea A	Arenas limosas, arenas limosas-gravosas
		SC		IP > 7 o sobre la línea A	Arenas arcillosas, arenas arcillosas-gravosas.
Baja compresibilidad: LL < 50	ML	>50%	Bajo la línea A.	Limo, arena muy fina, arena fina limosas o arcillosas, limos micáceos	
	CL	>50%	Sobre la línea A	Arcillas de baja plasticidad, arcillas arenosas o limosas	
	OL	>50%	Bajo la línea A y olor o color a sustancia orgánica.	Limos orgánicos y arcillas de baja plasticidad	
Alta compresibilidad: LL > 50	MH	>50%	Bajo la línea A	Limos micáceos. Limos de diatomea. Cenizas volcánicas	
	CH	>50%	Sobre la línea A	Arcillas muy plásticas. Arcillas arenosas	
	OH	>50%	Bajo la línea A y olor o color a sustancia orgánica.	Limos orgánicos. Arcillas de alta plasticidad	
Suelos con materia orgánica fibrosa	Pt	----	Materia orgánica fibrosa; se carboniza, quema o se pone incandescente	Turba. Turbas arenosas. Turbas arcillosas	

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos (Tabla 3.3).

Tabla 3.3 Clasificación de suelos (Geología-publicaciones.1919).

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien Gradada	W
Arena	S	Pobremente	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	P	Limite Liquido	L
Turba	Pt	Limite liquido	H
G: Grava	(Gravel)	W: Bien	(Well)
S: Arena	(Sand)	P: Mal gradado	(Poor)
M: Limo	(Moh)	H: Alta	(High)
C: Arcilla	(Clay)	L: Baja	(Low)
		O: Orgánico	(Organic)

Esta clasificación divide a los suelos en:

3.2.5.1 Suelos gruesos

Se dividen en gravas y arena, y se separan con el tamiz N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz No 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario.

3.2.5.2 Suelos finos

El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de

estos suelos se subdivide a su vez según su límite líquido, en dos grupos cuya frontera es $LI = 50\%$. Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L (lowcompresibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (hight compresibility). Obteniéndose de este modo los siguientes tipos de suelos:

ML: Limos Inorgánicos de baja compresibilidad.

OL: Limos y arcillas orgánicas.

CL: Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad.

CH. Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad.

MH: Limos inorgánicos de alta compresibilidad.

OH: arcillas y limos orgánicas de alta compresibilidad.

3.2.5.3 Suelos orgánicos

Constituidos fundamentalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno para cimentación.

3.2.5.4 Suelos gruesos

Para que el suelo sea una grava debe cumplirse lo siguiente: retiene el tamiz N° 4 $> 1/2 FG$, retiene el tamiz N° 4: 100 menos lo que pasa el tamiz N° 4. Para que el suelo sea una arena debe cumplirse lo siguiente: retiene el tamiz N° 4 $< 1/2 FG$

Las gravas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

GW -GM grava bien gradada con limo;

GW-GC grava bien gradada con arcilla;

GP-GM grava mal gradada con limo;

GP-GC grava mal gradada con arcilla.

Las arenas con 5 a 12% de finos requieren el uso de símbolos dobles:

SW -SM arenas bien gradada con limo;

SW -SC arenas bien gradada con arcilla;

SP-SM arena mal gradada con limo;

SP-SC arena mal gradada con arcilla.

3.2.6 Diagrama panel

Es una representación gráfica de los datos tridimensionales y las interpretaciones en una vista bidimensional en perspectiva. Las secciones geológicas pueden exhibirse en una red para formar un diagrama de vallas o de panel. Los cambios estratigráficos pueden ser exhibidos claramente en diagramas de vallas o de panel (Figura 3.6) (Cortes J. G., 2023).

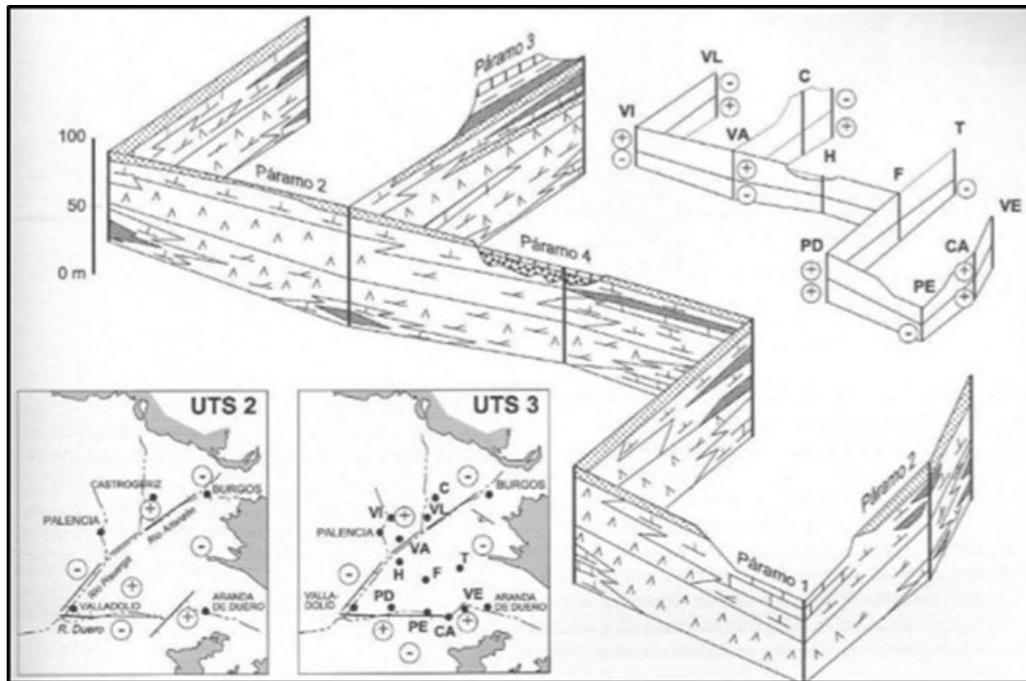


Figura 3.6 Diagramas de vallas o de panel (Cortes J. G., 2023).

3.3 Definición de términos básicos

3.3.1 Cuarzitas ferruginosas

Las cuarzitas ferruginosas son las rocas madres de las menas de hierro residuales que se encuentran en la Provincia de Imataca. El origen precámbrico de estas formaciones originales posiblemente corresponden a rocas que sufrieron los efectos de agentes meteorizantes del trópico, semejantes a la época actual, generándose sedimentos del tamaños muy variables, brechas o granos gruesos, medios y finos. Los granos de los minerales que conformaban las rocas, en su mayoría cuarzo o sílice, en forma cristalizada (Araya L., 1917).

3.3.2 Cuarzo

El cuarzo es un mineral compuesto de sílice. Tras el feldespato es el mineral más común de la corteza terrestre estando presente en una gran cantidad de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias (Calvo, Miguel, 2015).

3.3.3 Feldespato

Los feldespatos corresponden a un grupo de minerales que forman unas series de soluciones sólidas como son los feldespatos de plagioclasas y los feldespatos alcalinos, cuya fórmula generalizada es $X (Al, Si)_4 O_8$. Estos minerales son formadores de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas y más del 50% de feldespatos están presentes en la corteza terrestre (Wikipedia, 2023).

3.3.4 Hematita

La hematita o hematite es un mineral compuesto de óxido férrico, cuya fórmula es Fe_2O_3 y constituye una importante mena de hierro ya que en estado puro contiene un 65 % de este metal. A veces posee trazas de titanio (Ti), aluminio (Al), manganeso (Mn) y agua (H_2O), de brillo metálico, de color gris acero y negro hierro (Universidad Autónoma Metropolitana, 2023).

3.3.5 Limonita

La limonita a diferencia de lo que se cree no se considera netamente un mineral, más bien se considera un mineraloide, es decir que no tiene una estructura cristalina ordenada tal como si lo tienen los minerales, además, se considera que es amorfo y tiene una composición química variable relacionado con óxidos de hierro (Maldonado Y., 2021).

3.3.6 Magnetita

La magnetita es un mineral del grupo de los óxidos (óxido de hierro), con fórmula química Fe_3O_4 , donde el 72.4% del volumen es de Fe, el 27.6% de O₂, tiene su génesis en rocas ígneas, rocas metamórficas y en depósitos de reemplazo hidrotermal, su uso está extendido como mena de hierro. La magnetita es un mineral de hierro, cuenta con un magnetismo realmente fuerte gracias a que ha sufrido el fenómeno de ferromagnetismo. Esto quiere decir que los momentos magnéticos están acoplados en este mineral de manera importante. Brillo: Metálico, Color: Negro grisáceo, negro hierro, Raya: Negra, Dureza: 5.5 – 6.5 Mohs, Exfoliación: Buena, Fractura: Subconcoidea, irregular (Maldonado Y., 2020).

3.3.7 Método utilizado para la nivelación del terreno

El método que se utilizó para el levantamiento topográfico, también conocido como método antiguo consiste en partir de un solo punto conocido, en forma proyección radial, que consiste en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales, para esto se emplearon herramientas como: nailon, cabilla, brújula tipo Brunton y escuadra de 90° para la nivelación.

3.3.8 Afloramiento

Lugar donde asoma a la superficie del terreno un mineral o una masa rocosa que se encuentra en el subsuelo (Diccionario geológico RACEFN, 2023).

3.2.9 Pendiente

Podríamos definir la pendiente del terreno en un punto dado como el ángulo que forma el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno en ese

punto. Es, en definitiva, la inclinación o desnivel del suelo. (C.V.G. Técnica Minera C.A, 1991).

3.2.10 Peniplanicie

Conforma una extensión casi plana por rebajamiento del nivel original. Sin embargo, aunque la peneplaneación generalizada es el elemento que se destaca, presenta todavía desniveles en los relieves de colinas y vegas alternas, que le dan en algunos casos aspectos multiconvexo, con pendientes suavemente onduladas a onduladas. (C.V.G. Técnica Minera C.A, 1991).

3.2.11 Relieve

El relieve terrestre es el término que define a las formas que tiene la corteza terrestre o litosfera en la superficie, tanto en relación con las tierras emergidas como en cuanto al relieve oceánico, es decir, al fondo del mar (Wikipedia, 2023).

3.2.12 Textura de las rocas metamórficas

Las rocas metamórficas suelen presentar el aspecto del hojaldre, con mezcla de texturas y estructuras heredadas de rocas preexistentes junto a otras que han aparecido en las nuevas condiciones del metamorfismo. Las texturas se refieren a la relación de tamaños y formas de los cristales y las hay de dos tipos: las generadas por deformación y trituración de cristales preexistentes en el metamorfismo dinámico (cataclastita) que veremos más adelante y las generadas por blastesis (aparición o crecimiento de nuevos minerales) (Junta de Andalucía, 2023).

3.2.13 Análisis granulométrico

El análisis granulométrico de un agregado es todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se puedan separar las partículas constitutivas del agregado según los tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material es decir la granulometría (Ledesma, J. 2013).

3.2.14 Preparación de las muestras por el análisis mecánico

En la disgregación de los sedimentos, por el análisis mecánico deben ser tomadas ciertas precauciones. Los granos no deben ser quebrados en ningunos de sus constituyentes primarios. Este tratamiento para la muestra depende también del tipo de sedimento; así a ciertos tipos de sedimentos finos no se le puede aplicar este método, debido a que puede quedar coagulado durante el análisis.

1. Cuarteo o reducción: el cuarteo de la muestra consiste en la reducción por la selección de porciones. La muestra recolectada en el campo, en general, es más voluminosa de lo necesario para el análisis. Se precisa por consiguiente, reducir esta cantidad, cuidando que la fracción separada para el análisis (más o menos 600 grs) represente siempre lo más exactamente posible la composición media de la muestra original de campo. En la Figura 3.1 se presenta el procedimiento gráfico de cómo se debe realizar el método de cuarteo o de reducción.

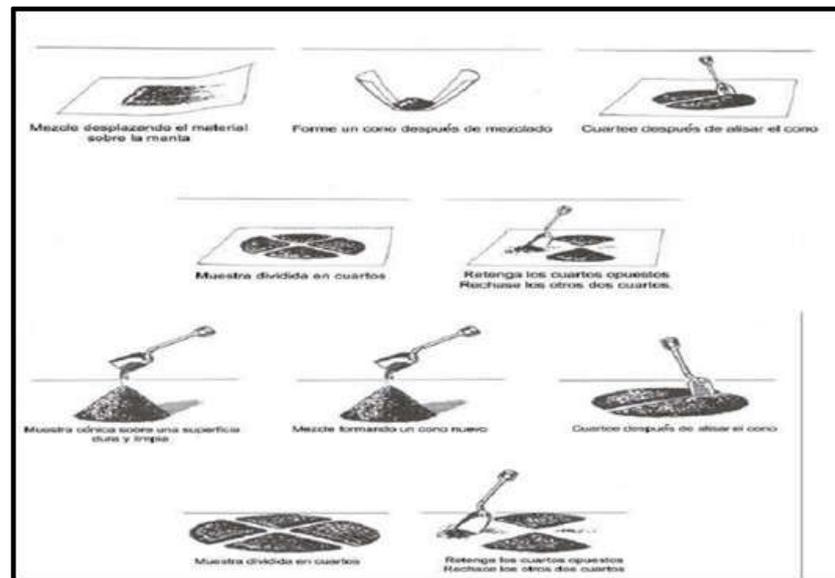


Figura 3.1 Método de cuarteo. Boscarello Carlos (2021).

2. Método normativo para realizar el Ensayo Granulométrico: se separará una muestra de agregado seco de peso conocido, a través de una serie de progresiva de tamices para determinar la distribución de los tamaños de las partículas.

3. Gráfica granulométrica e indicadores: la curva granulométrica es una representación gráfica de los resultados del ensayo de granulometría. Se representa gráficamente en un papel denominado "log-normal" por tener en la horizontal una escala logarítmica, y en la vertical una escala natural (Figura 3.2).

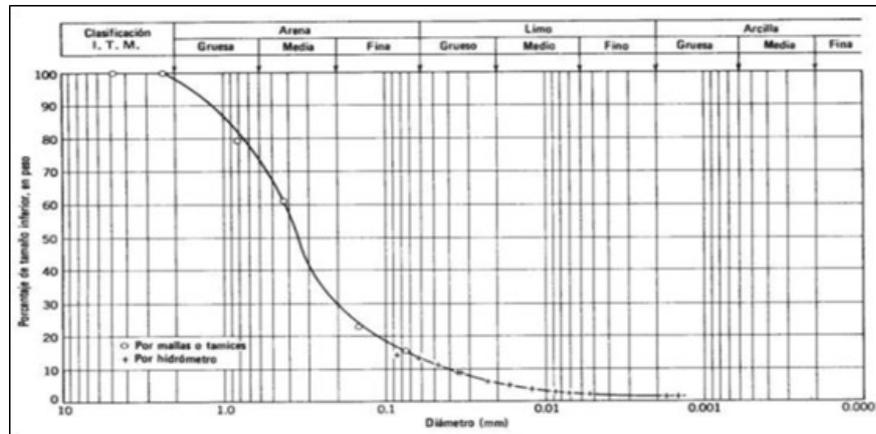


Figura 3.2 Curva granulométrica (Boscarello Carlos, 2021).

La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva, donde el porcentaje que pasa es graficado en las ordenadas y el diámetro de las partículas en las abscisas. A partir de la curva anterior, se pueden obtener diámetros característicos tales como el D10, D30, D60, D85, etc. El D se refiere al tamaño del grano, o diámetro aparente de la partícula y el subíndice (10, 30, 60, 85) se denota el porcentaje de material más fino.

3.2.15 Procedimiento del método para el ensayo granulométrico

1. Antes de empezar el tamizado, debemos realizar el cuarteo o de reducción, o aplicar el método de Jones, que se describe en la Práctica N° 1. Métodos de Muestreo. Para extraer la muestra que se va a usar para realizar el ensayo granulométrico, se recomienda que sean 600 gr de muestra, esto debido a que una vez secada la muestra (usando el horno) quede exactamente los 500 gr de muestra necesarios para realizar el ensayo granulométrico.

2. Una vez que se extrae la muestra de 600 gr, se coloca en una bandeja y se pone a secar en el horno a una temperatura de 110 ± 5 ° C, durante 24 horas para obtener los 500 gr que se necesitan para realizar el ensayo.

3. Cuando esté seca la muestra, se deja enfriar, y se pesan los 500 gr de la muestra que se van a utilizar en el Ro-tap (Agitador mecánico), y antes de usar la muestra en el Ro-tap, se anota en la planilla los siguientes datos: Peso del recipiente vacío en gr, Peso de la muestra seca + el recipiente en gr, Peso de muestra seca W_s en gr y deja aparte, para luego calcular la cantidad de muestra perdida en el proceso en gr (muestra lavada). Figura 3.3.



Figura 3.3 Balanza digital (Boscarello Carlos, 2021).

4. Se busca la planilla donde se van anotar los datos y se empieza a rellenar. Se escogen los tamices. Los tamices que se van a utilizar son: el tamiz N°10; 18; 35; 60; 120; 230; el Pan y la tapa de los tamices, en la planilla se anota en su respectiva casilla el N° de Tamiz y en la otra casilla se anota el diámetro de ese tamiz, de igual manera se debe hacer con todos los tamices menos con el Pan y la tapa, pero el Pan se debe anotar en la casilla donde se están anotando los diferentes tipos de tamices.

5. Cuando se escojan los tamices, se limpian con una brocha y se procede a pesar en la balanza cada tamiz y el Pan limpios y se anota en la casilla que dice Peso del Tamiz en gr, que se encuentra en la planilla.

6. Luego se procede a armar la torre de tamices, en el orden siguiente: primero el Pan, de seguido el tamiz N° 230, después el tamiz N° 120, después el tamiz N° 60, seguido del tamiz N° 35, a continuación el tamiz N° 18, y para finalizar el tamiz N° 10 (Figura 3.4).



Figura 3.4 Armado de la torre de tamices.
(Boscarello Carlos, 2021).

7. Tomar con sumo cuidado el contenido de la bandeja con los 500 gr de muestra seca Ws de agregado y vaciarlo dentro del tamiz N° 10 y de seguido colocar la tapa.

8. Colocar en el Ro-tap (Agitador mecánico) la torre completa de tamices con la muestra a dentro y asegurarlo y se deja tamizar por espacio de 15 minutos (Figura 3.5).



Figura 3.5 Colocación de la torre de tamices en el Ro-tap (Boscarello Carlos, 2021).

9. Una vez finalizado el proceso se procede a retirar la torre de tamices, cuidando de conservar en cada uno la muestra que se conserva en ella, para luego pesarla y proceder a anotar en la planilla correspondiente dichos valores (Peso del tamiz + el material).

10. Colocar, utilizando varias bandejas, el contenido del material que se encuentra retenido en los tamices y proceder a rotular cada bandeja para su identificación.

11. Cuidar de conservar estas bandejas durante un tiempo con el objeto de salvaguardar su contenido para usos posteriores (ensayos).

12. El contenido del Pan (que puede ser limos o arcillas), se conservan en recipiente debidamente tapado y rotulado para después realizar el ensayo de hidrómetro.

13. No olvidar la limpieza a profundidad de todo el equipo utilizado y guardarlo.

14. Con los datos obtenidos se debe proceder al cálculo del Peso del Material Retenido, el % del Material Retenido, el % del Material Acumulado y el % del Material Pasante, para vaciarlo en las casillas correspondientes.

15. Con los datos de la casilla del % del Material Pasante más los datos del Diámetro de los Tamices, se elaborara la curva granulométrica en la respectiva planilla (Boscarello Carlos, 2021).

3.3.16 Correlación

La correlación estratigráfica es un procedimiento que sirve para establecer la correspondencia entre partes geográficamente separadas de una unidad geológica. Es una de las técnicas de mayor interés en la Estratigrafía ya que se utiliza para comparar dos o más secciones estratigráficas de un intervalo de tiempo semejante, a partir de alguna propiedad definida. Caballero C. (2013).

3.3.17 Formación

La unidad fundamental de la litoestratigrafía. Un cuerpo de roca suficientemente característico y continuo para ser mapeado. En estratigrafía, una formación es un cuerpo de estratos de un tipo predominante o una combinación de diversos tipos; las formaciones múltiples forman grupos, y las subdivisiones de las formaciones son los miembros. (Glosario Schlumberger).

3.3.18 Afloramiento rocoso

Un afloramiento o afloramiento rocoso es una exposición visible de roca madre o de depósitos superficiales antiguos en la superficie de la Tierra. Los afloramientos no cubren la mayoría de la superficie terrestre de la Tierra porque en la mayoría de los lugares la roca madre o los depósitos superficiales están cubiertos por un manto de suelo y de vegetación y no se pueden ver ni examinar de cerca. Sin embargo, en lugares donde la cubierta suprayacente se elimina a través de la erosión o por levantamiento tectónico, la roca puede quedar expuesta o recortada. Tal exposición ocurrirá con mayor frecuencia en áreas donde la erosión es rápida y excede la tasa de intemperismo o meteorización, como en las laderas empinadas, las crestas y cimas de montañas, las riberas de ríos y las áreas tectónicamente activas. La roca madre y los depósitos superficiales también pueden quedar expuestos en la superficie de la Tierra debido a las excavaciones humanas como a la extracción y a la construcción de las rutas de transporte (González, I. y Ferrer M. 2002).

3.3.19 Columnas estratigráficas

Las columnas estratigráficas constituyen una reseña de la composición de una superficie de terreno, en éste caso el que cubre una provincia geológica. Las unidades distinguidas se disponen verticalmente, en orden de antigüedad decreciente de base a techo. La litología se representa con rastras de uso convencional y el tiempo involucrado está indicado por los colores adoptados en la tabla Cronoestratigráfica Internacional por la Comisión Internacional de Estratigrafía de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS, 2013).

3.3.20 Foliación

Tipo de estructura bandeada que presentan los minerales que forman el gneis y otras rocas metamórficas de alto grado (González, I. y Ferrer M. 2002, p.278).

3.3.21 Mapa geológico

Un mapa geológico es la representación, sobre un mapa topográfico, de los diferentes tipos de rocas que afloran en la superficie terrestre y los tipos de contactos entre ellas. Para distinguir las rocas se utilizan colores. En un mapa geológico también se reflejan las estructuras tectónicas (pliegues y fallas), yacimientos fósiles, fuentes, recursos minerales, etc. (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, 2011).

3.3.22 Mapa topográfico

Los mapas topográficos reflejan en un plano a escala y mediante una serie de líneas y puntos las elevaciones de una zona determinada. El elemento fundamental de un mapa topográfico lo constituyen las coordenadas geográficas, es decir, todo punto de un mapa se localiza mediante su latitud y su longitud (Ferrer, J. 2015).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Este capítulo se enfoca más sobre lo que es el tipo de investigación, realizando una comparación de autores más conocidos con la metodología planteada por Jacqueline Hurtado, de igual manera se expone en detalle porqué la Metodología de Hurtado es la utilizada para la realización del Trabajo de Grado. Siendo este capítulo muy importante para poder entender el tema de estudio y para poder lograr los objetivos antes mencionados, especificando el método de recolección de datos utilizados y procesos involucrados en la investigación.

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es un paso importante en la metodología ya que determina el enfoque del trabajo, de esta depende la escogencia de los instrumentos adecuados que deben ser utilizados para la recolección de datos y su posterior análisis. El tipo de investigación utilizada depende del problema investigado y de los objetivos que se esperan alcanzar.

Este tema presenta múltiples definiciones, es decir, no existe un criterio único de lo que es el tipo de investigación, entre ellas se tienen las siguientes:

Según Ander Egg (2006) tal término se usa para designar el esbozo, esquema, prototipo o modelo que indica las decisiones, pasos y actividades a realizar para llevar a cabo una investigación. Para este autor el tipo de investigación incluye la elaboración del marco teórico, la constitución del equipo de investigación, la coordinación de las actividades de investigación, la elección de los instrumentos

metodológicos, la organización del material de consulta, la elección de la muestra y la definición del esquema presupuestario administrativos.

Sin embargo Sabino (2007) hace énfasis en la dimensión estratégica y táctica del proceso de investigación. Lo define como un modelo teórico- práctico mediante la cual confrontamos los planteamientos teóricos con los hechos empíricos. Este requiere de la definición de una estrategia general que a su vez determinan las acciones u operaciones necesarias para lograr los objetivos. Para este autor el diseño lo asume como una estrategia general de trabajo que el investigador determina una vez que ya haya alcanzado suficiente claridad respecto a su problema y que orienta y esclarece las etapas que habrán de acometerse posteriormente. Se trata del momento metodológico de la investigación. En el mismo no se trata de definir qué vamos a investigar sino el cómo vamos a hacerlo. En función del tipo de datos identifica dos tipos de diseños. A saber el bibliográficos y de campo.

Por su parte Mario Tamayo y Tamayo (2001) señala que este lleva implícito una estructura a seguir en la investigación, sobre la cual se han de ejercer los controles necesarios a fin de encontrar resultados confiables y determinar así mismo su relación con las interrogantes surgidas de los supuestos, hipótesis y del problema. Es un planteamiento de una serie de actividades sucesivas establecidas de manera coherente y organizada que nos indican los pasos y pruebas a efectuar y las técnicas a utilizar para recolectar y analizar los datos. Al igual que Sabino, en función de los tipos de datos, este autor, identifica dos tipos básicos: bibliográficos y de campo.

Mientras que Arias (2006) lo concibe como la estrategia general que el investigador asume para dar respuesta al problema planteado. El autor en referencia identifica tres tipos de investigación o estrategia: Documental, Campo y experimental.

Sin embargo Hurtado, J. (2012) difiere de los autores antes mencionados explicando que los métodos, técnicas, tácticas y estrategias no son genéricos para cualquier investigación; los métodos son diferentes en función del tipo de investigación y de los objetivos que se pretenden lograr. Ella propone los siguientes tipos de investigación:

Tabla 4.1 Objetivos y tipos de investigación (Hurtado J. y Barrera M., 1995).

Nivel	Objetivo	Tipo de investigación
Perceptual Describir	Explorar	Exploratoria Descriptiva
Aprehensivo Comparar	Analizar	Analítica o Crítica
Comprensivo Predecir Proponer	Explicar	Explicativa Predictiva Proyectiva
Integrativo Confirmar Evaluar	Modificar	Interactiva Confirmatoria Evaluativa

4.2 Tipo de investigación utilizada para el Trabajo de Grado

El tipo de investigación para llevar a cabo la elaboración de este trabajo es el propuesto por Hurtado, J. (2012) ya que, ella define la metodología como el estudio de los modos o maneras de llevar a cabo algo, es decir, es el área del conocimiento que estudia los métodos generales de las disciplinas científicas, incluyendo los métodos, las técnicas, las tácticas, las estrategias y los procedimientos que debe ser utilizados para lograr los objetivos del estudio.

En comparación con los demás autores, según su metodología no existe una manera idéntica de hacer una investigación, ni se pueden dar unos pasos precisos y rígidos que resuelvan todas las dificultades. Cada tipo de investigación tiene sus

propios procedimientos, por ejemplo, dos investigaciones del mismo tipo, pero con eventos diferentes, o en contextos diferentes, pueden variar notablemente en lo que respecta a los pasos a seguir. Siguiendo esta idea, Hurtado (2012) propone un ciclo de investigación, donde explica todas las fases que conlleva un trabajo de investigación.

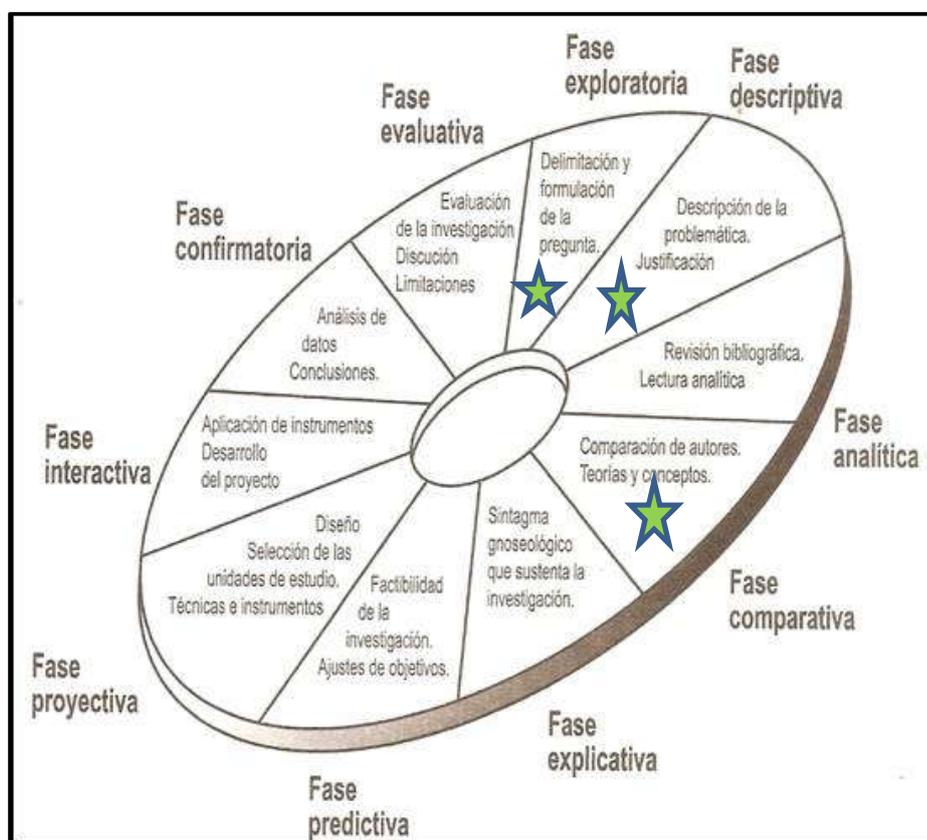


Figura 4.1 Ciclo de la investigación (Hurtado, J., (2012).

Para Hurtado (2012), se puede comenzar el proceso de investigación a partir de cualquier estadio del ciclo y culminar en cualquiera que se encuentre en una posición posterior a éste, así como también establece que no es necesario pasar por cada uno de los escenarios, ya que esto lo definen los objetivos específicos del trabajo.

La Figura 4.1 consiste en una serie de pasos que se siguen en el proceso de llevar a cabo un proyecto de investigación. Estos pasos incluyen la identificación del

problema o pregunta de investigación, la revisión de literatura existente sobre el tema, la formulación de una hipótesis o pregunta de investigación la selección de una metodología para recopilar datos, y la presentación de los resultados. Una vez que se ha completado el ciclo de investigación se puede llegar a una conclusión y se pueden hacer recomendaciones para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas.

4.3 Fases implementadas en este Trabajo de Grado

Para poder alcanzar los objetivos planteados en este trabajo de investigación es necesaria la aplicación de tres de las diez fases propuestas por Hurtado (2012) en su ciclo, la cual se presentan a continuación:

4.3.1 La Investigación exploratoria

Consiste en indagar acerca de un fenómeno poco conocido, sobre el cual hay poca información o no se ha realizado investigaciones anteriores, con el fin de explorar la situación. Este holotipo permite que el investigador se familiarice con lo que está estudiando. El objetivo de una investigación exploratoria puede ser la identificar aspectos para definir mejor algún evento o formular investigaciones en otros niveles (Hurtado, 2012).

En esta etapa del trabajo de investigación, se vio en la necesidad de buscar toda la información referida a la zona de estudio, como mapas geológicos, geomorfológicos, topográficos, tesis “previamente realizadas de la zona de estudio”, trabajos publicados en revistas científicas, libros, etc., esto nos permite comprender mejor el área de estudio y de esta forma poder tener una mejor visión de lo que se encontró en el trabajo de campo.

4.3.2 La Investigación descriptiva

Tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio. Este tipo de investigación se asocia al diagnóstico. En la investigación descriptiva el propósito es exponer el evento estudiado, haciendo una enumeración detallada de sus características, de modo tal que en los resultados se pueden obtener dos niveles, dependiendo del fenómeno y del propósito del investigador: un nivel más elemental. En el cual se logra una clasificación de la información de función de características comunes, y un nivel más sofisticado en el cual los elementos observados a fin de obtener una descripción más detallada (Borderleau, 1987).

Según lo planteado anteriormente la zona está representada por la Caracterización geológica de los suelos residuales de las cuarcitas. En esta fase se realizó una descripción detallada de las características que presenta el terreno.

4.3.3 La Investigación comparativa

Por lo general se realiza con dos o más grupos, y su objetivo es comparar el comportamiento de uno o más eventos en los grupos observados. Requiere como logro anterior la descripción del fenómeno y la clasificación de los resultados. Está orientada a descartar la forma diferencial en el cual un fenómeno se manifiesta en contextos o grupos diferentes, sin establecer relaciones de casualidad (Hurtado, 2012).

En esta fase los investigadores compararon toda la información bibliográfica recolectada con todo lo que se observó en campo, lo cual sirvió de gran ayuda para la identificación del lecho de rocas y el tipo de relieve presente.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Una vez definido el evento y sus indicios, así como las unidades de estudio, es necesario que el investigador seleccione las técnicas y los instrumentos mediante los cuales obtendrá la información necesaria para llevar a cabo la investigación.

Las técnicas tienen que ver con los procedimientos utilizados para la recolección de los datos, es decir, el cómo. Estas pueden ser de revisión documental, observación, encuestas y técnicas sociométricas, entre otras.

Los instrumentos representan la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar la información, es decir, el con qué. Los instrumentos, pueden estar ya elaborados e incluso normalizados, como es el caso de los test y algunas escalas.

Los instrumentos están en correspondencia con las técnicas, y la selección de las técnicas a utilizar en una investigación está relacionada con el tipo de indicios que permiten captar el evento de estudio.

Los tipos de instrumentos utilizados en el trabajo de investigación es el siguiente:

Los instrumentos de captación permiten percibir el evento, no necesariamente de manera selectiva, y algunos de ellos permiten ampliar los sentidos, como el telescopio o el microscopio. Según (Hurtado de Barrera, Jacqueline, 2005).

4.4.1 Revisión bibliográfica

Para poder realizar la investigación fue necesario recurrir a fuentes bibliográficas que contribuyan a la recopilación de información necesaria que sea de

gran utilidad en relación al tema en estudio. Obteniendo toda la información mediante la revisión de material bibliográfico como: tesis, pdf, revistas, libros, diccionarios, textos, mapas, publicaciones e informes sobre temas geológicos y Estudios sedimentológicos y estratigráficos.

4.4.2 Observación directa

Para Arias, F. (2012), la observación directa “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”.

4.4.3 Instrumentos para la recolección de datos

Para llevar a cabo la presente investigación es necesario contar con los siguientes instrumentos:

1. GPS, calculadora, equipos informáticos (computador, impresora, memoria portátil, mapas de la zona y teléfono).
2. Programas de diseño.
3. Libreta de campo, pico, pala, peinilla, palita para recoger muestras, mandarrias, brújula, bolsas para muestras, cinta métrica, cámara y lupa de geólogo.

4.4.4 Población de la investigación

Según (Arias F. , 2012) se refiere a la población como “Un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación”. En éste sentido, la población de la investigación se

encuentra conformada por el terreno donde se observan suelos residuales y cuarcitas ferruginosas de Complejo de Imataca.

4.4.5 Muestra de la investigación

Según (Arias F. , 2012) “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. La selección de muestra para el desarrollo de este estudio está dada por aquellas porciones de tierra o muestras de suelos tomadas de las distintas columnas estratigráficas a través de la apertura de calicatas y recolección directa en campo. En este estudio se recolecto 8 muestras, las cuales fueron tomadas de las calicatas respectivamente.

4.5 Flujograma de la investigación

En la Figura 4.2 se presenta el flujograma con las etapas a realizar.

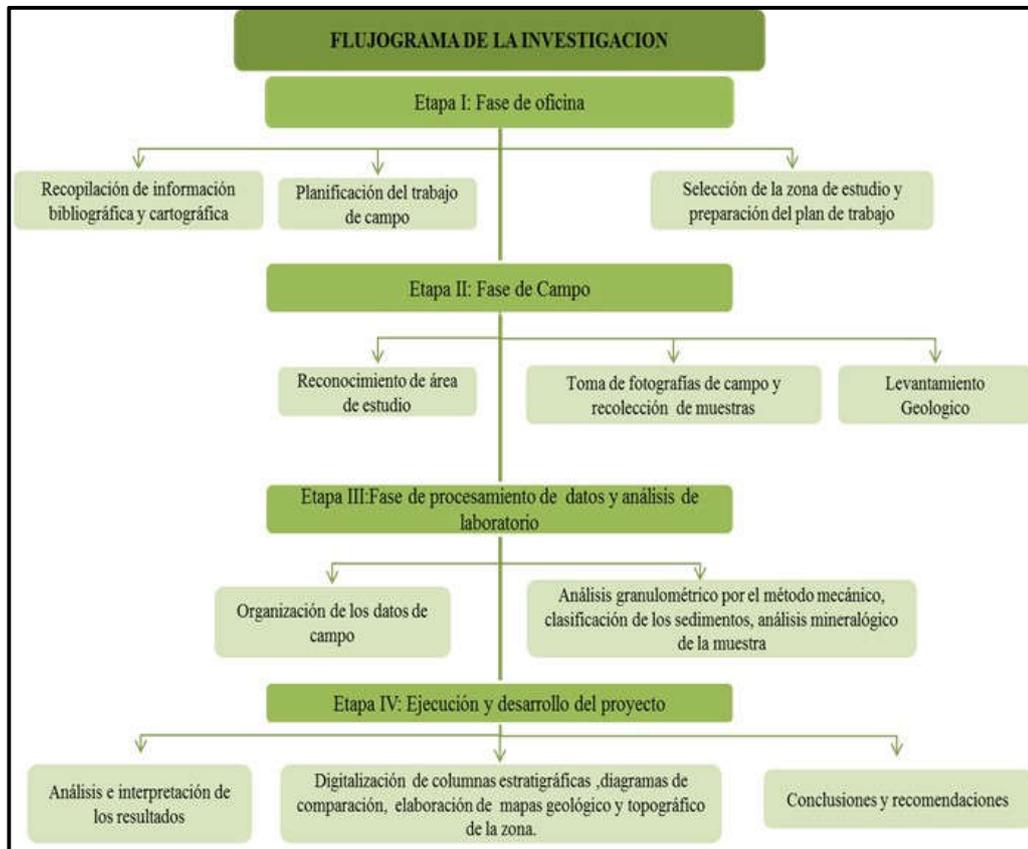


Figura 4.2 Flujograma de la investigación.

4.5.1 Etapas de campo

4.5.1.1 Reconocimiento del área de estudio

1. Se crearon vías de acceso (picas), para ello se utilizaron herramientas como: machete, garabato.
2. Se realizó un recorrido general en el área de estudio, para esto se utilizó, mapas previos de la zona.
3. Toma de coordenadas, para delimitar la zona (GPS).
4. Se realizó el mallado.

4.5.1.2 Recolección de muestras de suelos

1. Ubicación de las calicatas (estacas de madera).
2. apertura de calicatas, para esto se emplearon herramientas como: pala, pico, palin.
3. Para la toma de muestras se utilizó bolsas mineras.

4.5.1.3 Levantamiento geológico y topográfico de la superficie del terreno

1. Para el levantamiento topográfico se utilizó el método antiguo (cabilla, nailon, objeto de 90° y brújula).
2. El mapa geológico se realizó tomando como mapa base el mapa topográfico, para esto se empleó brújula azimutal de tipo bruton, para delimitar los afloramientos.



Figura 4.3 Reconocimiento del área de estudio y aperturas de vías de acceso.



Figura 4.4 Ubicación de calicatas y toma de muestras.



Figura 4.5 Levantamiento topográfico.

Etapa de laboratorio

Una vez recolectadas las muestras en campo, se procede a realizar el ensayo granulométrico por vía seca, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

1. Recolectar una muestra representativa del sedimento que se desea analizar.
2. La muestra recolectada se debe secar en un horno para eliminar la humedad para evitar que los resultados del tamizado se vean afectados.
3. Una vez seca la muestra se trituro en un mortero de porcelana, para disminuir el tamaño de las partículas.
4. Apilar los tamices para realizar el tamizado de las muestras. Después del tamizado se procede a pesar las mismas.
5. Con la información obtenida del peso de cada fracción en cada tamiz, se realizó el análisis granulométrico.



Figura 4.6 Preparación de la muestra y tamizado.



Figura 4.7 Registro de resultados.

4.6 Elaboración del diagrama panel

Utilizando el mapa topográfico con las curvas de nivel y la ubicación de las calicatas con las coordenadas U.T.M., lo primero que se realizó fue la determinación de la cota máxima y la cota mínima entre todas las columnas. Posteriormente en una diapositiva de PowerPoint se estableció una escala vertical con las cotas en metros, a la misma escala de las columnas; luego se colocaron todas las columnas colgadas a la cota respectiva del tope de cada una de ellas y en la misma posición del terreno con la ayuda del mapa topográfico. Posteriormente se estableció un mallado entre todas las columnas y se analizaron las diferentes litologías para trazar las líneas de correlación entre ellas.

4.6.1 Elaboración de las comparaciones entre las columnas por transepto

De acuerdo al mapa topográfico, se establecieron 3 transeptos de comparación. El primero X-X' entre las columnas de las calicatas C1, C2 y C3 de dirección NW-SE, el segundo Y-Y' entre las columnas de las calicatas C7-C6 y C5, de dirección NW-SE, y el tercero Z-Z' entre las columnas de las calicatas C4, C6 y C8, de dirección NW-SE. Posteriormente en una diapositiva de PowerPoint, se estableció una escala vertical con las cotas en metros, a la misma escala de las columnas; luego se colocaron todas las columnas colgadas a la cota respectiva del tope de cada una de ellas y en la misma posición del terreno con la ayuda del mapa topográfico (Figura 4.8).

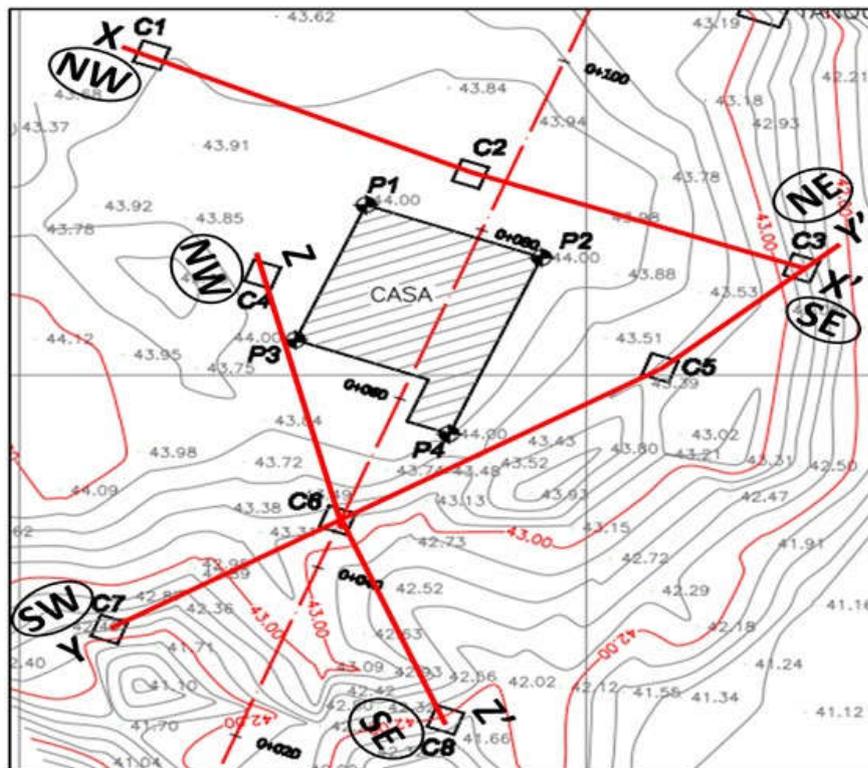


Figura 4.8 Mapa topográfico con la ubicación de los transeptos de comparación de las columnas.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Descripción de las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, realizando reconocimiento de campo

En la zona de estudio se presentan 2 unidades estratigráficas, que son cuarcitas ferruginosas del Complejo de Imataca y Suelos Residuales del Complejo de Imataca, específicamente suelos lateríticos, producto de la meteorización de las cuarcitas ferruginosas.

Las cuarcitas ferruginosas se caracterizan por su composición mineralógica, la cual está compuesta principalmente por cuarzo y hematita, de textura granular, de grano medio a fino, presentan bandeamiento y bandas arcillosas de limolita de color amarillo, negro verdoso, y anaranjado, producto de la meteorización las cuarcitas el color varía desde tonos grises, rojos, amarillos hasta marrones oscuros. (Figura 5.1).

La unidad de Suelos Residuales se caracteriza por suelos lateríticos arcillosos, de colores rojos, rosados o moteados de rojo y blanco tipo “Formación Tigrito” (La Formación Tigrito no existe, se le dio esa denominación porque tiene rayas como las de un tigre), con vetillas rojo oscuro; presentan abundantes o escasas concreciones ferruginosas, que son estructuras geológica, de segundo orden y se forman por la precipitación de minerales alrededor de un núcleo, el ambiente de formación puede variar, y generalmente se encuentra en sedimentos consolidados, como areniscas lutitas o calizas de formas irregulares, con bordes subanguloso, y una película exterior de color rosado claro y en el interior marrón rojizo, con hematita (Figuras 5.2 y 5.3).



Figura 5.1 Cuarcitas ferruginosas, limolitas y costras hematíticas.



Figura 5.2 Perfil de suelo laterítico arcilloso, rojizo.



Figura 5.3 Concreciones ferruginosas, con hematita, de las calicatas CB5, CB6 y CB3.

5.2 Análisis del mapa topográfico de la zona de estudio, usando datos de campo

El mapa topográfico, se realizó para reconocer las zonas más altas y bajas del terreno, y a su vez identificar el tipo de relieve que presenta el área. En él se observa la ubicación de las 8 calicatas, la canal y la casa; teniendo que las mayores cotas están al Oeste con valores mayores a los 44 m.s.n.m. y las menores a 42 m.s.n.m hacia el Este. En base a este mapa se elaboró el perfil topográfico A-A' (SW-NE), donde se observa la mayores elevaciones hacia el centro de área de estudio, con valores de 44 m.s.n.m. (Figura 5.5).

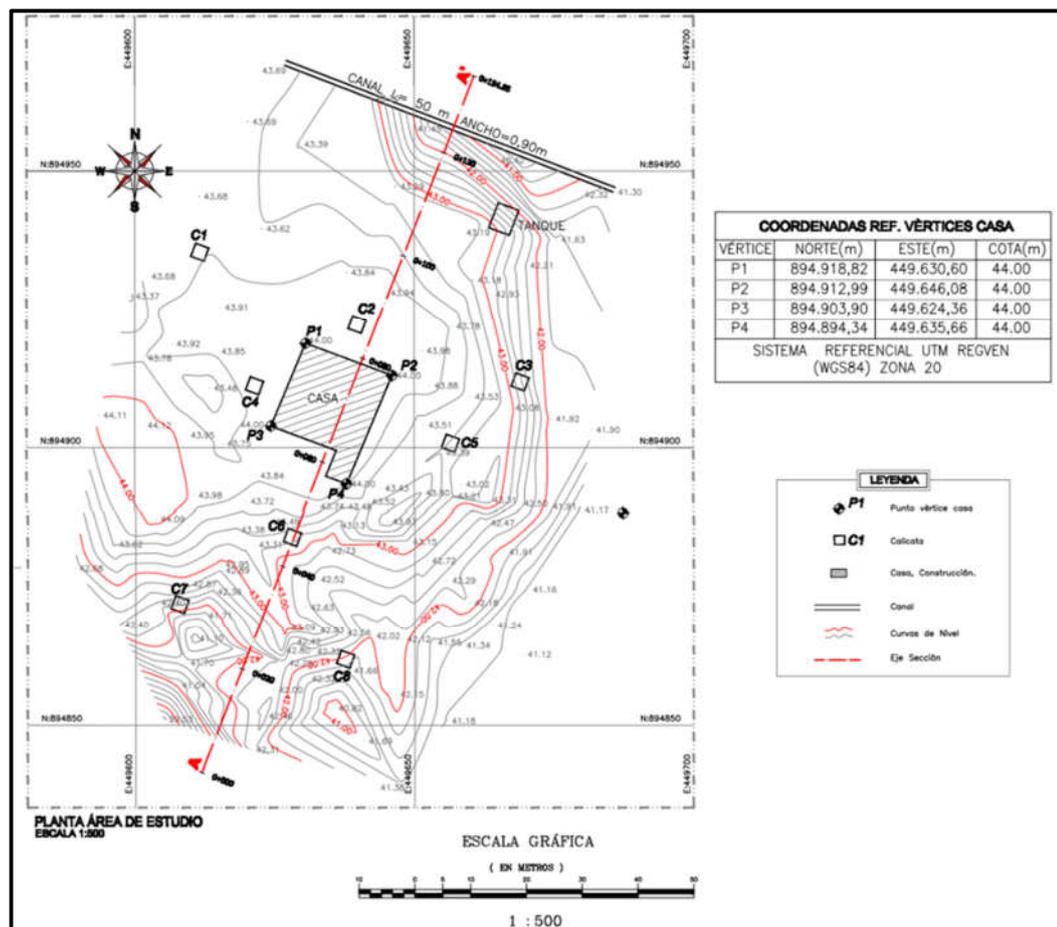


Figura 5.4 Mapa topográfico del área de estudio, sector Marhuanta.

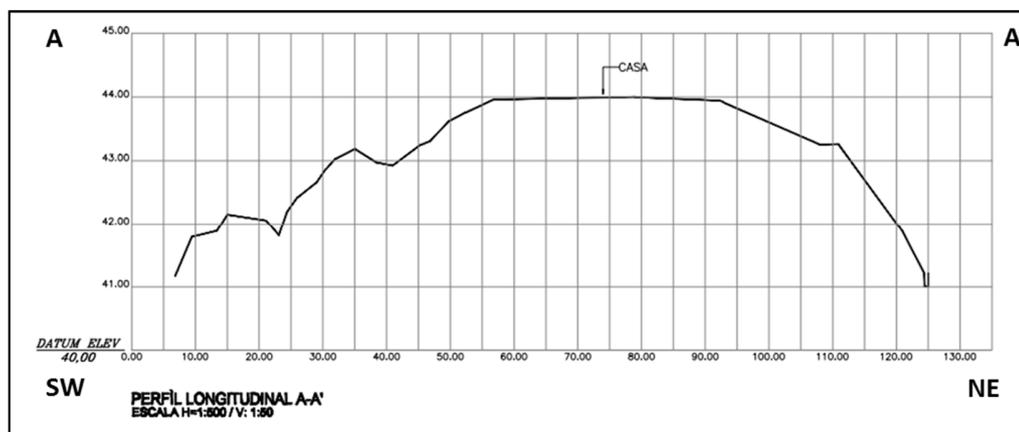


Figura 5.5 Perfil topográfico A-A' (SW-NE).

En el perfil topográfico se observa una superficie de erosión plana, la cual puede denominarse como meseta, está representa las cotas más altas del terreno, y a su vez las zonas más bajas presentan depresiones y pendientes hacia el suroeste y noreste corresponden a depresiones.

5.3 Análisis de los resultados de la mineralogía de los suelos

De acuerdo a los resultados del análisis mineralógico realizados por INGEOMIN (Tabla 5.1), los suelos residuales de la zona de estudio del sector Marhuanta sur, presenta en las fracciones de los tamices N° 35,70 y 100 de la muestra CB5, fragmentos terrosos hematitizados entre 70 y 80 %, cuarzo entre 28 y 18%, y como accesorios fragmentos arcillosos limonitizados, feldespato, ilmenita, magnetita y mica, en 2%, aproximadamente.

Estos resultados confirman, de acuerdo a la definición de suelos lateríticos, que por causa de la meteorización intensa y continua durante un período muy largo de tiempo, ocasiona la lixiviación de sustancias químicas (como la sílice), la acumulación de sales de hierro y aluminio y la formación de arcillas, típico de las

zonas tropicales húmedas; que la zona de estudio presenta una composición mineralogía que confirma la presencia de los suelos lateríticos. Cuando hay influencia de aguas freáticas en la zona de 0 a 125 cm, suele formarse un material arcilloso firme con un alto contenido de hierro, que aparecen en forma de manchas rojas; y al quedar expuesto al aire, se seca y se torna irreversiblemente duro (laterita o piedra ferruginosa), y forma una capa dura o concreciones duras.

Tabla 5.1 Resultados del análisis mineralógico de la muestra de suelo (calicata CB5).

Tamaño		Minerales en Orden de Abundancia Decreciente	Observaciones
Malla			
35	500	Fragmentos terrosos hematitizados (~70%), cuarzo (~28%), como accesorios se observó (~2%): fragmentos arcillosos limonitizados, feldespato, mica y magnetita.	El cuarzo se presenta algunos con inclusiones magnéticas.
70	210	Fragmentos terrosos hematitizados (~78%), cuarzo (~20%), como accesorios se observó (~2%): feldespato, ilmenita, magnetita y fragmentos arcillosos limonitizados.	
100	149	Fragmentos terrosos hematitizados (~80%), cuarzo (~18%), como accesorios se observó (~2%): feldespato, ilmenita, magnetita y fragmentos arcillosos limonitizados.	

5.4 Descripción de las columnas estratigráficas

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de las 8 calicatas, a las cuales se les realizó los respectivos estudios (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Coordenadas de las calicatas.

CALICATA	NORTE (m)	ESTE (m)
C-1	894935.38	449611.66
C-2	894922.22	449639.80
C-3	894911.82	449669.00
C-4	894911.15	449621.46
C-5	894900.79	449656.53
C-6	894883.97	449628.07
C-7	894871.89	449607.93
C-8	894861.89	449637.60
SISTEMA REFERENCIAL UTM REGVEN (WGS84) ZONA 20		

5.4.1 Descripción de la columna estratigráfica CB1

De acuerdo a los datos de campo obtenidos en la calicata CB1 (Figura 5.6), se elaboró la columna estratigráfica (Figura 5.7). En la columna se observan dos unidades estratigráficas, de base a tope el estrato tiene un espesor de 0.48 m y está formada por cuarcita ferruginosa muy meteorizada de grano fino, con escasas concreciones ferruginosas, con textura arcillo limosa, de color rojo y blanco, “Formación Tigrito”. El segundo estrato tiene un espesor de 0.57 m y está formada de base a tope por suelo laterítico arcilloso, de color marrón rojizo, producto de la meteorización de cuarcitas ferruginosas, con muy escasas concreciones ferruginosas, con marcas de erosión asociadas a plegamiento. Sus coordenadas son: N 894935.38 E 449611.66



Figura 5.6 Calicata 1 (CB1).

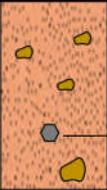
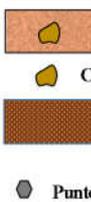
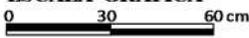
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA - CALICATA CB 1 MARIHUANTA SUR					
Unidad	Espesor Total (m)	Espesor Individual (m)	Litología Gráfica	N° Muestra	Litología Descriptiva
SUELO RESIDUAL COMPLEJO DE IMATACA	1,05	0,57		CB1 - M1	Suelo laterítico arcilloso, de color marrón rojizo, producto de meteorización de cuarcitas ferruginosas, con muy escasas concreciones ferruginosas, con marcas de erosión asociadas a plegamiento
		0,48			Cuarcita ferruginosa muy meteorizada de grano fino, con escasa concreciones ferruginosas, con textura arcillo limosa, de color rojo y blanco tipo "Formación Tigrito".
LEYENDA  <ul style="list-style-type: none">  Suelo laterítico arcilloso, con escasas concreciones  Concreciones ferruginosas  Cuarcita ferruginosa muy meteorizada  Punto de muestreo 					
Escala 1:15 ESCALA GRÁFICA 					

Figura 5.7 Columna estratigráfica de la calicata CB1.

5.4.2 Descripción de la columna estratigráfica CB2

En la columna estratigráfica CB2 de la calicata 2 se observa dos unidades estratigráficas, de base a tope, se tiene cuarcitas ferruginosas, muy meteorizadas (“Formación Tigrito”), color rojo amarillento, con vetillas rojas y moteado de blanco y rojo con presencia de escasas concreciones de 6 mm de diámetro. Seguidamente, el estrato dos de base a tope está formado por suelo laterítico arcilloso, de color rojo, con escasas concreciones ferruginosa, producto de la meteorización de cuarcitas ferruginosas. Sus coordenadas son N 894922.22; E 449639.80 (Figura 5.8 y 5.9).



Figura 5.8 Estación 2- CB2.

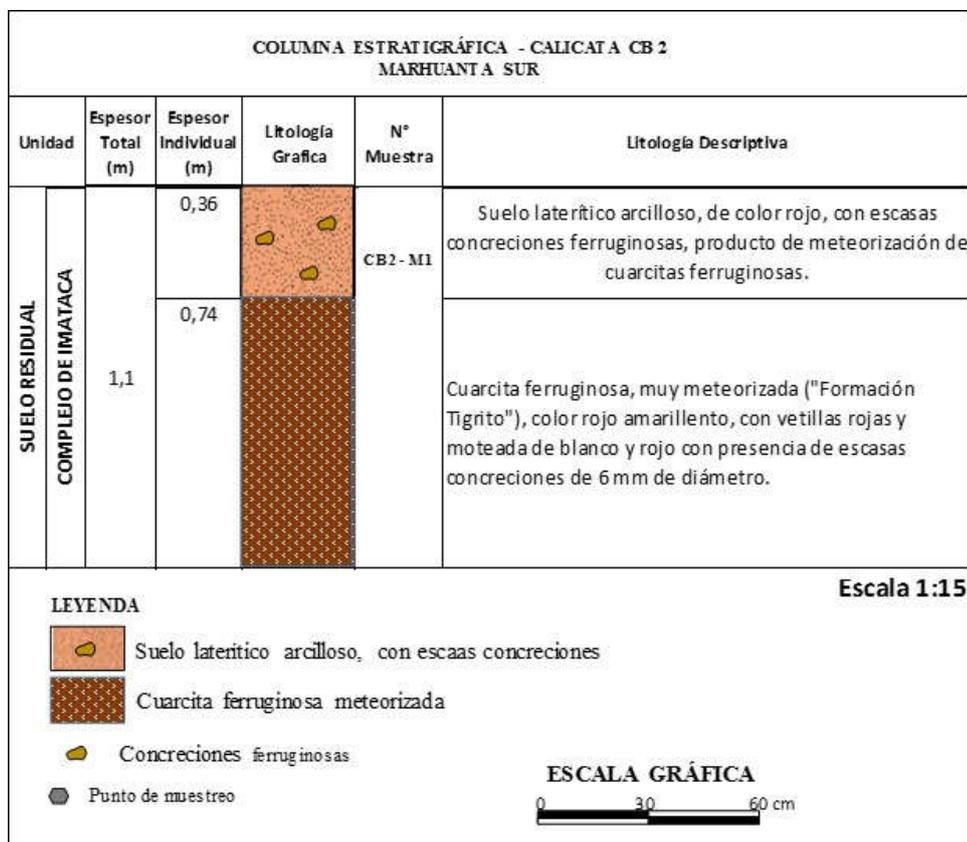


Figura 5.9 Columna estratigráfica de la CB2.

5.4.3 Descripción de la columna estratigráfica CB3

En la columna se CB3 se observó tres unidades estratigráficas, de base a tope está compuesta por, cuarcita ferruginosa muy meteorizada de grano medio a muy fino arcillosa moteada de color rojo y blanco tipo “Formación Tigrito”, y cuenta con un espesor de 0,41 m. En el segundo estrato de base a tope se observa suelo laterítico arcilloso, moteado de color rojo y blanco, con abundantes concreciones ferruginosas marrón rojizas que varía de 1 a 5 cm, producto de la meteorización de las cuarcitas ferruginosas cuyo espesor es de 0,50 m. El estrato tres presenta suelo laterítico arcilloso color gris rojizo, tiene concreciones de 4 a 6 cm con raíces y cuenta con un

espesor de 0,19 m. Sus coordenadas son N 894911.82; E 449669.00 (Figuras 5.10 y 5.11).



Figura 5.10 Estación 3- CB3.

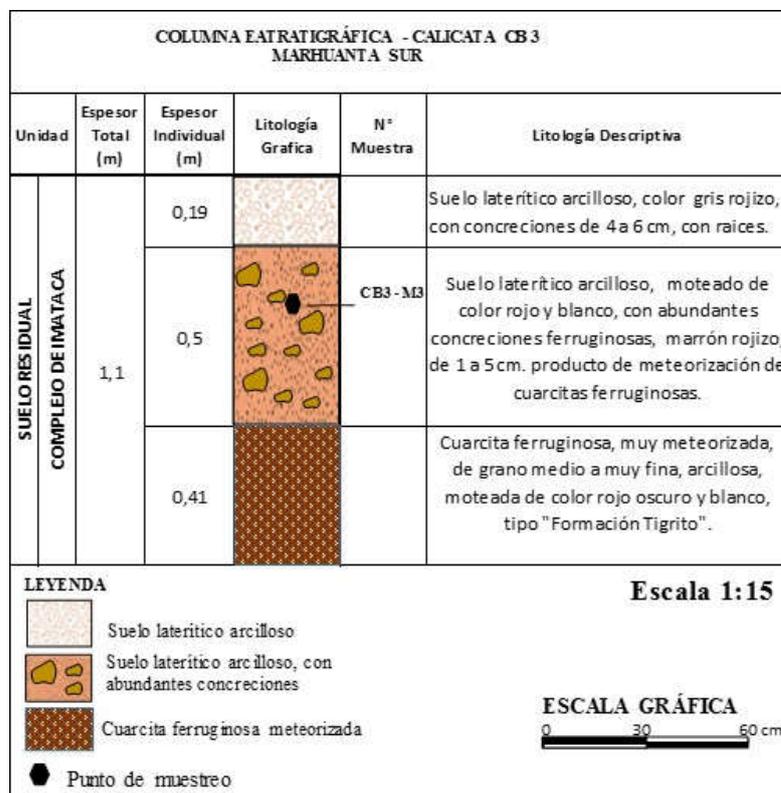


Figura 5.11 Columna estratigráfica de la CB3.

5.4.4 Descripción de la columna estratigráfica CB4

La columna CB4 presenta dos unidades, y sus coordenadas son N894911.15; E 449621.46.

De base a tope, tenemos cuarcita ferruginosa, muy meteorizada, con un espesor de 1,15 m y una granulometría de grano medio a muy fina, arcillosa, moteada de color rojo oscuro y blanco, con venas rojas tipo "Formación Tigrito" y cuenta con abundantes fragmentos de concreciones ferruginosas que varían de 1 a 5 cm. En el segundo estrato se tiene un espesor de 0,20 m y está formado de base a tope por suelos lateríticos arcilloso de color rojo con concreciones ferruginosas. (Figuras 5.12 y 5.13).



Figura 5.12 Estación 4- CB4.

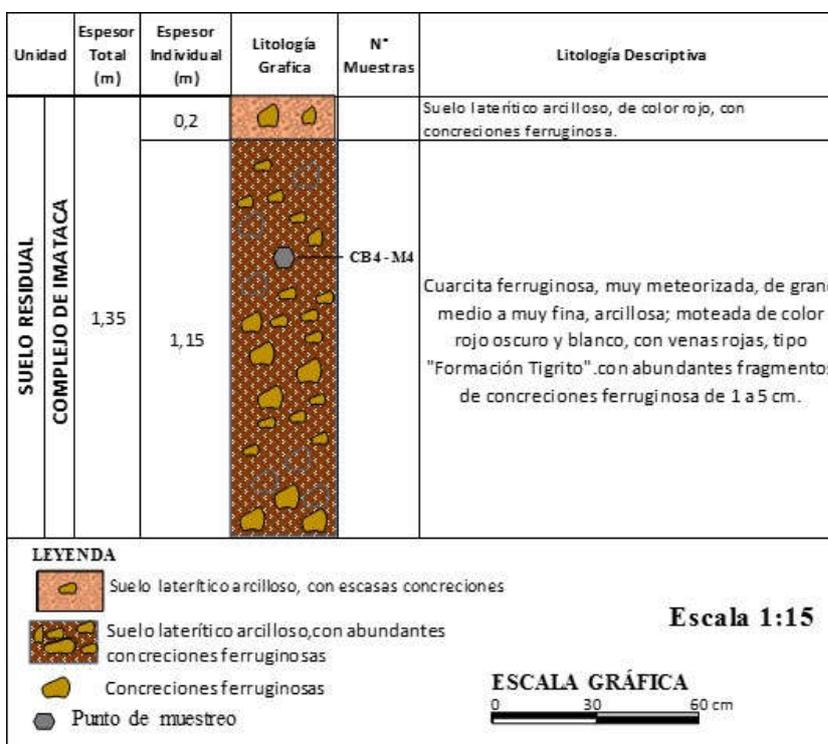


Figura 5.13 Columna estratigráfica de la CB4.

5.4.5 Descripción de la columna estratigráfica CB5

En la columna CB5 se observan dos unidades estratigráficas, en el estrato uno se tiene un espesor de 1,1 m, de base a tope se encuentran, cuarcitas ferruginosas meteorizadas, de grano medio a fino, arcillosas, de color rojo oscuro y blanco con vetillas rojas, con abundantes concreciones ferruginosas. En el segundo estrato de base a tope se cuenta un espesor de 0,30 m, compuesto por suelo laterítico arcilloso, de color marrón rojizo, con presencia de abundantes concreciones ferruginosas. (Figuras 5.14 y 5.15). Sus coordenadas son: N 894900.79; E 449656.53.



Figura 5.14 Estación 5- CB5.

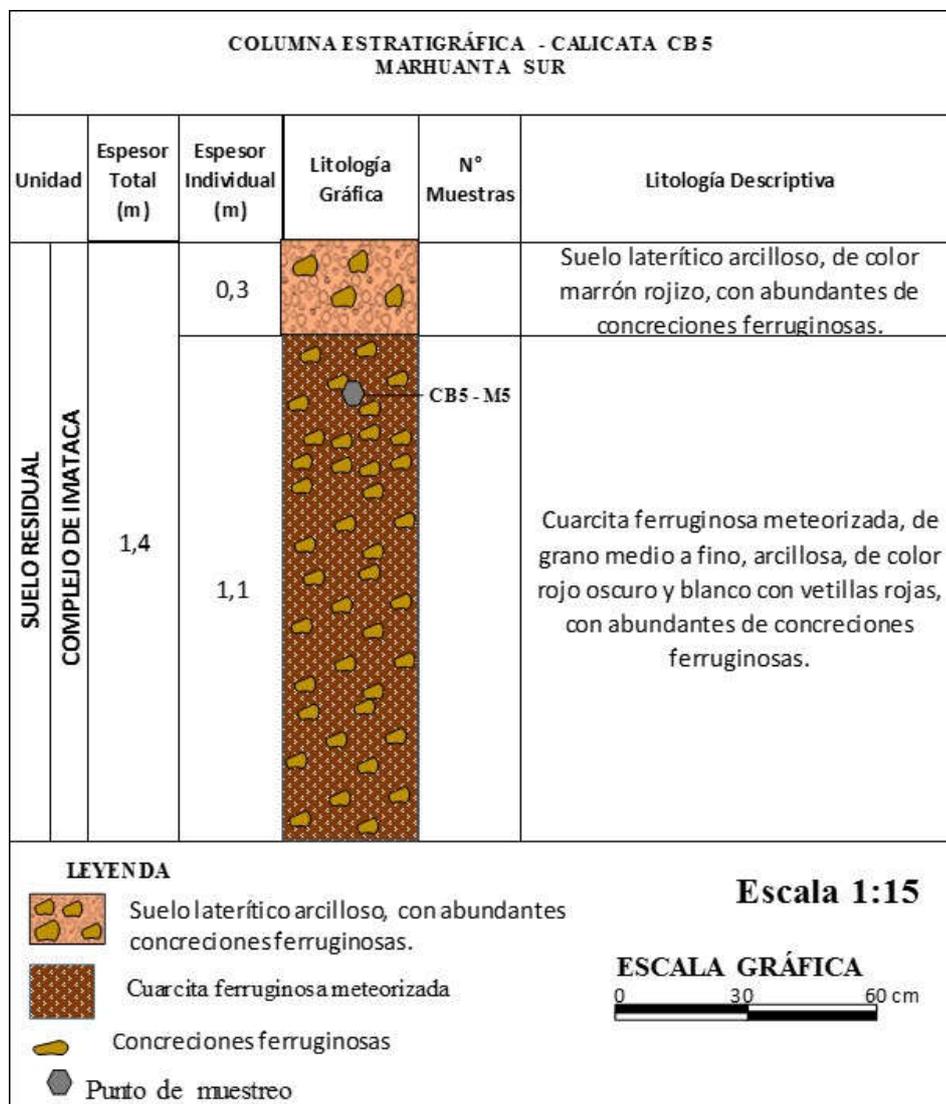


Figura 5.15 Columna estratigráfica de la CB5.

5.4.6 Descripción de la columna estratigráfica CB6

En la columna estratigráfica CB6, se observan dos estratos, de base a tope se tiene un espesor de 1,2 m que presenta cuarzita meteorizada de color rojo oscuro y blanco tipo “Formación Tigrito” de grano medio a muy fino con escasos fragmentos de roca angulosos menores a 1 cm. El segundo estrato se muestra suelo laterítico

arcilloso, rojizos, con escasas concreciones. (Figuras 5.16 y 5.17). Sus coordenadas N 894883.97; E 449628.07,



Figura 5.16 Estación 6- CB6.

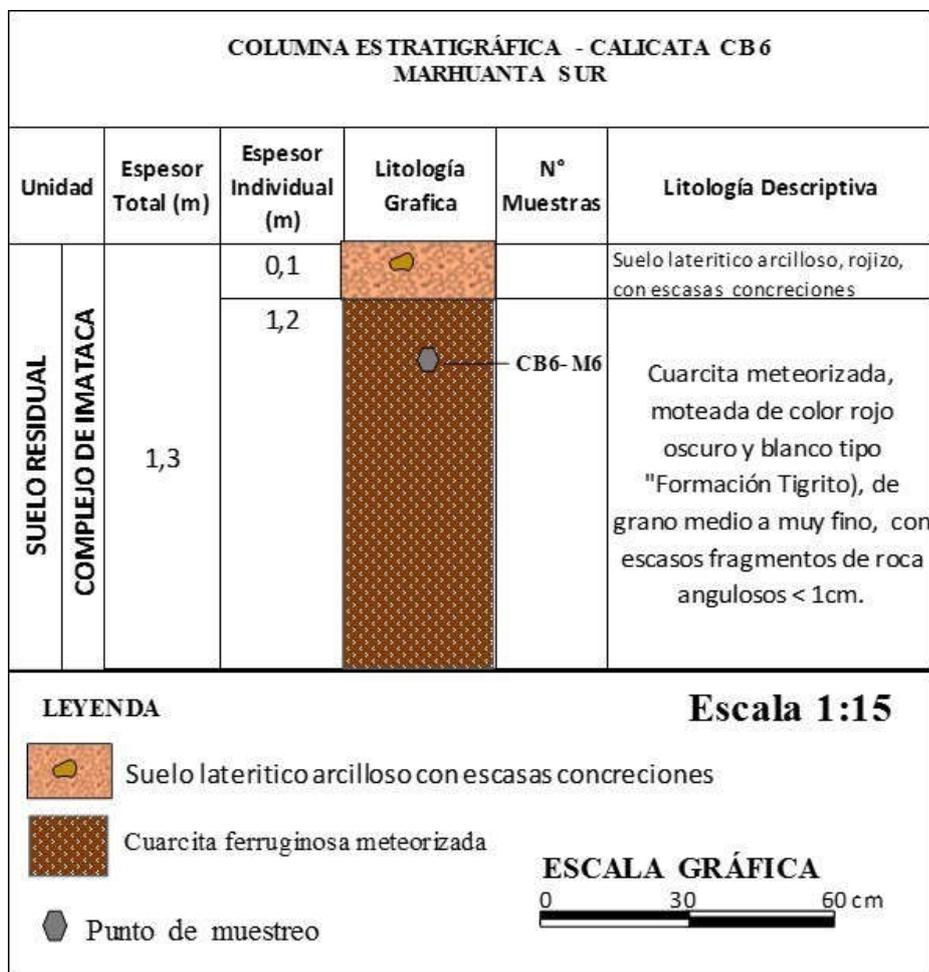


Figura 5.17 Columna estratigráfica de la CB6.

5.4.7 Descripción de la columna estratigráfica CB7

La columna CB7 presenta dos unidades estratigráficas; sus coordenadas son N: 894871.89 y E: 449607.93. El estrato uno tiene de base a tope tiene un espesor de 0.41 m, y está compuesta por cuarzita ferruginosa muy meteorizada de grano medio a fino, rojizo. El estrato dos muestra suelo laterítico arcilloso de color rojizo, y cuenta con un espesor 0,15 m. (Figura 5.18).

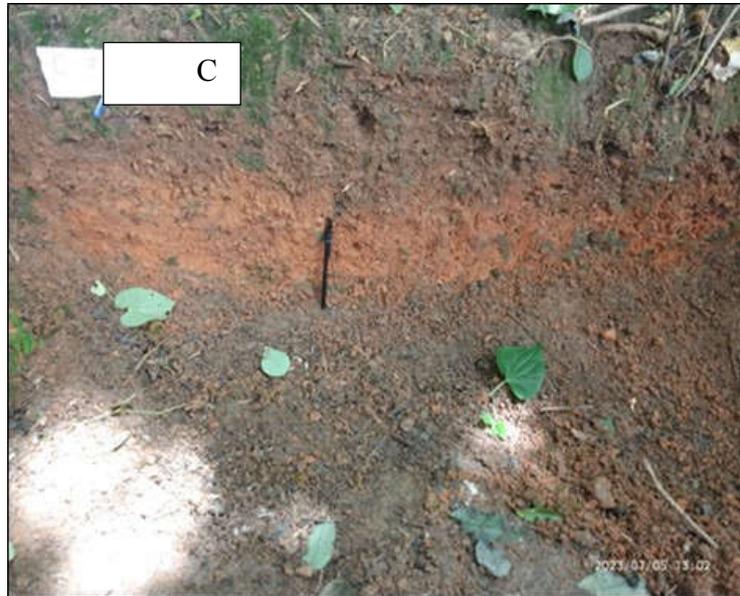


Figura 5.18 Estación 7- CB7.

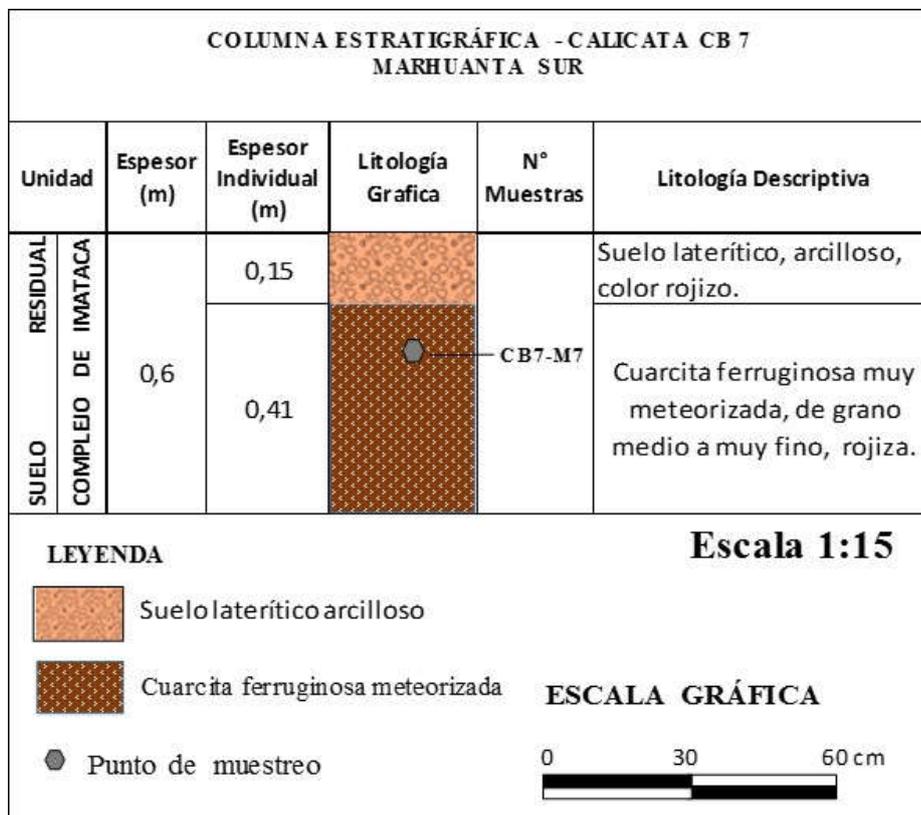


Figura 5.19 Columna estratigráfica de la CB7.

5.4.8 Descripción de la columna estratigráfica CB8

La columna CB8 presenta dos unidades estratigráficas, De base a tope en el estrato uno se encuentra cuarzita ferruginosa meteorizada, cuarzo feldespática, de grano media a fino moteada de colores rojos y blancos tipo “Formación Tigrito” y cuenta con un espesor de 1,05 m. El estrato dos se muestra suelos lateríticos arcillosos rojizos con raíces y presenta un espesor de 0,15 m. (Figuras 5.20 y 5.21). Sus coordenadas N 894861.89; E 449637.60



Figura 5.20 Estación 8- CB8.

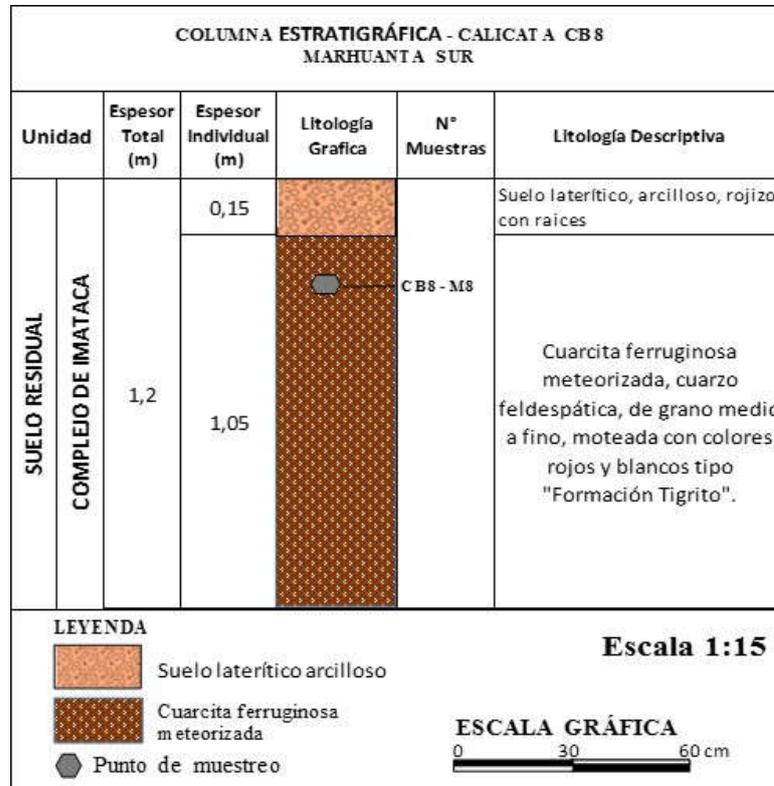


Figura 5.21 Columna estratigráfica de la CB8.

5.5 Clasificación textural de los suelos de acuerdo a las curvas granulométricas

A partir de la interpretación de las curvas de distribución de tamaños de las partículas, de las 8 muestras recolectadas en la zona de estudio, se observó que el 50% de las muestras presentan partículas del tamaño de arena media a muy fina, con escasos guijarros (Apéndices A.3, A.5, A.6 y A.7), el 25% de arenas fina a muy fina, con escasos guijarros (Apéndices A.1 y A.2), el 12,5 % de arena fina a muy fina (Apéndice A.4), y el resto del 12,5% arena media a muy fina (Apéndice A.8); en general en los suelos predominan las partículas del tamaño de arenas medias a muy finas (Tabla 5.3) (Apéndice A).

Tabla 5.3 Clasificación textural de los suelos.

Muestra	Clasificación textural
CB1-M1	Arena fina a muy fina, con escaso guijarros
CB2-M2	Arena fina a muy fina, con escaso guijarros
CB3-M3	Arena media a muy fina, con escasos guijarros
CB4-M4	Arena fina a muy fina.
CB5-M5	Arena media a muy fina, con escasos guijarros
CB6-M6	Arena media a muy fina, con escaso guijarros
CB7-M7	Arena media a muy fina, con escasos guijarros
CB8-M8	Arena media a muy fina

5.6 Tipos de los suelos de acuerdo a la Clasificación Unificada de Suelos

Según los datos de los análisis granulométricos, de las 8 muestras de suelos, de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificado de Suelos (SUCS), estableciendo el porcentaje retenido en tamiz N° 200 y el porcentaje pasante por tamiz N° 200, se obtuvo que el 37,5 % de las muestras (3) son suelos tipo SP, que son arenas mal gradadas, y el resto de 62,5% de las muestras (5) son de nomenclatura dual SP-SM., ya que presentan porcentajes de finos entre 5-12%, que pertenecen a las arenas mal gradadas limosas (Tabla 5.4)

Tabla 5.4 Tipos de suelos de las muestras de acuerdo a la Clasificación Unificado de Suelos (SUCS).

Muestra	Clasificación textural	Retenido en tamiz 200		Pasante por tamiz 200			Tipo de Suelo	
		%	> 50%	%	>12%	5-12%		
CB1-M1	Arena fina a muy fina, con escaso guijarros	90	X	15,11	X		SP	Arenas mal gradadas
CB2-M2	Arena fina a muy fina, con escaso guijarros	82	X	17,88	X		SP	Arenas mal gradadas
CB3-M3	Arena media a muy fina, con escaso guijarros	92	X	8,51		X	SP-SM	Arenas mal gradadas, limosas
CB4-M4	Arena fina a muy fina.	89	X	10,94			SP-SM	Arenas mal gradadas, limosas
CB5-M5	Arena media a muy fina, con escaso guijarros	88	X	12,2	X		SP	Arenas mal gradadas
CB6-M6	Arena media a muy fina, con escaso guijarros	90	X	10		X	SP-SM	Arenas mal gradadas, limosas
CB7-M7	Arena media a muy fina, con escaso guijarros	90	X	9,94		X	SP-SM	Arenas mal gradadas, limosas
CB8-M8	Arena media a muy fina	91	X	8,99		X	SP-SM	Arenas mal gradadas, limosas

5.7 Análisis de la comparación de las columnas estratigráficas

En la tabla 5.5, se presentan las cotas del terreno de los sitios donde se realizaron la apertura de calicatas, donde se observa que en la calicata C2 se encuentra la cota más alta del terreno con 43,9 m.s.n.m seguida de la calicata C1 y C4 con 43,6 y 43,5 m.s.n.m, respectivamente; y la cota más baja se encuentra en la calicata C7 y C3 con 42,4 y 42,6 respectivamente.

Lo antes expuesto indica que la diferencia entre la cota mayor (43,9 m.s.n.m.) y la menor (42,4 m.s.n.m.) es de 1,5 metros.

Tabla 5.5 Cotas del terreno en los sitios de las calicatas.

Calicata	Cota m.s.n.m.
C1	43,6
C2	43,9
C3	42,6
C4	43,5
C5	43,4
C6	43,3
C7	42,4
C8	42,0

En la figura 5.22, se presentan todas las columnas colocadas de acuerdo a la cota del terreno. Los espesores de suelo más la roca meteorizada representados están entre los 0,60 m y 1,40 m; y en la figura 5.21 el diagrama panel con las 8 columnas, donde se observa los cambios en el espesor del suelo laterítico arcilloso, que se encuentra en el contacto gradacional con la cuarcita ferruginosa muy meteorizada.

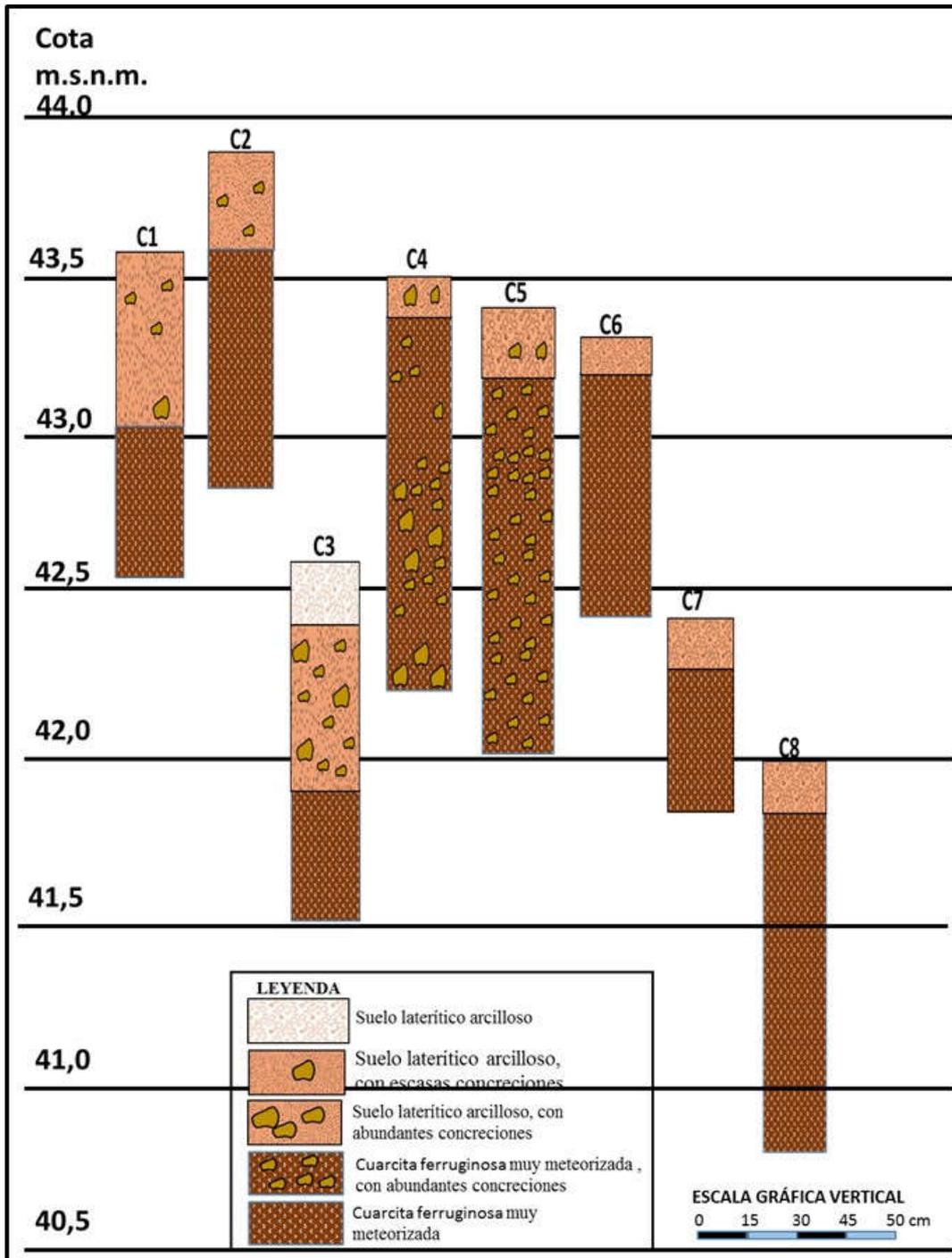


Figura 5.22 Columnas colocadas de acuerdo a la cota del terreno.

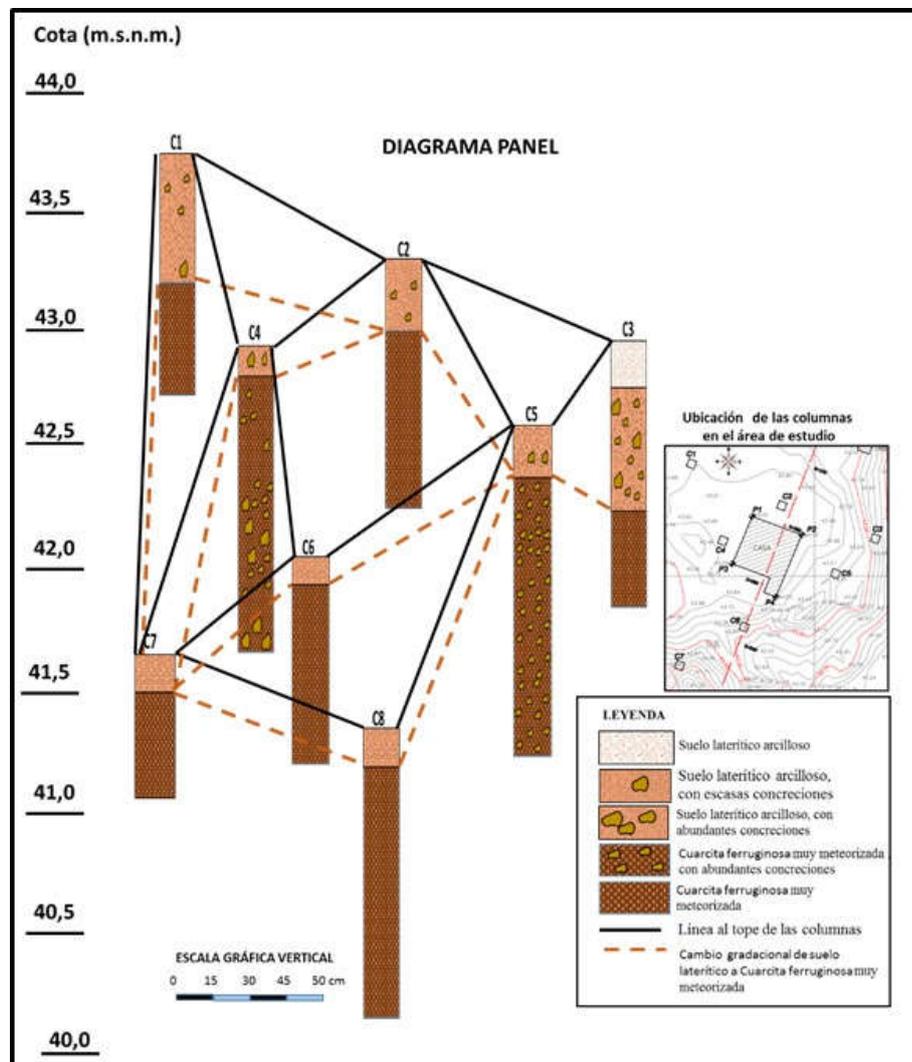


Figura 5.23 Diagrama panel con las columnas del área de estudio.

A los fines de comparar las variaciones que se presentan en las columnas estratigráficas de la zona de estudio se seleccionaron 3 transeptos, identificados como X-X', Y-Y' y Z-Z', con orientaciones NW-SE, SW-NE y NW-SE, respectivamente.

5.7.1 Transepto X-X': columnas de las calicatas C1, C2 y C3

En la figura 5.24, la columna de la calicata 2 (C2), se presenta el menor espesor de suelo laterítico arcilloso, en el tope, y en la columna 3 el mayor espesor, sin concreciones al tope y con abundantes concreciones en la parte media, de la columna. Es de hacer notar que la cota del terreno en la columna C2 está 0,30 metros más alta que la columna C1 y 1,30 metros más alta que la columna C3. Analizando el transepto X-X', en relación al contacto entre el suelo laterítico y la cuarcita ferruginosa muy meteorizada, se observa un alto estructural en la columna C2.

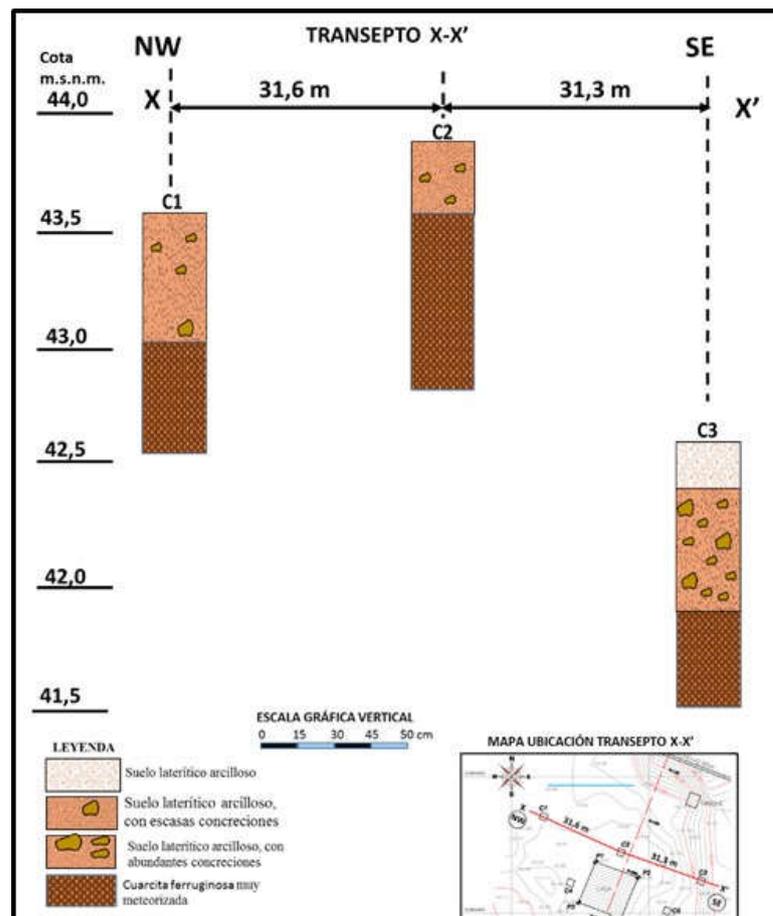


Figura 5.24 Columnas estratigráficas del transepto X-X'.

5.7.2 Transepto Y-Y': columnas de las calicatas C7, C6, C5 y C3

En la figura 5.25, se aprecia que en la columna de la calicata 2 (C6) es la que presenta el menor espesor, en el tope, de suelo laterítico arcilloso, y en la columna C3 el mayor espesor; y en la columna C5 se encuentra el mayor espesor de roca meteorizada con abundantes concreciones, en la base. Es de hacer notar que la mayor cota del terreno está en la columna C5 (43,4 m.s.n.m.) y la menor en C7 (42,4 m.s.n.m.), con una diferencia de 1,0 m. Analizando el transepto Y-Y', de acuerdo al contacto entre el suelo laterítico arcilloso y la cuarcita ferruginosa muy meteorizada, se encuentra un alto estructural entre las columnas C6 y C5.

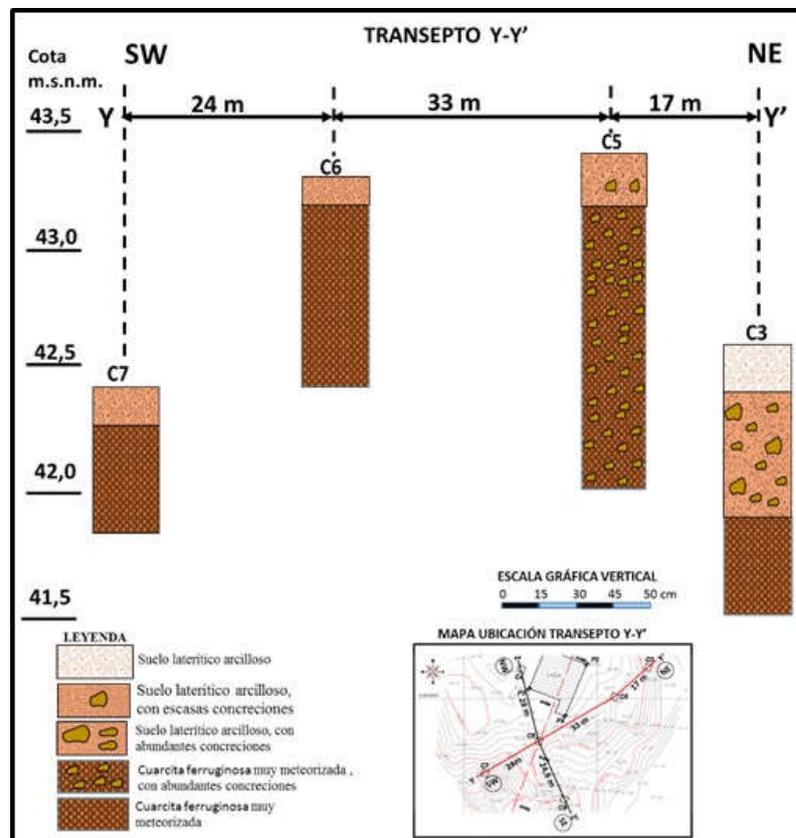


Figura 5.25 Columnas estratigráficas del transepto Y-Y'.

5.7.3 Transepto Z-Z': de las columnas de las calicatas C4, C6 y C8

En la figura 5.26, se aprecia que en todas las columnas se presenta un espesor similar de suelo laterítico arcilloso; y que en la columna C4 la cuarcita meteorizada presenta abundantes concreciones en cambio en las columnas C6 y C8 no se encuentran. Es de hacer notar que la mayor cota del terreno está en la columna C4 (43,5 m.s.n.m.) y la menor en C8 (42 m.s.n.m.); y de acuerdo, se presenta un alto estructural en la columna C4, con un desnivel de 1,5 m, con respecto a C8.

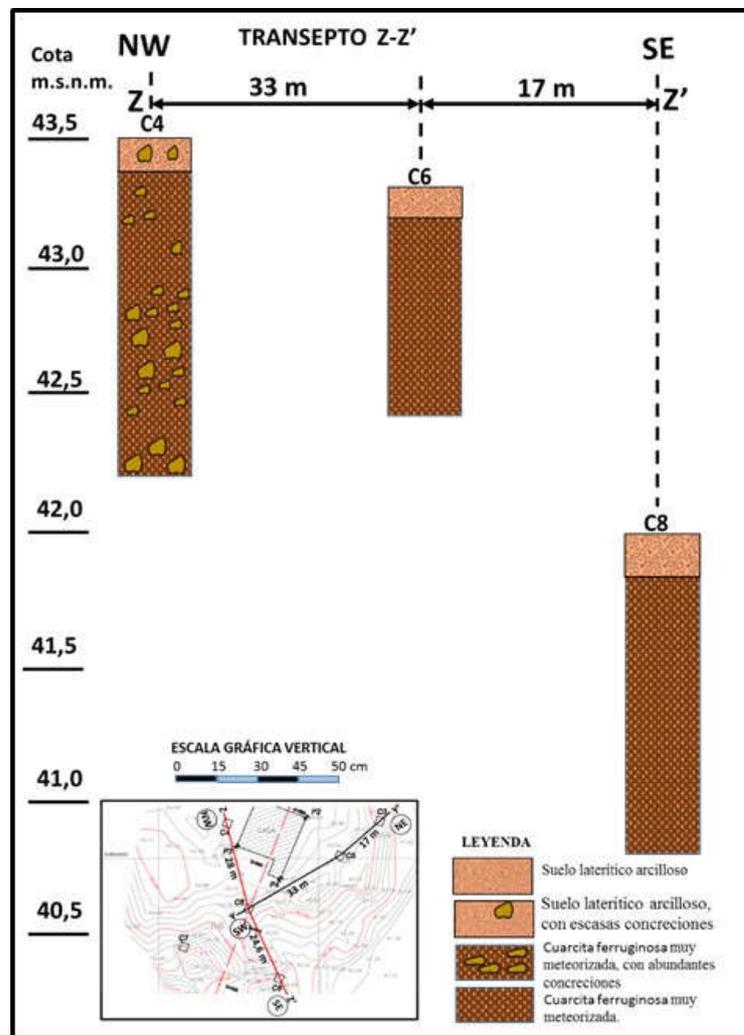


Figura 5.26 Columnas estratigráficas del transepto Z-Z'.

5.8 Análisis del mapa geológico

Utilizando el mapa topográfico base con la ubicación de las calicatas, se diseñó el mapa geológico; en el cual se representaron las unidades estratigráficas presentes en la zona de estudio.

En la figura 5.27 se presenta el mapa geológico en el cual, se observan las 2 unidades estratigráficas de la zona, que son Suelo Residual, producto de la meteorización de las cuarcitas ferruginosas, que ocupa el 95 % del área caracterizado por suelos lateríticos arcillosos, de colores rojizo con escasas o abundantes concreciones de hierro, y la unidad de cuarcitas ferruginosas que ocupan el 5% del área.

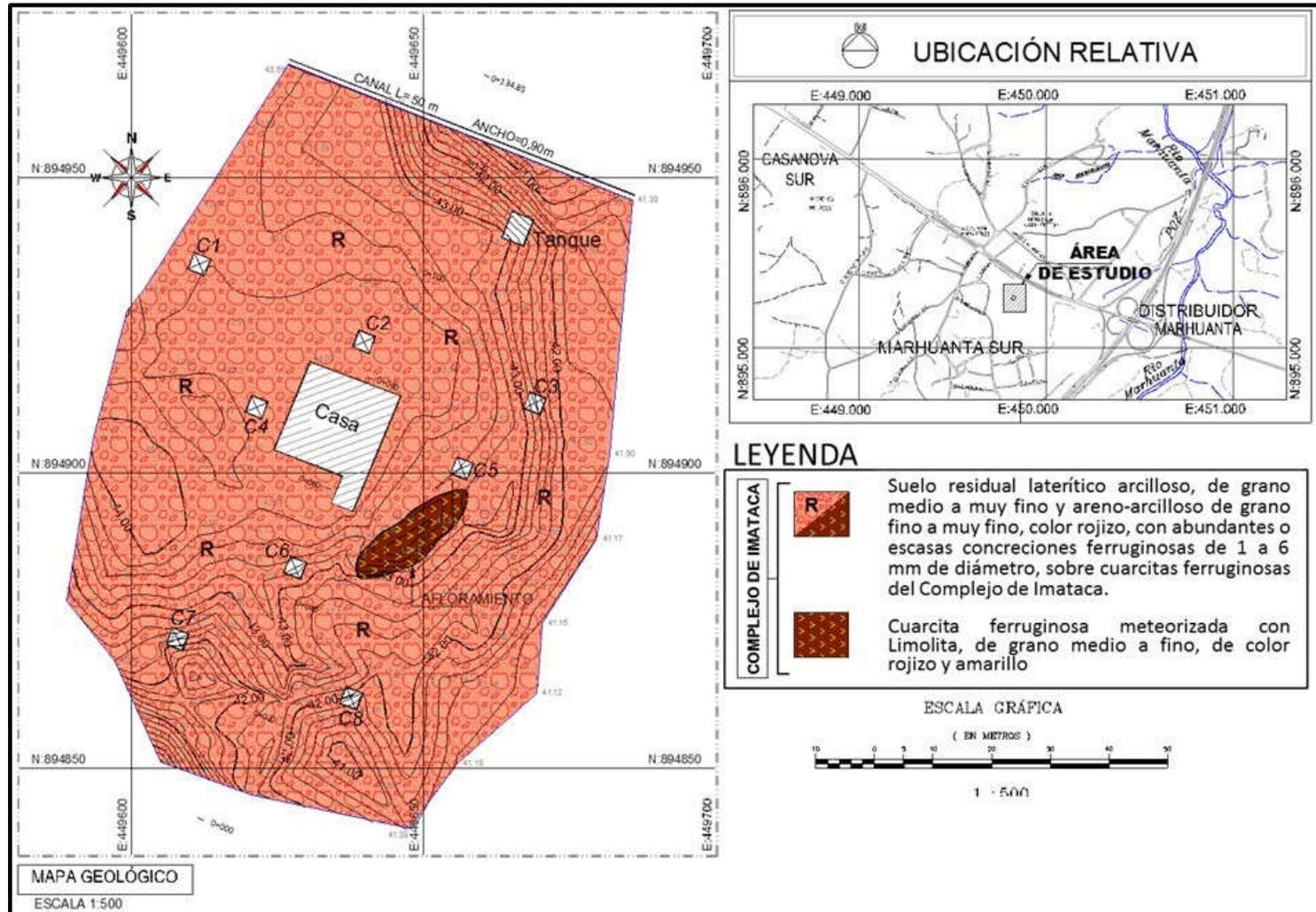


Figura 5.27 Mapa geológico de la zona de estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En la zona de estudio se encuentran dos unidades estratigráficas: suelos residuales del complejo de Imataca, los cuales se caracterizan por ser suelos Lateríticos arcillosos de colores rojos, rosados o moteados de rojo y blanco “tipo Formación Tigrito”, presenta concreciones ferruginosas de formas irregulares con bordes subanguloso y una película exterior de color rosado claro y en el interior marrón rojizo con hematita.

Las cuarcitas ferruginosas se distingue por su composición mineralógica la cual está compuesta principalmente por cuarzo y hematita, de textura granular, de grano medio a fino, presentan bandeamiento y bandas arcillosas de limolita de color amarillo negro verdoso y anaranjado, producto de la meteorización de las cuarcitas sus tonos varía desde tonos grises, rojos, amarillo hasta marrones oscuros.

2. En el mapa topográfico se puede observar que la zona de estudio presenta una peniplanicie, depresiones y pendientes. Las áreas más elevadas están al Oeste con valores mayores a los 44 m.s.n.m; mientras que las menores están a 42 m.s.n.m hacia el Este. En base a este mapa se elaboró el perfil topográfico A-A` (SW-NE), donde se observan las mayores elevaciones hacia el centro del área de estudio con valores del 44 m.s.n.m.

3. De acuerdo a los resultados del análisis mineralógico, las fracciones de los tamices N° 35,70 y 100, presentan fragmentos terrosos hematitizados entre 70 y 80%, cuarzo entre 28 y 18%, y como accesorios fragmentos arcillosos limonitizados, feldespatos, ilmenita, magnetita y mica en 2% aproximadamente.

4. Después realizar las columnas estratigráficas en la zona de estudio, se puede concluir que existe una secuencia de suelos residuales bien definido. En la parte superior de las calicatas se observan suelos residuales que pertenecen al complejo de Imataca, la cual presenta concreciones de diversos tamaños, y en la parte inferior está compuesta por cuarcitas altamente meteorizada. La información geológica que proporcionan las calicatas revela la historia geológica de la zona la cual puede ser útil para futuras investigaciones.

5. En la clasificación textural de los suelos, a partir de la interpretación de las curvas granulométricas, se observa que el 50% de las muestras está conformado por las calicatas (CB3, CB5, CB6, CB7) en ellas predominan las arenas de media a muy finas, el otro 25% corresponde a las calicatas (CB1 y CB2) donde prevalece las arenas fina a muy fina con escasos guijarros, el otro 12,5 % representa la calicata (CB4) y está conformado por arena fina a muy fina, y el resto del 12,5% pertenece a la calicata (CB8) y está relacionado con arena media a muy fina; en general en los suelos predominan las partículas del tamaño de arenas medias a muy.

6. Los tipos de suelos de acuerdo a la SUCS se obtuvo que el 37,5% de las muestras (3) son suelos tipo SP, que son arenas mal gradadas y el resto del 62,5% de las muestras (5) son de nomenclatura dual SP-MS, ya que presenta porcentaje de finos entre 5-12%, de arenas mal gradadas limosas.

7. Las variaciones laterales de las columnas estratigráficas indican que la composición de suelos varía en cuanto a su granulometría, en las diferentes áreas de la zona de estudio. Aunque el perfil de suelo es similar en todas las calicatas se observa diferencias en el espesor y el tipo de sedimentos de cada uno, esto se debe a la topografía del terreno.

8. En el mapa geológico se identifican dos unidades estratigráficas: suelos residuales del Complejo de Imataca que ocupa un 95% del área caracterizado por suelos Lateríticos arcillosos y el otro 5% corresponde a cuarcitas ferruginosas.

RECOMENDACIONES

1. Contar con un laboratorio de sedimentología, he instrumentos más actualizados en la Escuela de Ciencias de la Tierra tales como: tamizador eléctrico, microscopio petrográfico, espectrómetro de rayos X, que permita realizar los análisis de una manera confiable.

2. Para el levantamiento topográfico del terreno, se recomienda contar con un teodolito para realizar las mediciones precisas.

REFERENCIAS

Araya L., (1917) **REVISIÓN TEÓRICA DE LA GEOLOGÍA DE LAS MINAS DE MINERAL DE HIERRO EN VENEZUELA.** Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Departamento de Minas.

Arias, F. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA.** Editorial Episteme, Caracas, Venezuela. pp 146.

Boscarello, Carlos (2022). **PRACTICA N.1 “MUESTREO DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS”: DISTINTOS TIPOS DE MUESTREO Y ANÁLISIS REQUERIDOS.** Universidad de Oriente (Escuela de Ciencias de la Tierra). Cátedra: Laboratorio de sedimentología.

Boscarello, Carlos (2022). **PRÁCTICA N.2 “ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SEDIMENTOS”: INTERPRETACION GRAFICA DE LOS SEDIMENTOS OBTENIDOS.** Universidad de Oriente (Escuela de Ciencias de la Tierra). Cátedra: Laboratorio de sedimentología.

Caballero C. (2013) **CONSTRUCCIÓN Y MEDICIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS.** Facultad de Ciencias, UNAM. Disponible en <https://www.yumpu.com/es/document/read/14600403/columnas-estratigraficas-unam>.

Comisión Internacional de Estratigrafía de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), 2013.

Calvo, Miguel. (2015). **MINERALES Y MINAS DE ESPAÑA. VOL. VIII. CUARZO Y OTROS MINERALES DE LA SÍLICE.** Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Fundación Gómez Pardo. <https://es.wikipedia.org/wiki/Cuarzo>

Cortés José G. (2023). **CORRELACIÓN Y MEDIOS GRÁFICOS DE EXPRESIÓN ESTRATIGRÁFICA.** Disponible en https://www.academia.edu/18737670/Correlacion_y_medios_graficos_de_expresion_estratigrafica?auto=download. Fecha de consulta 12-08-2023

C.V.G Técnica Minera C.A. (1991). **INFORME DE AVANCE NB-20-2, NC-20-14 CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELO, VEGETACIÓN.** Tomo I.

Das Braja M (2001) **FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA**. Editor Cengage Learning Latin Am, 594 páginas.

Diccionario geológico RACEFN (2023). Disponible en https://www.ugr.es/~agcasco/personal/rac_geologia/rac.htm. Fecha de consulta 20 de julio 2023

FAO (2023) **GENERALIDADES DE SUELOS**. Disponible en https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s01.htm. Fecha de consulta (10-08-2023)

Ferrer, J. (2015). **MAPAS TOPOGRÁFICO**. Para la Edición #30 de Enciclopedia Asigna. Tomado de: [https://enciclopedia.net/mapa-topografico/González de Juana, C., Iturralde, J. y Picard, X. \(1980\).](https://enciclopedia.net/mapa-topografico/González de Juana, C., Iturralde, J. y Picard, X. (1980).)

González de Juana y otros (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Tomo I. Ediciones Foninves. Caracas. PP. 69-72.

Geología- Publicaciones (1919) **CLASIFICACIÓN DE SUELOS**. Disponible en <https://post.geoxnet.com/clasificacion-de-suelos/>

Hurtado, J. (2000). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN HOLÍSTICA**. Caracas, Venezuela: Sypal.

Juárez Badillo, Eulalio (1980) **Mecánica de suelos**, 3ra edición, Publisher, Editorial Limusa.

Junta de Andalucía (2023). **TEXTURAS Y ESTRUCTURAS DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS**. Disponible en https://edeja.juntadeandalucia.es/bancorecursos/file/107d43f6-e005-41f4-af42-fdabff2f983/1/es-an_2018122112_9092123.zip/3_texturas_y_structuras_metamrficas.html?temp.hn=true&temp.hb=true. Fecha de consulta 20 de julio 2023.

Maldonado Y. (2021) **LATERITA ROCA Y SUELO, LIMOLITA: PROPIEDADES, CARACTERÍSTICAS, USOS (2021)**. Disponible en <https://geologiaweb.com/rocas/laterita/> Consulta 10-08-2023

Maldonado Y. (2020) **MINERALES**. Disponible en <https://geologiaweb.com/rocas/laterita/> Consulta 10-08-2023

Maldonado, Yandry (2021). **GEOLOGIAWEB: FELDESPATOS: CARACTERÍSTICAS, EJEMPLOS Y USOS.** Editorial. <https://geologiaweb.com/minerales/feldespatos/>

Maldonado, Yandry (2021). **GEOLOGIAWEB: LIMONITA: PROPIEDADES, CARACTERÍSTICAS Y USOS.** Editorial. <https://geologiaweb.com/minerales/limonita/>

Maldonado, Yandry (2021). **GEOLOGIAWEB: LATERITA ROCA Y SUELO: PROPIEDADES, CARACTERÍSTICAS Y USOS.** Editorial <https://geologiaweb.com/rocas/laterita/>

Marañón, José (2018). **REVISIÓN TEÓRICA DE LA GEOLOGÍA DE LAS MINAS DEMINERAL DE HIERRO EN VENEZUELA.** [Universidad de Oriente]. SCRIBD. <https://es.scribd.com/document/393109808/Guia-4-Mineria-Del-Hierro>.

Mendoza, Haydee. (2004). **INFORME GEOLOGICO: HOJA MARHUANTA N° 7540 Escala 1:100.** Instituto Nacional de Geología y Minería INGEOMIN.

Mendoza, V. (2000). **EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO).** Universidad de Oriente. Escuela de Ciencias de la Tierra. P 44.

PDVSA Intevep S.A. (1997). **LÉXICO ESTRATIGRÁFICO ELECTRÓNICO DE VENEZUELA** [CD]. (Septiembre de 2000). (Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura, Ed.) Los Teques, Miranda, Venezuela.

Schlumberger (S/N). **ENERGY GLOSSARY.** Tomado de: <https://glossary.slb.com/es/terms/g/geologica>

W. Teixeira, C. C. G. Tassinari, e M. Mondin (2002) **CARACTERÍSTICAS ISOTÓPICAS (ND E SR) DO PLUTONISMO INTRUSIVO NO EXTREMO NW DO CRÁTON AMAZÔNICO, VENEZUELA, E IMPLICAÇÕES PARA A EVOLUÇÃO PALEOPROTEROZÓICA,** Geol. USP. Sér. Cient., vol. 2, p. 131-141.

Universidad Autónoma Metropolitana. (S/N). **METALES NO FERROSOS: MINERAL – MAGNETITA, HEMATITA.** Materialoteca México. Disponible en <http://materialoteca.azc.uam.mx/index.php/catalogo-de-materiales/item/41-de-origen-mineral/3942-mineral-magnetita>. Fecha de consulta 20 de julio 2023

U.S. Geological Survey, USGS. (2006). **MAPA GEOLÓGICO DE VENEZUELA A ESCALA 1: 750.000**. (P. Hackley, F. Urbani, A. Karlsen, & C. Garrity, Edits). Recuperado el 5 de noviembre de 2011, de <https://pubs.usgs.gov/of/2006/1109/>.

Wikipedia. (2022). **CALICATA, RELIEVE TERRESTRE**. Enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/Calicata#:~:text=Las%20calicatas%20o%20catas%20son,realizadas%20normalmente%20con%20pala%20retroexcavadora.>

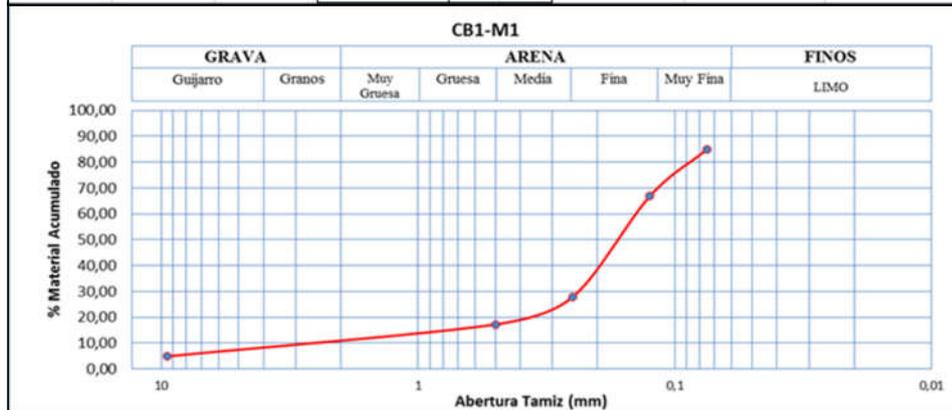
Wikipedia. (2022). **CUARZO, LA ENCICLOPEDIA LIBRE**. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Cuarzo>. Fecha de consulta 28 de julio 2023

Yánez, G. (julio de 1986). **GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA ENTRE CIUDAD BOLÍVAR Y CIUDAD GUAYANA** [Documento]. Geominas (15).

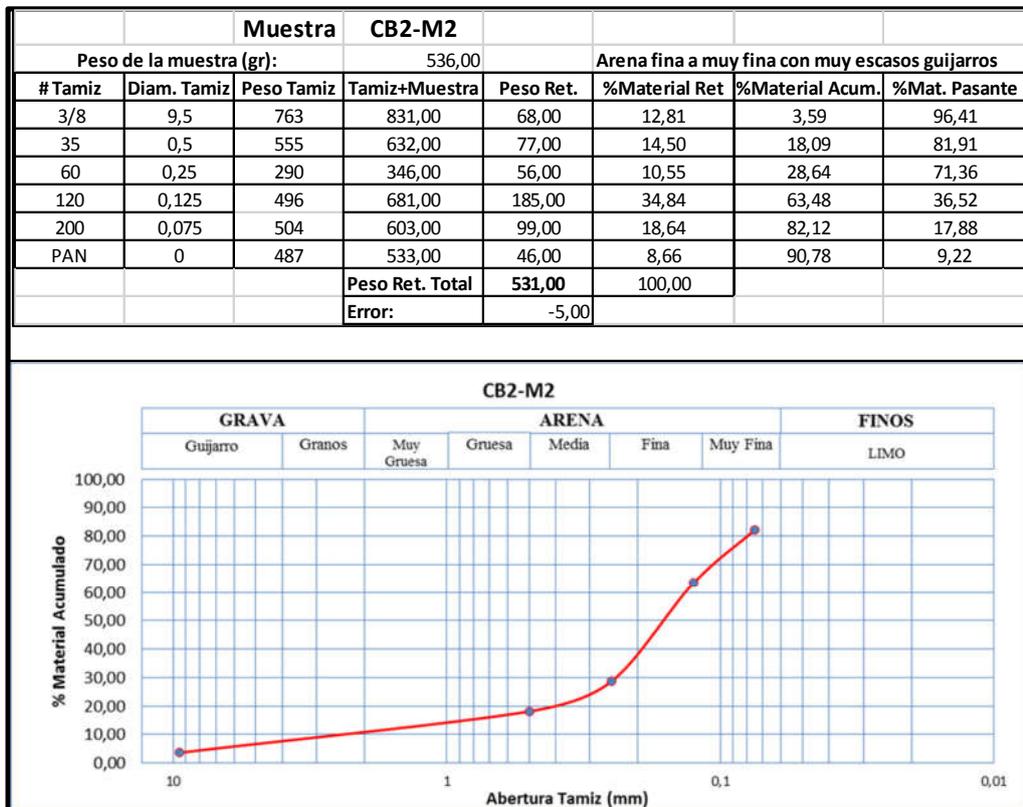
Yánez, G. A. (1971). **MAPA GEOMORFOLÓGICO ENTRE CIUDAD BOLÍVAR Y CIUDAD GUAYANA | ESCALA 1:50.000** [Documento]. Universidad de Oriente (Bolívar), Ciudad Bolívar.

APÉNDICE A
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS

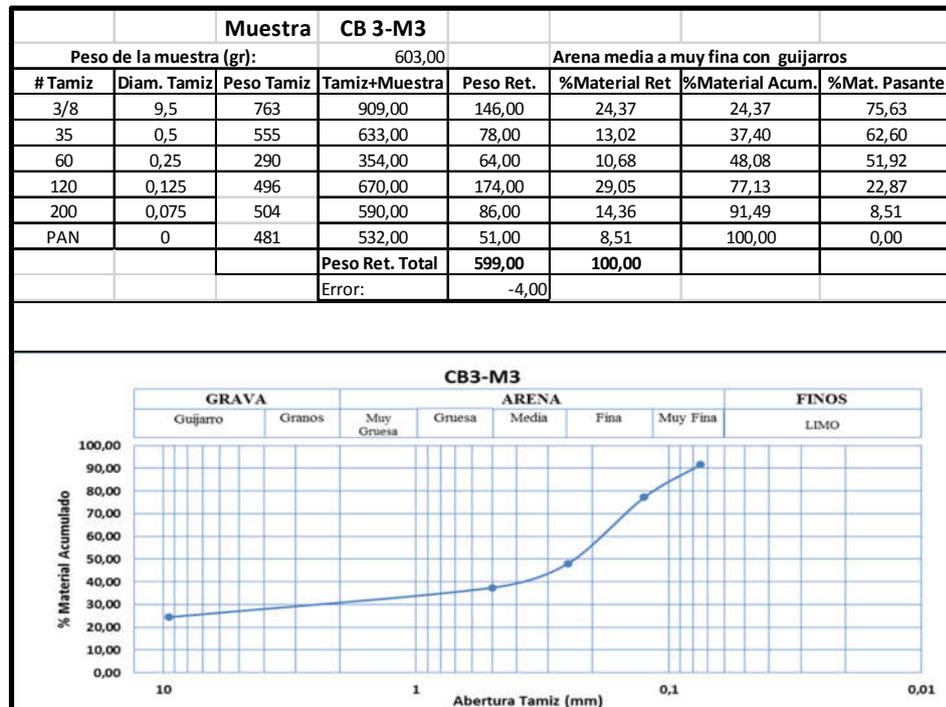
			Muestra		CB1-M1		
Peso de la muestra (gr):			570,00		Arena fina a muy fina con muy escasos guijarros		
# Tamiz	Diam. Tamiz	Peso Tamiz	Tamiz+Muestra	Peso Ret.	%Material Ret	%Material Acum.	%Mat. Pasante
3/8	9,5	763	826,00	63,00	11,13	4,85	95,15
35	0,5	555	625,00	70,00	12,37	17,22	82,78
60	0,25	290	350,00	60,00	10,60	27,82	72,18
120	0,125	496	717	221,00	39,05	66,86	33,14
200	0,075	504	606	102,00	18,02	84,89	15,11
PAN	0	487	537,00	50,00	8,83	93,72	6,28
Peso Ret. Total				566,00	100,00		
Error				-4,00			



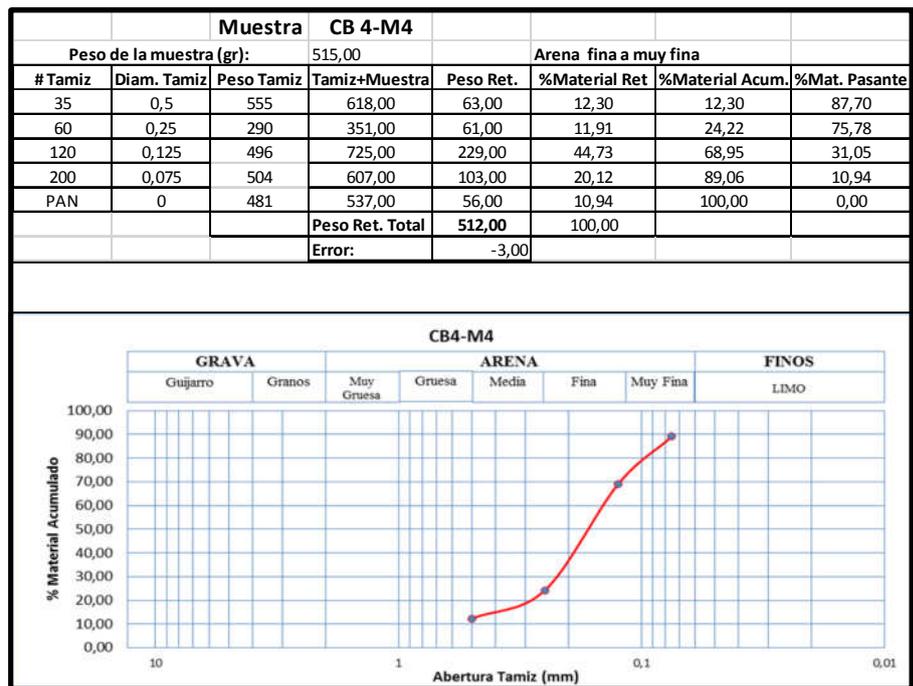
Apéndice A1 Análisis granulométrico de CB1-M1.



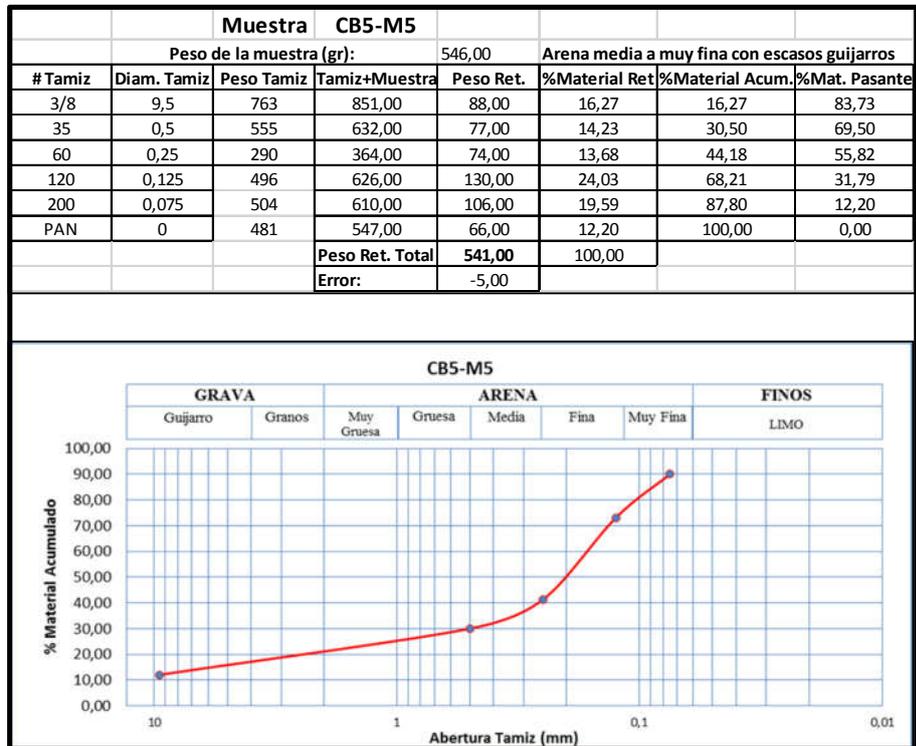
Apéndice A.2 Análisis granulométrico CB2-M2.



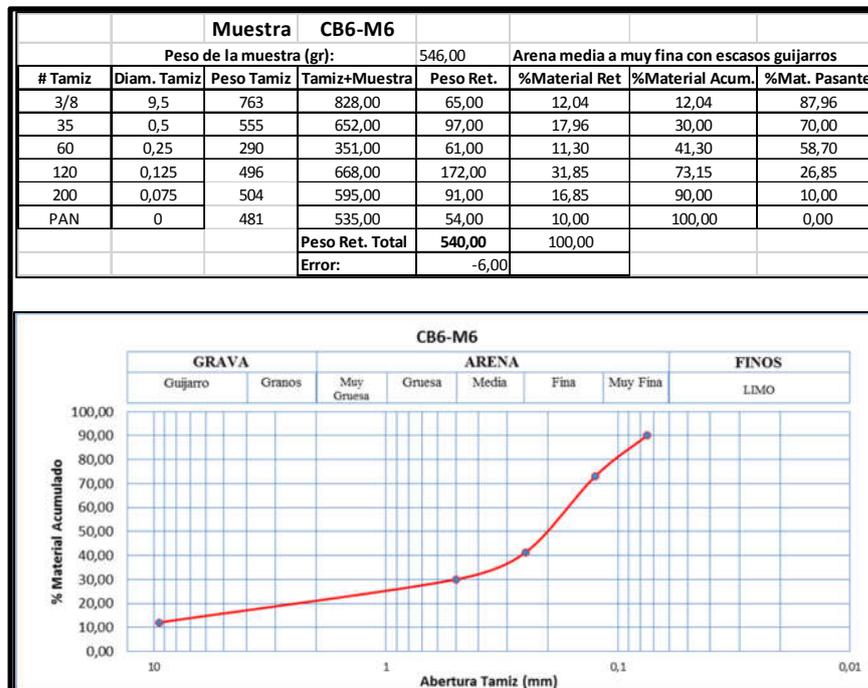
Apéndice A.3 Análisis granulométrico CB3-M3



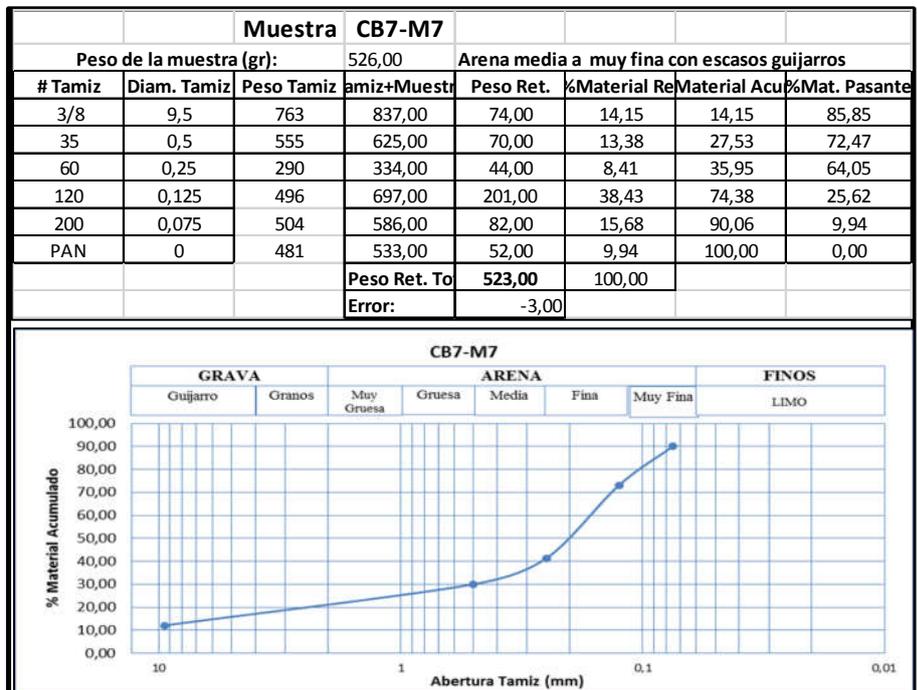
Apéndice A.4 Análisis granulométrico CB4-M4.



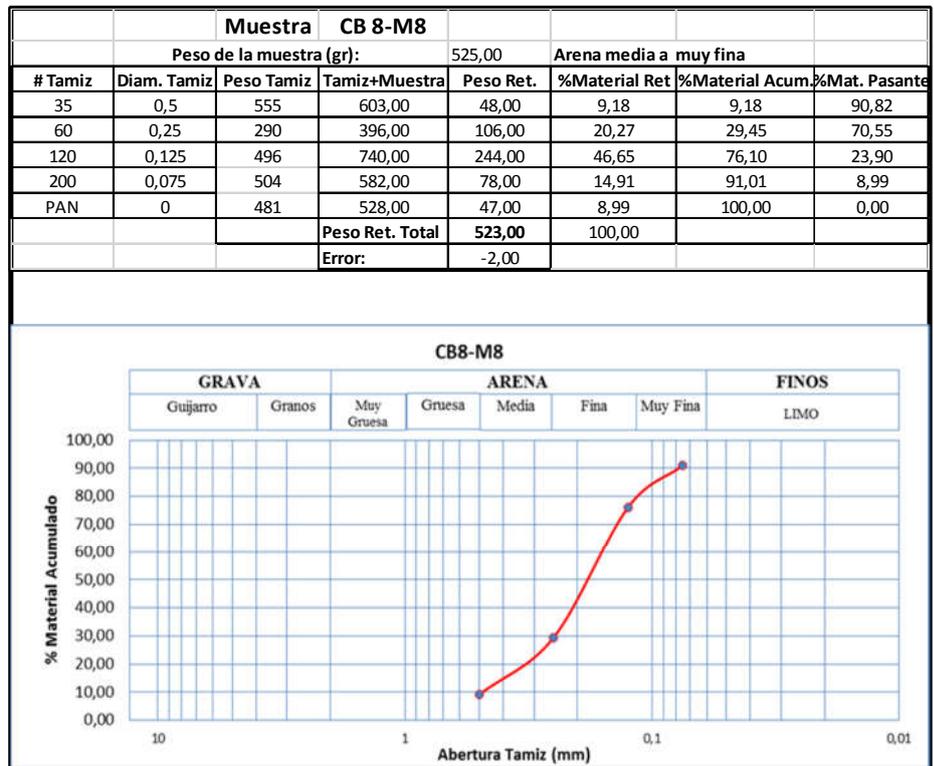
Apéndice A.5 Análisis granulométrico CB5-M5.



Apéndice A.6 Análisis granulométrico CB6-M6.



Apéndice A.7 Análisis granulométrico CB7-M7



Apéndice A.8 Análisis granulométrico CB8-M8.

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

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LOS SUELOS RESIDUALES DE LAS CUARCITAS DEL COMPLEJO DE IMATACA, PRESENTES AL ESTE DEL PUNTO DE ATENCIÓN AL CIUDADANO MARHUANTA DE LA GUARDIA NACIONAL, UBICADO EN VENEZUELA- CIUDAD BOLÍVAR – MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO-PARROQUIA MARHUANTA SUR °
Subtítulo	

Autor

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Bastardo Yépez Esther Diosmary	CVLAC	V-26.139.869
	e-mail	Estherbastardo2021@gmail.com
	e-mail	

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Maurera Aray Endreimar del Valle	CVLAC	V-27.486.243
	e-mail	Maure.aray1998@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

<i>Sector Marhuanta sur</i>
<i>Caracterización de los suelos residuales</i>
<i>Clasificación unificada de suelos</i>
<i>Mapa geológico</i>
<i>Curvas granulométrica</i>
<i>Escala de Wentworth-Udden</i>

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

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
<i>Departamento de Geología</i>	Geología

Área	Subárea
<i>Departamento Geología</i>	Geología

Resumen (abstract): La zona de investigación está ubicada en el Estado Bolívar Municipio Angostura del Orinoco-parroquia Marhuanta sur; al este del punto de atención al ciudadano Marhuanta de la guardia nacional. Este estudio tiene como objetivo principal “Realizar la caracterización de los suelos residuales producidos por las cuarcitas del Complejo de Imataca”, utilizando la descripción detallada de las unidades estratigráficas presentes en el área de estudio, mediante la observación directa en campo, y la representación de las variaciones del relieve de la zona de estudio en un mapa topográfico. La composición mineralógica del suelo se realizó a través del análisis mineralógico, además de representar en columnas estratigráficas las características del subsuelo a través de excavaciones tipos calicatas, la clasificación textural de los suelos se realizó de acuerdo a los análisis granulométricos por tamizados presentes en el área de estudio, la clasificación de los suelos se elaboró de acuerdo a la clasificación unificada de suelos (SUCS) usando los datos de los ensayos granulométricos, asimismo determinar las variaciones laterales comparando las columnas estratigráficas y representar en un mapa geológico las unidades presentes en la zona de estudio usando datos de campo. Esta investigación es de tipo analítica y descriptiva por tanto se utilizaron herramientas como: cuadernos, lápiz, bolsas plásticas, marcador, tirro, GPS, brújula, cinta métrica, metro, objeto de 90°, cámara, pico, cabilla, hilo, martillo y celular. Los análisis de las columnas estratigráficas indicaron la existencia de dos unidades estratigráficas, suelos residuales del Complejo de Imataca, el cual se caracteriza por presentar suelos lateríticos arcillosos tipo Formación tigrilo, además de presencia de costras ferruginosas, que abarcan el 95% de la zona de estudio, el otro 5% está representado por cuarcitas ferruginosas que están compuesta por cuarzo y hematita, de textura granular de grano medio a fino. De acuerdo al mapa topográfico se pudo identificar la geomorfología y el relieve de zona, la cual corresponde a una peniplanicie y algunas depresiones. Posteriormente, del análisis mineralógico realizado a las muestras se identificaron los minerales presentes en orden de abundancia decreciente, la cual confirma la presencia de suelos lateríticos. Según la clasificación textural de los suelos de acuerdo a las curvas granulométricas, en general en los suelos predominan las partículas de tamaño de arenas medias a muy finas con un 50%. Conforme a la SUCS se obtuvo que el 37,5% de las muestras (3) son suelos tipo SP, que corresponden a arenas mal gradadas y el resto del 62,5% de las muestras (5) son suelos tipo SP-SM y representa porcentajes de fino entre 5-12% que pertenece a las arenas mal gradadas limosas. Por ultimo con la comparación de las columnas estratigráficas se observa que la calicata CB2 pertenece a la cota más alta del terreno, seguida de la calicata CB1 y CB4; luego la cota más baja se encuentra en la calicata CB7 y CB3 respectivamente; a lo antes expuesto indica que la diferencia entre la cota mayor y la menor es de 1.5 metros.

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

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL /	Código CVLAC / e-mail
Boscarello Carlos	ROL	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	V-11.168.976
	e-mail	cboscarello@gmail.com
Rivadulla Rosario	ROL	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	V-3.825.175
	e-mail	rosario.rivadulla@gmail.com
Salazar Edixón	ROL	A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	V-4.910.127
	e-mail	edixonsal@gmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2023	10	06

Lenguaje: spa

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO,
TESIS Y 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.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *Mageley*
FECHA 5/8/09 HORA 5:20

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolaños Cunele
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/manuja

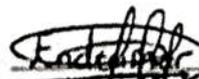
Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso
– 6/6

Artículo 41 del RECLAMAMIENTO 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."



Autor 1

Estuardo Y., Esther D.
V-26.374.490



Autor 2

Maurera A., Endreimar
V-27.486.243



Carlos Boscarello
CI: v-11.168.976
Tutor Académico