

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



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE
LASGRAVAS, UBICADAS EN TERRENOS DEL FUNDO SAN
ANTONIO, KM 4.7 DE LA TRONCAL 19 VÍA CIUDAD
BOLÍVAR-MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO
BOLÍVAR, CON EL FIN DE DETERMINAR SU USO COMO
AGREGADOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES BURGO H.
DANIELA DE J. Y VALLES B.,
DANNYS J. PARA OPTAR AL
TÍTULO DE GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, JULIO DE 2017



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

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado, "CARACTERIZACION GEOLÓGICA Y GEOTECNICA DE LAS GRAVAS, UBICADAS EN TERRENOS DEL FUNDO SAN ANTONIO, KM 4.7 DE LA TRONCAL 19 VÍA CUIDAD BOLÍVAR-MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR, CON EL FIN DE DETERMINAR SU USO COMO AGREGADOS DE MEZCLAS ASFÁLTICA". Presentado por los bachilleres, BURGO H. DANIELA DE J., Y VALLES B. DANNYS J. como requisito parcial para optar al título de Geólogo ha sido **APROBADO** por el jurado integrado por los profesores de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente.

FIRMA

Prof. Enrique Acosta

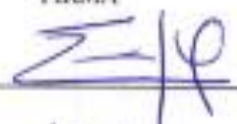
(Asesor)

Prof. Josefina Jiménez

(Jurado)

Prof. Nelson Medori

(Jurado)







Profesora Rosario Rivadulla

Jefa del Departamento de Geología

Profesor Francisco Monteverde

Director de Escuela

Ciudad Bolívar, Julio de 2017.

DEDICATORIA

Este trabajo de grado se lo dedico primeramente a Dios por darme las fuerzas y la perseverancia para poder lograr mis objetivos.

A mi madre que aunque no estés conmigo físicamente siempre te recordare, este logro también es tuyo, sin ti no hubiese sido posible, a mis hermanos que siempre me han apoyado incondicionalmente.

A mi hijo quien ha sido ese impulso para seguir adelante, a mi esposo y mi suegra que siempre están a mi lado cuando más los necesito.

A mi tía, mis primas hermanas y mi papa que con todo su amor me han ayudado a seguir cuando pensaba que ya no podía.

Y por último pero no menos importante a mis amigos a esos amigos que han estado conmigo en las buenas, en las malas y en las peores.

Daniela Burgo

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios.

Así como también a mi madre quien ha sido pilar fundamental en la formación moral de mi carrera y de mi familia.

De igual forma a mi esposa Mónica y mi hijo Dannys Ezequiel por ser el motor e impulso en el logro de mis metas.

A mis hermanos y amigos, por el apoyo moral a través de los años de carrera universitaria.

Dannys Valles

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por su bondad y misericordia, por darme la constancia y sabiduría que necesite para culminar mi carrera. A la Universidad de Oriente y a mi tutor Enrique Acosta

A mi madre Beatriz Hernández por su amor que aunque las circunstancias nos separaron eres y seguirás siendo el mejor ejemplo para mi TE AMO y sé que estarías orgullosa.

A mis hermanos Abady Burgo y Rocío Burgo por todo su apoyo y comprensión.

A mi hijo Miguel Sebastián y mi esposo Manuel Cupare los amos son mi adoración, mis motivos para seguir y a mi suegra Ana Gutiérrez gracias por toda su colaboración y empeño en ayudarme.

A mi tía Sobella Hernández más que una tía eres una segunda madre para mí, mi papa Ángel Atencio, mis Primas Astrid y Jhoanna Atencio por acompañarme durante todo el camino y lo que viene.

A mis amigas Katherine Mota, Johana Cadena y Gabriela Santamaría empezamos este camino juntas y aunque no lo terminamos, son parte de mi vida las quiero chicas. Y por supuesto no puede faltar mil gracias al MEUP sobre todo a Julio, Andreina, Kari, Jorge Lee, Rodolfo, Sandymari, Danny Valles, Johan MIL GRACIAS amigos ustedes fueron indispensables.

Daniela Burgo

A la Universidad de Oriente por la formación académica recibida.

A mi asesor de tesis Profesor Enrique Acosta por su paciencia y haberme brindado el apoyo humano y su conocimiento científico para la realización de mi trabajo de grado.

A mis compañeros de clases a lo largo de mi carrera.

Al MEUP quien con ellos dimos una lucha por la justicia e igualdad social para nuestra patria.

A todos quienes de una u otra manera aportaron incondicionalmente en el desarrollo de este trabajo de grado. Karianny, Samuel, Carlos Luis, Daniela, Manuel, Rodolfo. A todos ustedes muchas gracias.

Dannys Valles

RESUMEN

Se realizó una caracterización geológica y geotécnica de un material gravoso, con el fin de determinar si puede ser usado como agregados de mezclas asfálticas. El material está ubicado en el sector del Fundo San Antonio, Sector Las Brisas del municipio Autónomo Heres en el Estado Bolívar. Para tal fin se siguió un diseño de investigación documental y de campo, dividido en 4 etapas. La primera etapa desarrollada fue la recopilación de la información, donde se indagó lo referente a las diferentes normas y ensayos a los cuales debe ser sometido el material, para ser considerados como aptos para las mezclas. En ese sentido, se investigaron las normas COVENIN y las normas ASTM. La segunda etapa fue de campo y se inició con un reconocimiento. Seguidamente se ubicaron puntos de muestreo, mediante un equipo portátil de posicionamiento global (GPS). De igual forma, se posicionaron puntos donde se hizo un levantamiento de los espesores y la columna estratigráfica de la zona. El siguiente paso fue el apilamiento, mediante maquinaria pesada de 50 toneladas del material gravoso. Finalmente se hizo el muestreo. La etapa de laboratorio fue la tercera. En esta etapa se trasladaron las muestras a los laboratorios de INGECONTROL, en la Ciudad de Puerto Ordaz, donde se realizaron los ensayos granulométricos, desgaste por abrasión, peso específico y peso unitario. La etapa de interpretación de los resultados se inició con los cálculos de los parámetros básicos de las gravas, el cual se utilizaron para las comparaciones con las normas ASTM y COVENIN; entre ellos los coeficientes de uniformidad y curvatura. Ninguno de estos resultados calculados, cumplen con la norma del sistema unificado de clasificación de suelos; por lo que el material que se consideraba un GW (gravas mal gradadas), según los cálculos es un GP (arenas mal gradadas). Como el material del Fundo San Antonio no cumple con la norma, se procedió a hacer una mezcla al tanteo con otro material suministrado por el laboratorio, resultando la mezcla 20% y el 80% la que si cumple con la norma (20 % grava procedente del Fundo San Antonio y 80% material del laboratorio). Basado en los análisis granulométricos realizados a las gravas muestreadas del Fundo San Antonio, se concluye que hay diferentes fracciones de tamaños. De igual forma, las características tecnológicas del material gravosos del Fundo San Antonio presentaron un 12 % de absorción, desgaste 26.8 %, peso específico 2,725 gr; peso específico saturado con superficie seca 2.728 gr; Peso específico aparente 2.733 gr; peso unitario compacto 1.669 kg/m^3 y peso unitario suelto 1.566 kg/m^3 .

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE APÉNDICES	xiv
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I SITUACIÓN A INVESTIGAR	 3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos de la Investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación de la investigación.....	5
1.4 Alcance de la investigación.....	5
1.5 Limitaciones de la investigación	6
 CAPÍTULO II GENERALIDADES.....	 7
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	7
2.2 Acceso al área de estudio	8
2.3 Características generales del área de estudio	8
2.3.1 Clima	8
2.3.1.1 Temperatura	9
2.3.1.2 Humedad relativa	9
2.3.3 Vegetación.....	10
2.3.3.1 Vegetación de sabana con chaparro	10
2.3.3.2 Vegetación de bosques de galería	11
2.3.3 Fauna	12
2.3.4 Suelos	12
2.3.5 Geomorfología	13
2.4 Geología regional	14
2.4.1 Provincia Geológica de Imataca (Precámbrico Temprano)	16
2.4.2 Formación Mesa (Pleistoceno).....	17

2.4.3 Sedimentos recientes.....	20
2.5 Geología local	21
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	23
3.1 Antecedentes de la investigación	23
3.2 Fundamentos Teóricos	24
3.2.1 Roca	24
3.2.1.1 Rocas Ígneas.....	24
3.2.1.2 Rocas Metamórficas.....	25
3.2.1.3 Rocas Sedimentarias	25
3.2.2 Gravass	26
3.2.3 Procedencia de las gravass.....	27
3.2.4 Tipos de gravass	28
3.2.4.1 Grava ensenada	28
3.2.4.2 Adoquín.....	28
3.2.4.3 Gravilla.....	29
3.2.5 Granulometría	29
3.2.5.1 Escala granulométrica	29
3.2.5.2 Análisis granulométrico	30
3.2.5.3 Curva granulométrica.....	31
3.2.5.4 Sistema de clasificación de suelos unificado	31
3.2.6 Prospección geológica.....	37
3.2.6.1 Clasificación de la prospección geológica	37
3.2.6.2 Etapas de la prospección geológica.....	38
3.2.7 Peso Específico	39
3.2.8 Peso unitario.....	40
3.2.8.1 Peso unitario suelto (PUS)	40
3.2.8.2 Peso unitario compactado (PUC)	41
3.2.9 Desgaste de los ángeles.....	41
3.2.10 Suelos	41
3.2.11 Tipos de suelos.....	42
3.2.12 Erosión del suelo	43
3.2.13 Erosión diferencial	43
3.2.14 Redondez de las partículas de sedimento clástico.....	43
3.2.15 Determinación del grado de redondez de las partículas sedimentarias.....	45
3.2.16 Normas COVENIN	47
3.2.17 Normas ASTM	48
3.3 Fundamentos legales	50
3.3.1 Ley Orgánica del Ambiente	50

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA DEL TRABAJO 51

4.1 Tipo de investigación	51
4.2 Diseño de la investigación	51
4.2.1 Diseño descriptivo.....	51
4.2.2 Diseño de campo	52
4.3 Población de la investigación.....	52
4.4 Muestra de la investigación.....	53
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
4.5.1 Técnicas de recolección de datos	53
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	54
4.5.2.1 Libreta de campo.....	54
4.5.2.2 Plataforma digital	54
4.6 Recopilación bibliográfica	55
4.6.1Flujograma de la investigación	55
4.6.2 Trabajo de campo	56
4.6.3 Trabajo de laboratorio	59
4.6.3.1 Columna litológica	59
4.6.3.2 Ensayos granulométricos	60
4.6.3.3 Ensayo de desgaste de los ángeles	61
4.6.3.4 Determinación del peso específico y la absorción	62
4.6.3.5 Determinación del peso unitario	64
4.6.4 Discusión de los resultados	65
4.6.5 Redacción del informe final	65

CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS... 66

5.1Columnas litológicas para la delimitación del espesor de gravas	66
5.2Evaluación de las gravas para estimar su potencialidad mediante elensayo granulométrico	68
5.2.1 Cálculo del coeficiente de uniformidad	71
5.2.1.1 Cálculo del coeficiente de curvatura	71
5.2.2 Mezclas entre materiales de diferentes granulometrías	72
5.2.3 Ensayos realizados para las características tecnológicas de las gravas del Fundo San Antonio	75
5.2.3.1 Desgaste de los Ángeles.....	75
5.2.3.2 Peso específico	76
5.2.3.2.1 Peso específico saturado con superficie seca	77
5.2.3.2.2 Peso específico aparente	77
5.2.3.2.3Absorción	78
5.2.4 Peso Unitario.....	78
5.3 Comparación con las normas COVENIN y ASTM para la verificación de su uso en las mezclas asfálticas	80

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
Conclusiones	82
Recomendaciones.....	84
REFERENCIAS	85
APÉNDICES.....	89

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Imagen satelital con la ubicación del área de estudio (Google Earth, 2016).	7
2.2 Vegetación gramínea de baja altura presente en el área de estudio.	11
2.3 Suelos constituidos por horizontes de gravas cementada, cartografiadas en el área.....	13
2.4 Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana mostrando la ubicación y extensión de la Provincia de Imataca Mesa y sedimentos recientes (Modificado de Mendoza, V. 2005).	16
2.5 Extensión geográfica de la Formación Mesa (Modificada de PDVSA-Intevep, 1999).	18
2.6 Extensión de la Formación Mesa (modificada de PDVSA-Intevep, 1999).	19
3.1 Ciclo de las rocas (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).	26
3.2 Pasos para la prospección de un determinado mineral (Pilloud, A. 1998).	40
3.3 Redondez de las partículas de sedimento clásticos (Departamento Geología de la Universidad de Oriente 2000).	45
4.1 Metodología de trabajo.	56
4.2 Levantamiento con GPS de los puntos de muestreo.	57
4.3 Recolección y apilamiento del material mediante maquinaria pesada.....	58
4.4 Muestreo manual del material gravoso apilado en el Fundo San Antonio.	58
4.5 La potencia promedio medida de las gravas, es homogénea y constante, alcanzando 0.50 m.	59
4.6 Cuarteador y batería de tamices, alineados en orden decreciente, según la malla.	60
4.7 Máquina para determinar el desgaste de las muestras por abrasión.....	61
4.8 Muestras de gravas limpias y separadas en varios tamaños.....	62
4.9 Cesta sumergida con muestra, para el examen de absorción.	63
4.10 Compactación de la muestra de grava, para el ensayo de peso unitario.	64
5.1 Columna estratigráfica y mediciones de espesores de las gravas.	67
5.2 Gráfica de curva granulométrica correspondiente al material arenoso del Fundo San Antonio.....	70
5.3 Materiales para mezclas de diferentes composición y granulometría.....	73
5.4 Curva de combinaciones de agregados para obtener una mezcla asfáltica Tipo III.	74

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1 Ubicación del área de trabajo, mediante coordenadas UTM.	8
2.2 Valores de temperatura media anual (Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana F.A.V., periodo 2006).	9
2.3 Valores de humedad (Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana F.A.V., periodo 1997-2006).	10
3.1 Usos y tamaños para las gravas (González de Vallejo, L y otros. 2004).	29
3.2 Escala de Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos Clásticos según su tamaño (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).	30
3.3 Sistema de Clasificación de Suelo unificado (Gonzales de Vallejo y otros, 2004).	32
3.4 Grados de redondez de las partículas sedimentarias (Herrera, J., 1998, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2000).	46
3.5 Normas Covenin para ensayos de agregados gruesos (Corredor, G. 2004).	48
3.6 Normas ASTM referente a ensayos de materiales de construcción (Juárez, E. y Rico, .A. 2006).	49
5.1 Delimitación de las coordenadas de ubicación de los horizontes gravosos.	67
5.2 Ensayo granulométrico de la muestra de grava, correspondiente al Fundo San Antonio.	69
5.3 Porcentajes de materiales combinados de agregados.	73
5.4 Límites establecidos por la norma COVENIN para la combinación de agregados en los tipos de mezclas asfálticas.	74
5.5 Ajustes de gradación de agregados para mezclas asfálticas.	76
5.6 Datos del peso unitario compacto para muestras de gravas del Fundo San Antonio.	78
5.7 Datos de peso unitario suelto para muestras de gravas del Fundo san Antonio. ..	79
5.8 Características tecnológicas del material gravoso, determinados experimentalmente.	79
5.9 Límites de peso unitario establecidos por la COVENIN y ASTM.	81

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	90
A.1 Análisis granulométrico de la muestra granzón natural.	91
A.2 Ajuste de gradación de la muestra granzón natural.....	92
A.3 Análisis granulométrico de la muestra material integral manantial.	93
A.4 Comparación granulométrica de las 2 muestras.....	94
B PESO ESPECÍFICO	95
B.1 Peso específico de la muestra granzón natural.	96
B.2 Peso específico de la muestra de la muestra material integral manantial.	97
C PESO UNITARIO	98
C.1 Peso unitario de la muestra granzón natural.....	99
C.2 Peso unitario de la muestra material integral manantial.....	100

INTRODUCCIÓN

Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetro de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas sufre desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas.

Como material suelto suele encontrarse en los lechos, en los márgenes y en los conos de deyección de los ríos. Las gravas ocupan grandes extensiones, la forma de sus partículas y su relativa frescura mineralógica depende de la historia de su formación. Funcionan perfectamente como agregados para las mezclas asfálticas ya que es un material inerte, el agregado mineral constituyen entre el 90 y 95% del peso y entre el 80 y 85% del volumen en la mezcla asfáltica y contribuyen a la estabilidad mecánica y al soporte de la carga del tráfico.

Para un país es muy importante invertir en la adecuación de vías, las cuales generan desarrollo y progreso a la comunidad ya que son infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad, así como también en obras civiles para satisfacer las necesidades de la sociedad, por estas razones es indispensable que los agregados tengan las condiciones deseables.

Las gravas deben ser limpias, no deben poseer arcilla, limo, mica ni materia orgánica, debe ser estable en su forma ante cambios de temperatura y humedad y tiene que tener la capacidad de desarrollar toda la resistencia propia del aglomerante.

Este trabajo de investigación está estructurado en cinco (5) capítulos, el primero corresponde a la situación a investigar en el cual se presenta el planteamiento del problema, los objetivos general y específico, la justificación del proyecto, su alcance

y limitaciones. El capítulo II titulado generalidades, comprende la ubicación del área de estudio, así como la descripción actualizada de las características fisiográficas del sitio de interés, y la geología regional de la zona. El capítulo III comprende el marco teórico muestra los antecedentes de la investigación y la descripción de fundamentos teóricos relacionados con el problema planteado, capítulo IV se refiere a la metodología de trabajo, en esta se describen las características y procedimiento de la investigación, diseño de la misma, población y muestra a analizar.

En el capítulo V titulado análisis e interpretación de los datos resultados, se analizaran los datos recolectados y la información generada a partir de los mismos, comparando los resultados con las normas COVENIN y ASTM. Finalmente se generaron, las conclusiones y recomendaciones arrojadas por la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Venezuela se ha caracterizado por ser un país productor de petróleo, siendo este recurso la principal base de su economía. Por medio de la refinación del petróleo se genera diferentes productos, tales como la gasolina, el ligante asfáltico, entre otros; este último es usado en combinación con agregados para obtener mezclas asfálticas. Los agregados utilizados para la elaboración de mezclas asfálticas provienen tanto de ríos como de canteras, siendo los de río los que hasta la actualidad presentan un excelente comportamiento para dichas mezclas.

La grava como agregado es una de las diversas potencialidades del Estado Bolívar y se encuentra en el desarrollo de la minería no metálica, la cual permite transformarla en una alternativa económica no petrolera del país. Como material natural representa un factor importante en cuanto a estas mezclas de acuerdo a estudios realizados, por la calidad ya que sus propiedades fundamentales son: resistencia, dureza, durabilidad y por su rentabilidad económica.

En geología se denomina grava a las rocas de tamaño comprendido entre 2 mm y 64mm, pueden ser generadas por el hombre, también llamadas artificial, son producto de molienda o trituración de rocas o pueden ser naturales provenientes de los ríos como lo mencionamos anteriormente, en este caso suele suceder que el desgaste natural producido por el movimiento de los lechos de los ríos genera formas redondeadas pasando a conocerse como canto rodado. Como todo material tiene sus ventajas y desventajas, en el caso de las gravas naturales su principal ventaja tenemos su facilidad de obtención con respecto a la generada por el hombre ya que se requiere

menor cantidad de equipo (la trituradora es el equipo más costoso y de mantenimiento más continuo). Pero su principal desventaja es que no siempre se encuentra disponible en cualquier lugar y de acuerdo al tipo de depósito a disposición podemos obtener morfologías y granulometrías inconvenientes, mientras que en la artificial la granulometría es controlable ajustando la máquina trituradora a nuestras necesidades y las propiedades físicas y de resistencia son también muy homogéneas ya que dependen de la misma roca, pero su proceso de producción es más costoso.

Debido a las dificultades existentes actualmente en el país para la obtención de material explosivo usado en la extracción de piedra picada, la grava se ha convertido en una mejor alternativa económica y de calidad ya que cumplen con las características que se requieren para las mezclas asfálticas.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Realizar una caracterización geológica y geotécnica de las gravas, ubicadas en terrenos del fundo San Antonio, km 4.7 de la Troncal 19 vía Ciudad Bolívar-Maripa, municipio Heres del estado Bolívar, con el fin de determinar su uso como agregados para mezclas asfálticas.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Delimitar los espesores de las gravas presentes en el área de estudio, a través de columnas litológicas.

2. Evaluar las gravas presentes en el fundo San Antonio mediante ensayos granulométricos para la estimación de su potencialidad como materia prima para

agregados de mezclas asfálticas y realizar ensayos de desgaste los ángeles, peso específico y peso unitario para la determinación de las características tecnológica del material.

3. Establecerlas características tecnológicas de las gravas y compararlas con las normas COVENIN y ASTM, para la verificación de su uso.

1.3 Justificación de la investigación

El objetivo principal de esta investigación es la caracterización geológica y geotécnica de las gravas ubicadas en el fundo San Antonio km 4.7 de la Troncal 19 vía Ciudad Bolívar-Maripa municipio Heres del estado Bolívar. Con el fin de verificar si el material es apto para utilizarse como agregados de mezclas asfálticas, así proporcionarle la materia prima a la empresa “Servicio Autónomo Asfaltos Bolívar”, fomentando el desarrollo económico y social de toda la población que se beneficiaría con la construcción de carreteras y mejoramiento vialidad.

1.4 Alcance de la investigación

La presente investigación está enfocada en la exploración geológica en terrenos del Fundo San Antonio para proporcionar información científica acerca de la potencialidad tecnológica del material para que puedan ser utilizados como agregados de mezclas asfálticas y determinar si estas cumplen con las características requeridas, con el objeto de realizar una posterior explotación del área y así obtener el mejor provecho del mineral para el impulso económico de la población ya su vez facilitar la materia prima a la empresa Servicio Autónomo Asfaltos Bolívar.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. Falta de transporte para trasladarse a la zona de estudio.
2. No contar con suficiente presupuesto económico para la elaboración del proyecto.
3. La falta de equipos e insumos para la realización de análisis de laboratorio a las muestras.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el Km 4.7 de la Troncal 19, vía Ciudad Bolívar-Maripa, municipio Heres del estado Bolívar”.

Limita al Norte con el río Orinoco, alEste con el Distribuidor Las Brisas y la Avenida Perimetral, al Sur con la Troncal 19, al Oeste con el Río Orocopiche. Tiene una elevación de 36 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Figura 2.1).

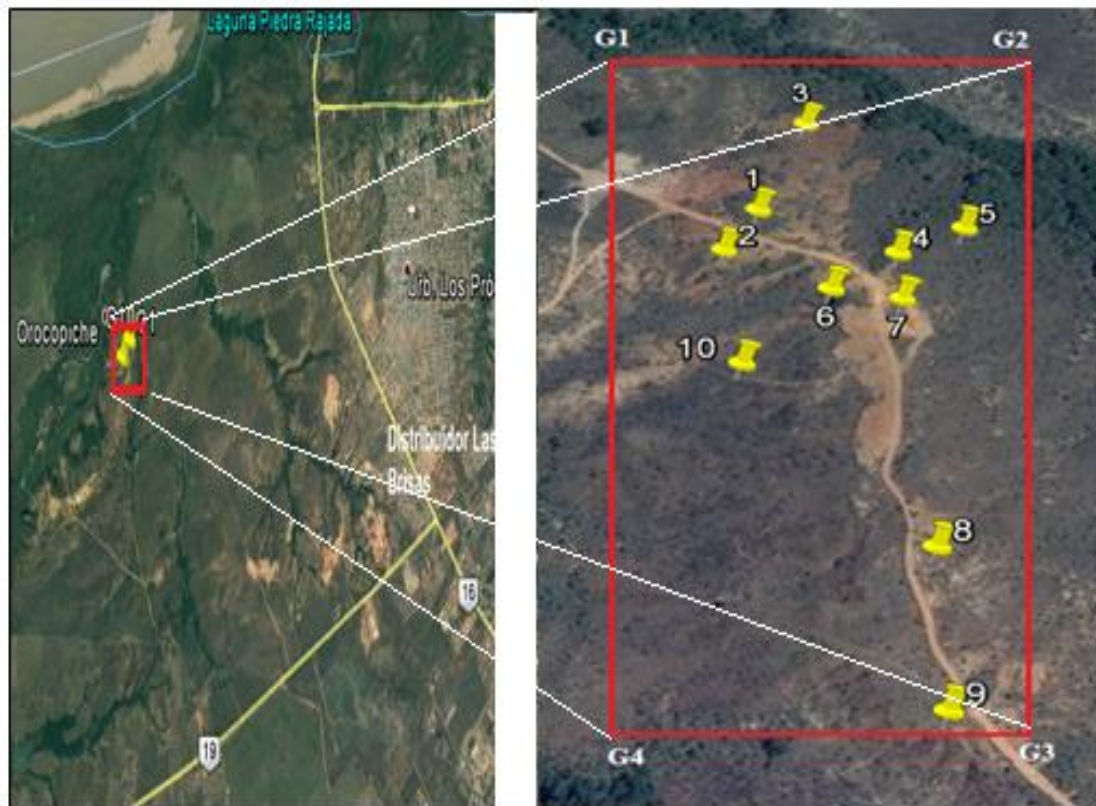


Figura 2.1 Imagen satelital con la ubicación del área de estudio (Google Earth, 2016).

El área conforma un cuadrado de 150 m de largo por 150 m de ancho, cubriendo una superficie de 22.500 m²; enmarcado entre las coordenadas (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Ubicación del área de trabajo, mediante coordenadas UTM.

PUNTO	ESTE	NORTE
G1	0429078	0894853
G2	0428760	0894853
G3	0429078	0894300
G4	0428760	0894774

2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área de estudio puede darse a pies o por vehículos a través de la carretera Ciudad Bolívar-Maripa a 5.3 Km de la intersección entre la Troncal 19 y la Avenida Perimetral. Después mediante carreteras de tierra, se accede al punto de trabajo.

2.3 Características generales del área de estudio

2.3.1 Clima

Las consideraciones climatológicas se hacen en base a los datos obtenidos en el Servicio de Meteorología Ciudad Bolívar, perteneciente a la Fuerza Aérea Venezolana (FAV), durante el periodo 1997 a 2006.

La caracterización climática del área de estudio considera los dos elementos principales del clima: La biotemperatura y la humedad ambiental. Para tal identificación, se emplearon los datos de las variables climatológicas registradas en la

estación meteorológica Ciudad Bolívar-Aeropuerto, por ser ésta la más cercana a la zona en estudio. Esta estación meteorológica es tipo C1 (registra precipitación, evaporación, temperatura, radiación solar, insolación, humedad relativa y vientos – dirección predominante y velocidad).

2.3.1.1 Temperatura

La temperatura media anual entre los periodos 1997 al 2006 varía desde 25,5°C., y 30,3°C. Se puede afirmar que el mayor incremento de temperatura es en los meses Abril y Mayo registrados con valores de 28,8°C y 30,3°C, las mínimas son en los meses de Enero y Diciembre con valores 25,5°C.a 27,5°C. El promedio medio anual para los años 1997-2006 es de 27,8°C(Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana F.A.V, periodo 1997-2006) (Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Valores de temperatura media anual (Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana F.A.V, periodo 1997-2006).

Estadístico	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Media	27,5	28,209	27,1	26,9	27,7	27,8	28,0	27,9	28,4	28,4
Valor Máx	28,8	29,9	28,5	28,1	29,3	28,9	29,8	30,0	29,5	30,3
Valor Min	25,5	27,1	25,9	25,9	26,0	27,0	26,9	27,1	27,1	27,5

2.3.1.2 Humedad relativa

En cuanto a los valores de humedad se puede decir que para los meses junio, julio y agosto se observan una humedad elevada con respecto a los otros meses. Con valores que oscilan entre 80%,82% y 84%, y las mínimas varían entre los meses de Marzo y Abril con valores de 68%, 70%, 72%. El promedio medio anual entre los

años 1997-2006 es de 79.3% (Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana F.A.V, periodo 1997-2006) (Tabla 2.3).

Tabla 2.3 Valores de humedad (Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana F.A.V, periodo 1997-2006).

Estadístico	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Media	78	77	80	80	78	81	80	81	80	78
Valor Máx	84	86	84	84	97	86	87	86	87	87
Valor Min	72	67	72	75	60	76	72	71	72	70

2.3.3 Vegetación

La vegetación de la zona es característica del tipo de paisaje presente en el área de estudio estos varían desde lomeríos altos y muy escarpados hasta lomeríos bajos, quebrados, pasando por lomeríos medios. Entre las especies vegetales que presentan estas características tenemos guarito, guácimo, entre otros. La vegetación de la zona está constituida principalmente por malezas tales como gramínea, gamelotillos, paja y carrizo, y predominan las especies típicas de sabana como chaparro, mandinga, dormidera, chaparro manteco y alcornoque (C.V.G Técnica Minera C.A, 1991).

La vegetación presente en el área de estudio es típica de sabana, y prevalecen dos tipos:

2.3.3.1 Vegetación de sabana con chaparro

La vegetación con chaparro se caracteriza principalmente por dos tipos de vegetación: la vegetación herbácea, que está constituida por una cobertura graminiforme de baja altura, entre la cual las especies más abundantes son la paja

peluda (*Trachypogon plumosus*), escobilla (*Ecoparia dulcis*), dormidera (*Mimosa dorens*), entre otras; y la vegetación arbustiva que está conformada por árboles de 2 a 4 metros de altura. Entre la vegetación arbustiva se mencionan el chaparro (*Curatella americana*), chaparro manteco (*Bowdichia virgilioides*), mandinga (*Roupals complicata*); y en proporción menor el mango (*Mangifera indica*), entre otras (C.V.G Técnica Minera C.A, 1991).

Esta clase vegetación es típica de zonas tropicales pero es adaptable, incluso, a zonas con climas diferentes, es decir, que pudiere haber el caso de un sitio específico que posea este tipo de vegetación, sin pertenecer geográficamente al cinturón tropical (Figura 2.2).



Figura 2.2 Vegetación gramínea de baja altura presente en el área de estudio.

2.3.3.2 Vegetación de bosques de galería

A lo largo de las zonas húmedas, específicamente en los márgenes de los ríos, se presentan una cobertura vegetal; arborescencia de tipo selvático, denominada “bosque de galería” (C.V.G Técnica Minera C.A, 1991).

2.3.3 Fauna

La fauna silvestre en el área de estudio y su zona de influencia es relativamente escasa y poco variada, apreciándose la presencia de algunas aves tales como: loros, pericos, paraulatas, azulejos y palomas sabaneras; y entre los mamíferos pequeños encontramos ratones, conejos y rabi-peláos. Entre los reptiles se tienen lagartijas y serpientes. La mayoría de las especies aquí presentes se encuentran ampliamente distribuidas en el resto de la región (C.V.G Técnica Minera C.A, 1991).

2.3.4 Suelos

Con respecto a las situaciones ambientales que se presentan en la zona , están formadas por llanos, lo que permite encontrar en las superficies de los suelos residuales (Entisoles, Inceptisoles y Oxisoles), de suelos profundos de colores oscuros en los horizontes superficiales y rojizos en los subyacentes, de texturas a franco–arcilloso-arenosas que tienen un alto contenido de cementación del hierro dentro del sustrato geológico, procedentes de la mineralización de ferruginosas y ferromagnesianas que han dado como resultado la existencia de corazas, con afloramientos rocosos constituidos por herbazales y arbustales (sábanas gramíneas). Los colores en superficie, van desde el gris muy oscuro al marrón amarillento, mientras que en los estratos más profundos los colores varían entre el marrón amarillento y el rojo. La presencia de las costras ferruginosas nos indica climas tropicales (Figura 2.3).



Figura 2.3 Suelos constituidos por horizontes de gravas cementada, cartografiadas en el área.

2.3.5 Geomorfología

En esta área se identifican fundamentalmente 2 formas de relieve: el de la Provincia Geológica de Imataca y los sedimentos de la Formación Mesa.

Hacia el Oeste del área de estudio se encuentra en el complejo geológico de Imataca y en consecuencia presenta, lomeríos, planicies y pleniplanicies generadas por las actividades geológicas), la mencionada zona de estudio presenta una pendiente decreciente en sentido sur-norte producto de los esfuerzos ejercidos sobre el relieve por las actividades moldeadoras del río Orinoco, que como cualquier río de tal magnitud se caracteriza por socavar sus entorno hasta poseer la menor cota con respecto a toda su zona de influencia.

Las zonas correspondientes a las laderas del río, donde se ubica la Formación Mesa, han sido moldeadas por las aguas de escorrentías, dando origen a formas topográficas características: conos de derrubio, terrazas aluviales y farallones; propias de una topografía de tierras malas (*badlands*) y consecuencia de la acción erosiva sobre las rocas sedimentarias poco consolidadas de esta formación (Cabrera y Silva, 1995). Desde el punto de vista fisiográfico el sector San Antonio I del fundo San Antonio se caracteriza por lomeríos de poca altura (entre 2 y 5 metros), zona de planicie y planicie de inundación a la ribera del río Orocopiche.

Los procesos erosivos de estos sedimentos de la Formación Mesa dan origen a áreas de tierras malas o “badlands”, con superficies ligeramente inclinadas (Betancourt, C. y Guevara, Z., 1989).

En los estratos arenosos superiores de la Formación Mesa, se desarrollan formas de relieve típicas de tierras malas o cárcavas, con drenaje absolutamente dendrítico, en el cual los cursos principales socavan la base de los barrancos y se extienden su perfil longitudinal mediante sucesivos derrumbes (Betancourt, C. y Guevara, Z. 1989).

En la zona correspondiente a las gravas, se observan los relieves topográficos más elevados; pues las gravas de cuarzo protegen a las capas inferiores de la erosión

2.4 Geología regional

El Escudo Guayanés tiene forma oval y su expresión septentrional se encuentra en Venezuela al Sur del curso del río Orinoco, mientras que su parte meridional se adentra en Colombia, Brasil, Guyana, Surinam, y la Guayana Francesa. En la parte venezolana comprende rocas arqueozoicas y proterozoicas de muy diversas litologías,

alteradas en mayor o menor escala durante una serie de episodios geotectónicos mayores (González de Juana, C. y otros, 1980).

El Macizo de Guayana en Venezuela está bordeado en sus partes Norte y Oeste por una zona de topografía baja, de menos de 100 metros de elevación. En ella se destacan las porciones boscosas del delta del Orinoco al Noreste y la del Casiquiare al Suroeste. En el resto del área se observan restos de penillanuras a los 500 metros y a los 100 metros, dentro de esta última se destacan restos de erosión de hasta 2.800 metros de elevación. Sobre estos detalles cinceló sus valles el drenaje de las hoyas hidrográficas del Orinoco y del Cuyuní. Las elevaciones por encima de los 1.000 metros están sostenidas por rocas del llamado Complejo Granítico y del Grupo Roraima.

Cuatro provincias geológicas conforman el Escudo de Guayana en Venezuela, a saber:

Imataca (cinturón granulítico), Pastora (cinturón de rocas verdes, CRV), Cuchivero-Amazonas (granitos de 1.800 M.a. $\pm$ 200 M.a. y granitos post-tectónicos de 1.500 M.a.) y Roraima (cobertura sedimentaria discordante sobre rocas pertenecientes a las provincias de Pastora y Cuchivero) (Mendoza, V. 2000).

En la zona de estudio se distinguen tres unidades litológicas representadas, de más antigua a más joven, por el Complejo de Imataca, la Formación Mesa, los sedimentos recientes (Figura 2.4).

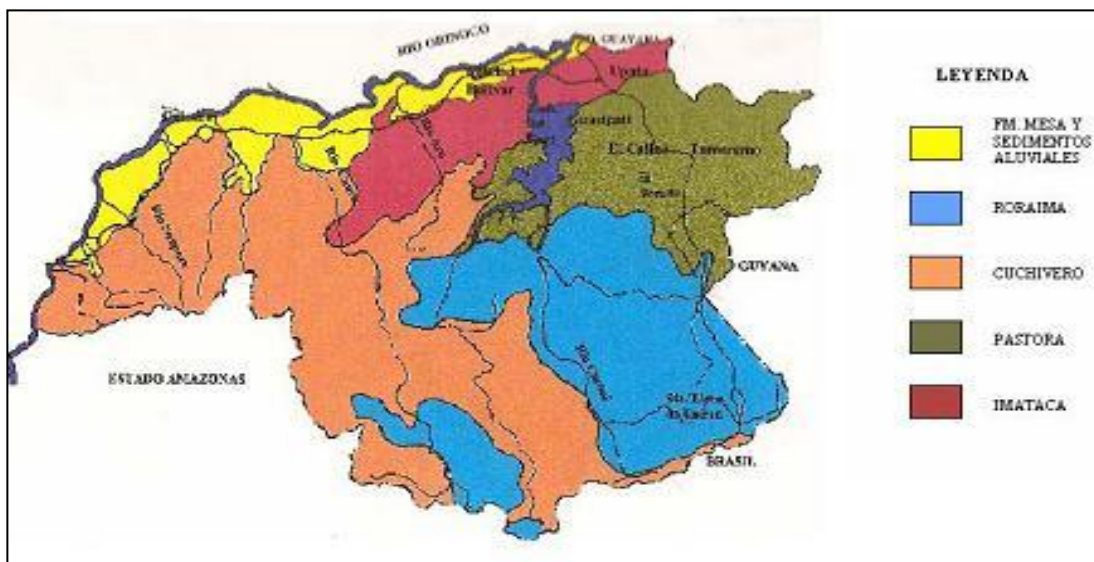


Figura 2.4 Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana mostrando la ubicación y extensión de la Provincia de Imataca Mesa y sedimentos recientes (Modificado de Mendoza, V. 2005).

2.4.1 Provincia Geológica de Imataca (Precámbrico Temprano)

La Provincia Geológica de Imataca, está situada en el extremo Norte de la Guayana Venezolana y se extiende en dirección NE desde el río Caura hasta el Delta del Orinoco y en dirección NW-SE aflora desde el curso del río Orinoco hasta la falla de Gurí por unos 550 Km y 80 Km, respectivamente. Litológicamente la Provincia de Imataca está formada por gneises, granitos y granulitos félsicas (60%-75%), anfibolitas y granulitas máficas, y hasta ultramáficas (15%-20%) y cantidades menores complementarias de formaciones bandeadas de hierro, dolomitas, charnockitas, anortositas y granitos intrusivos más jóvenes (Mendoza, V. 2005).

La edad del protolito de Imataca ha sido estimada mediante determinaciones radiométricas por los métodos Rb/Sr y U/Pb roca total, como correspondiente a 3.500-3.600 M.a. En el Complejo de Imataca los suelos provienen de la

meteorización química de la roca del complejo ígneo-metamórfico. Se les denomina suelos residuales y están formados principalmente por arcillas. En general, el estilo estructural de la Provincia de Imataca, estuvo regido por dos factores: pliegues de flujo sintectónicos, y fallas transcurrentes tardía a post- tectónicas (Mendoza, V. 2005).

2.4.2 Formación Mesa (Pleistoceno)

Se extiende por los llanos centro-orientales y orientales (estados Guárico, Anzoátegui, Monagas), sin embargo se encuentran algunos afloramientos en los estados Sucre y Bolívar (inmediatamente al Sur del río Orinoco) (PDVSA-Intevep, 1999).

Litológicamente consiste de arenas, algunas de grano grueso con gravas, de color blanco a gris, amarillentas, rojo y púrpura, algunas cementadas con cemento ferruginoso, muy duras, con estratificación cruzada. Conglomerados de color rojo a casi negro, algunos con elementos líticos redondos, tipo pudinga, de tamaño grande, aproximadamente 15 centímetros de diámetro, en una matriz arcillo-arenosa de color gris claro a amarillo. Arcillas, de color gris, rojo y amarillo intenso, algunas moteadas, abigarradas y en lentes discontinuos de arcilla arenosa y lentes de limonita (González de Juana, C. y otros, 1980). (Figura 2.5).



Figura 2.5 Extensión geográfica de la Formación Mesa (Modificada de PDVSA-Intevep, 1999).

Su espesor es muy variable, pero en términos generales disminuye de Norte a Sur como consecuencia del cambio en la sedimentación fluvial y deltaica, y aumenta de Oeste a Este por el avance de los sedimentos deltáicos. (González de Juana y otros, 1980; en PDVSA-Intevep, 1999) (Figura 2.6).

Su espesor máximo puede llegar a alcanzar los 275 metros, mientras que en el estado Bolívar puede sobrepasar los 80 metros. Los sedimentos de la Formación Mesa gradan de Norte a Sur de más grueso a más fino al alejarse de las cadenas montañosas del Norte; y de más fino a más grueso, desde la parte central de Monagas hasta el macizo de Guayana (PDVSA-Intevep, 1999).

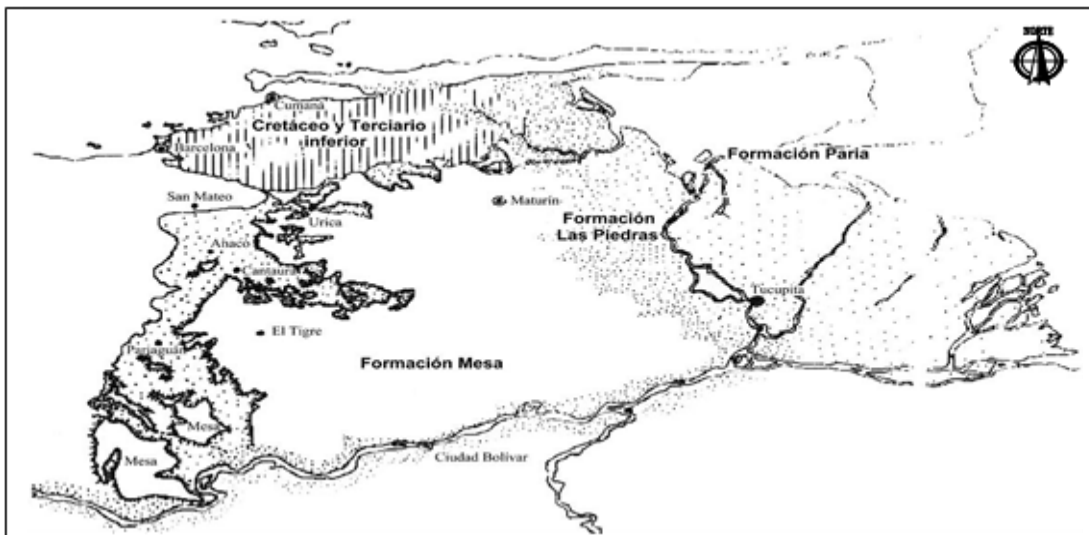


Figura 2.6 Extensión de la Formación Mesa (modificada de PDVSA-Intevep, 1999).

En la formación se han encontrado fósiles de agua dulce asociados con arcillas ligníticas y restos de madera silicificada (xilópalo y sílex xiloideo) (PDVSA-Intevep, 1999).

En el estado Bolívar, la Formación Mesa suprayace, en posición discordante y sobre una superficie irregular, a las rocas del Complejo de Imataca. Esta formación se encuentra acunándose en el escudo de Guayana en una faja angosta paralela al río Orocopiche, en la zona comprendida en los alrededores de ciudad Bolívar entre el río Candelaria y el río Aro que se va haciendo más delgada y se encuentran espesores menores a 100 metros (PDVSA-Intevep, 1999).

La Formación Mesa se interpreta como producto de un extenso delta que avanzó hacia el Este en la misma forma que avanza hoy el delta del río Orinoco, depositando secuencias fluviales, deltaicas y paludales. El relieve de las cordilleras septentrionales desarrolló abanicos aluviales que aportaban a la sedimentación

clásticos de granos muy gruesos, mientras que desde el Sur el aporte principal fue de arenas. En la zona central se desarrollaron grandes ciénagas (González de Juana, 1.946; en PDVSA-Intevep, op. cit). Los sedimentos de la formación representan depósitos torrenciales y aluviales contemporáneos con un levantamiento de la Serranía del Interior (PDVSA-Intevep, 1999).

García (1981) , indica adicionalmente que la presencia de minerales estables (como el circón y la turmalina) y metaestables (como la cianita, estaurolita, andalucita y leucoceno), sugieren que las fuentes generadoras de sedimentos de la Formación Mesa se localizaron en la Serranía del Interior y en las rocas metamórficas del Escudo de Guayana, respectivamente. Sin embargo, la presencia de otras evidencias permite valorar la hipótesis de que al menos al Sur del estado Anzoátegui los depósitos de la Formación Mesa provienen del Escudo de Guayana, a través de una fuente asociada a un paleorinoco.

2.4.3 Sedimentos recientes

Los componen materiales provenientes de la disgregación de la Formación Mesa y descomposición de las rocas del Complejo de Imataca, los cuales son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía y el viento hacia los diferentes ríos de la región (Betancourt, C. y Guevara, Z. 1989).

Los materiales comprenden cantos, peñones, gravas, arenas, limos, arcillas, coloides y otra partículas en suspensión que se han depositado desde el Holoceno hasta el presente en el fondo de los cauces de los ríos, formando depósitos de cauce, y en épocas de crecida, originando las barras de meandro (Corporación Lobap C.A.- Asesorías Geológicas y Mineras, 2001).

Estos materiales, de color amarillento a blanco y con una granulometría variable, se encuentran dispuestos en forma de planicies que dan origen a pequeñas terrazas constituidas por sedimentos arenosos-limosos, acarreados por los ríos, principalmente en épocas de lluvia (Betancourt, C. y Guevara, Z. 1989).

La mineralogía de las arenas que conforman los sedimentos recientes está constituida por 70% de cuarzo, 26% de feldespatos, 3,5% de micas y otros minerales opacos y 0,5% de otros minerales accesorios. Respecto a las características físicas se cuentan el peso específico de 2,67; el color; su módulo de firmeza de 2,4%; su textura media; la resistencia muy tenaz; su dureza de 7,1; no es reactiva al cemento (0%) y los granos son angulares (Betancourt, C. y Guevara, Z. 1989).

2.5 Geología local

El tipo y las dimensiones de la estratificación cruzada y las rizaduras presentes en la Formación Mesa, en Ciudad Bolívar están directamente ligados a la velocidad de la corriente y a la intensidad del transporte. Las rizaduras se presentan de pequeña escala, esporádicamente, y son indicativas de corrientes entrelazadas asociadas a corrientes de turbulencia características de épocas de crecidas de río; estos sedimentos son transportados por tracción (Cabrera y Silva, 1995 en Herrera y Guevara, 2004).

La formación en Ciudad Bolívar reviste cierta importancia económica ya que de ella se extrae la “arena de mina”, material de interés por contar con mayor demanda en el mercado de la construcción. Esta arena se localiza inmediatamente debajo de una pequeña cubierta vegetal superior que la recubre, en horizontes con espesor de 8-15 metros. Su mineralogía es 60% de cuarzo, 15% de feldespato, 16% de óxido de hierro, 4% de micas y 5% de otros minerales accesorios (Herrera, J. y Guevara, H. 2004).

Análisis granulométricos realizados a estas arenas indican que 60% de ella es de grano grueso, 20% de grano medio y el 20% restante es de grano fino. Otras propiedades físicas consideran el color de las arenas, el cual va de blanquecino a rojizo y amarillento; la forma de los granos, es irregular, con aristas agudas y la densidad del material suelto es de $13,40 \text{ Kg/m}^3$ (Herrera, J. y Guevara, H. 2004).

En el área de estudio pudimos identificar en casi toda su extensión la Formación Mesa, sin embargo pudimos observar que una parte de la Provincia de Imataca aflora al Oeste de la zona.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Muños, R. y Silva, T. (2011)“**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTECNIA DE LASROCAS AFLORANTES EN EL FUNDO SAN ANTONIO PARA LA PRODUCCIÓN DE PIEDRA PICADA UBICADO EN EL KM 4.7 DE LA TRONCAL 19. VÍA CIUDAD BOLÍVAR – MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**”. La presente investigación nos sirvió de ayuda en lo que respecta a la ubicación del área que se está estudiando.

Da Costa, Jessica. (2007)“**EVALUACION DEL POTENCIAL DE LAS ARENAS Y GRAVAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCION, EN TERRENOS PROPIEDAD DE CVG, UBICADO EN EL MUNICIPIO RAUL LEONI, ESTADO BOLIVAR**”.

De esta investigación, se siguió la metodología usada en campo para el muestreo de sedimentos.

Zamora, H. y Samuel, D. (2016) “**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE EROSIÓN LOCAL ENTORNO A LAS PILAS DEL PUENTE UBICADO EN LA AVENIDA NUEVA GRANADA SOBRE EL RÍO SAN RAFAEL, SECTOR LAS CAMPIÑAS MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.**”

Cabe destacar que estos trabajos de investigación solo nos sirven de información base que se usó como soporte del trabajo de investigación.

3.2 Fundamentos Teóricos

3.2.1 Roca

Las rocas son agrupaciones minerales que constituyen la capa superior de la corteza terrestre y que se presentan en grandes masas compactas y homogéneas. Las rocas se clasifican en tres grandes grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.1.1 Rocas Ígneas

Son rocas formadas por enfriamiento y solidificación de una masa caliente y fluida llamada magma. La composición química de los primeros 16 km de la corteza terrestre indica claramente el predominio de ciertos elementos como Si, O, Fe y Al, los cuales, en volumen, constituyen alrededor del 87% del total. Les siguen en importancia los alcalinos terrosos y los alcalinos: Ca, Mg, Na y K en menor proporción se encuentran Ti, P y Mn (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

Dependiendo la profundidad y la forma en cómo han cristalizado se subdividen en tres grupos: plutónicas, hipabisales y volcánicas. Rocas plutónicas: son rocas de grano grueso, que cristalizan en grandes masas en el interior de la corteza, su enfriamiento es lento. Un ejemplo lo constituye el granito. Ejemplo la diabasa. Rocas hipabisales: son rocas formadas por cristales de tamaño medio cuyo enfriamiento y cristalización son intermedios. Rocas volcánicas: son rocas que proceden del enfriamiento rápido de lavas en la superficie terrestre. Ejemplo, el basalto (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.1.2 Rocas Metamórficas

Rocas ígneas y sedimentarias sometidas a presiones y temperaturas originan rocas metamórficas las cualidades originales como textura y composición mineralógica, son profundamente alteradas (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

Los ejemplos más comunes son los Gneis que son rocas bandeadas de composición similar al granito que incluyen elementos negros, ricos en minerales Ferromagnesianos (biotita, anfíbolita) y minerales blancos, ricos en cuarzo y feldespato. Los mármoles que son rocas provenientes de la recristalización de la caliza, con diversas coloraciones. Las anfíbolitas son rocas pizarrosas, de color verde oscuro, en cuya composición predomina el anfíbol asociado a cuarzo, feldespato, biotita, granate, otros (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.1.3 Rocas Sedimentarias

Son rocas de origen exógeno originadas por una alteración metamórfica, química y biológica de rocas preexistentes. Son de origen secundario. Los productos detríticos resultantes son transportados en suspensión o parcialmente disueltos por las aguas y finalmente depositadas en la cuenca de sedimentación como capas o estratos (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

Las rocas sedimentarias se clasifican en clásticas o detríticas, son aquellas originadas por sedimentación y transporte de fragmentos de erosión mecánica de rocas. Ejemplo: areniscas, conglomerados. De origen químico, son aquellas que se forman por precipitación de sales de soluciones acuosas o por reacciones químicas que tienen lugar en la corteza terrestre. Ejemplo: las calizas, margas y dolomitas. Y de origen orgánico son producto de la actividad biótica, se distinguen: sedimentos

calcáreos, entre los que se encuentran caliza de foraminíferos y caliza de corales (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).(Figura 3.1).

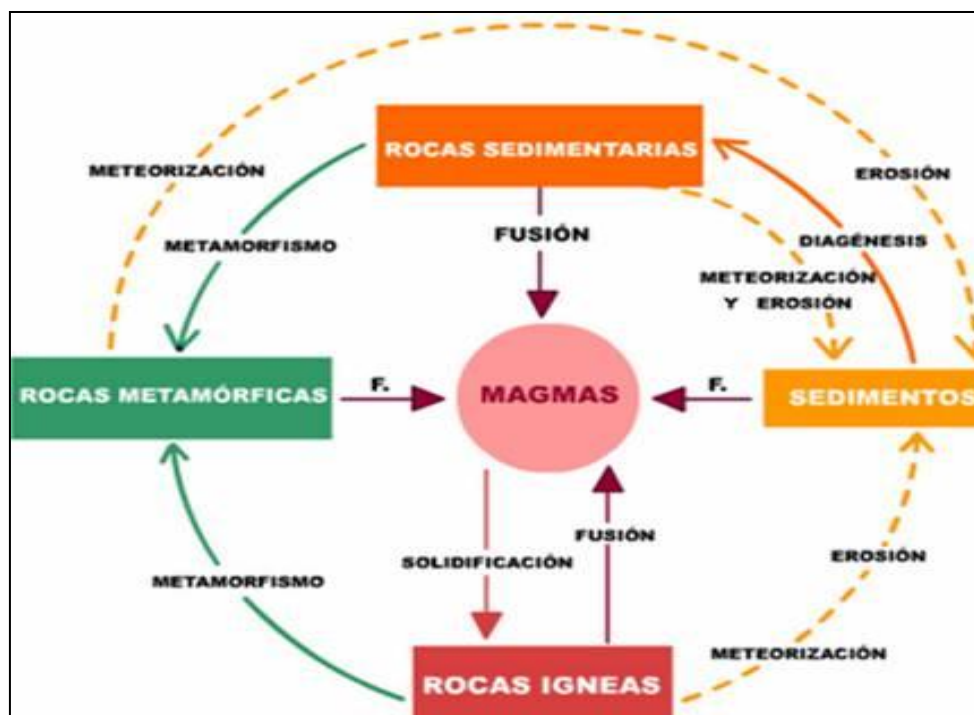


Figura 3.1 Ciclo de las rocas (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

3.2.2 Gravas

Se consideran como gravas los fragmentos de rocas con un diámetro inferior a 15 cm es un agregado grueso resultante de la desintegración natural y abrasión de rocas o transformación de un conglomerado débilmente cementado. Tienen aplicación en mampostería, confección de concreto armado y para pavimentación de líneas de ferrocarriles y carreteras. Además de las rocas que se encuentran ya troceadas en la naturaleza, se pueden obtener gravas a partir de rocas machacadas en las canteras (Tarbuck, E. y Lutgens, F. 2005).

Como las arenas o áridos finos, las gravas son pequeños fragmentos de rocas pero de mayor tamaño. Por lo general, se consideran gravas los áridos que quedan retenidos en un tamiz de malla de 5mm de diámetro. Pueden ser producto de disgregación natural de las rocas o de la trituración o machaqueo de las mismas, en cuanto a la forma se prefiere los áridos rodados, esto es, procedente de los ríos y playas. Los áridos naturales, de forma más o menos redondeada dan hormigones más dóciles y de más fácil colocación que los obtenidos con piedra machacada o picada (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

La grava natural se lava para separar la arcilla y la materia orgánica, se le dan distintas granulometrías y se venden por toneladas o yarda cubicas o metro cubico; una yarda cubica de grava pesa alrededor de 3000 lb(1369.77 kg). A diferencia de la arena la grava tiene peso relativamente constante independientemente de su contenido de humedad. La grava de banco son aquellas a las que no tiene que hacérsele cambio alguno en su granulometría por cribado ni por cualquier otro medio, la grava triturada es la que a pasado por un proceso de trituración artificial y no debe confundírsele con la piedra triturada, aunque se emplea en muchos casos para los mismos fines en las obras de construcción. El uso de la grava como agregado de concreto puede ofrecer problemas por la presencia de silicatos hidrosos o vítreo cuya agua molecular puede reaccionar en forma perjudicial con los álcalis solubles que contiene el cemento (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

3.2.3 Procedencia de las gravas

Las gravas se pueden obtener de los ríos, en choques de las rocas desprenden pedazos de ellas, las que son arrastradas por corrientes fluviales, están llegan a oscilar entre 2mm a 20mm, en tanto la roca triturada tiene los tamaños comprendidos éntrelos rangos que van desde los 2mm a los 64mm de diámetro(González de Vallejo, L. y otros. 2004).

Esta es mejor grava dada su uniformidad, ya que viene de un solo tipo de roca, generalmente de tipo volcánico, las cocas de los ríos al ser arrastrada por un flujo laminar de la corriente va tomando forma circular o semicircular a lo que llamamos canto rodado y es producto de la naturaleza, en cambio el otro tipo de grava es fabricado el hombre por medio de trituradoras (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

Las rocas que se utilizan principalmente son minerales de calizas, granito, dolomita, basalto, arenisca, cuarzo y cuarcita, que al ser trituradas (pulverizadas) toman los nombres de piedra partida o chancada (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

3.2.4 Tipos de gravas

3.2.4.1 Grava ensinada

Son rocas sólidas gastadas por el agua y excavadas desde el lecho de un arroyo o un río o costa. Es muy variable en color dependiendo del tipo de roca arrastrada hacia la vía navegable. Las gravas de ensinada también varían mucho en su tamaño, pueden llegar a medir hasta 2 pulgadas (5 cm) (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

3.2.4.2 Adoquín

El adoquín es un tipo de grava lavada con agua, pero compuesto de piedras redondeadas. Viene en diferentes tamaños desde $\frac{1}{2}$ pulgada (1,2 cm) de diámetro hasta las grandes rocas utilizadas en las calles empedradas y las aceras (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

3.2.4.3 Gravilla

Es una grava muy fina lavada con agua, con rocas individuales no mayores a 3/8 pulgadas (0,9) de diámetro y por lo general más pequeñas. Sus colores varían ampliamente, desde los tostados claros hasta los marrones oscuros, dependiendo de la fuente de la roca que finalmente se lava hasta el tamaño de un guisante (González de Vallejo, L. y otros. 2004) (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Usos y tamaños para las gravas (González de Vallejo, L. y otros. 2004).

Tamaño Máximo	Uso general
51 mm(2")	Estructuras de concreto en masa: muros, losas y pilares de más de 1 m de espesor.
38 mm(1 ^{1/2} ")	Muros, losas, vigas, pilares, etc., de 30 cm a 1 m de espesor.
19 mm(3/4")	Muros delgados, losas, alcantarillas, etc., de menos de 30 cm de espesor.

3.2.5 Granulometría

Es la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

3.2.5.1 Escala granulométrica

La escala comúnmente empleada en la actualidad por los sedimentólogos es la de Udden - Wentworth (1922), que toma el milímetro como punto de partida para estimar el diámetro promedio de tamaño para una partícula sedimentaria y emplea la razón $\frac{1}{2}$ para obtener los diámetros límites de sus clases de tamaño de 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, etc.

De esta forma se definen los términos de la escala granulométrica en bloques, grava, arena, limo y arcilla (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001) (Tabla 3.2).

3.2.5.2 Análisis granulométrico

Consiste en clasificar por tamaño los granos que lo componen. Un análisis de esta clase expresa cuantitativamente las proporciones en peso de las partículas de distintos tamaños que hay en el sedimento. La forma de realizarlo es por medio de una serie de tamices que definen el tamaño de las partículas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Tabla 3.2 Escala de Wentworth para clasificar las partículas de sedimentos Clásticos según su tamaño (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

CLASIFICACION DE SEDIMENTOS				
Límites de Clases (milímetros)	Clases de tamaño		Término para roca	
256	Gravas	Peñascos	Conglomerado Brecha Rudita Rocas rudáceas	
16		Mataténas		
4		Guijarros		
2		Gránulos		
1	Arenas	Arenas muy gruesas	Arenisca Arenita Rocas arenáceas	
0.05		Arenas gruesas		
0.25		Arenas medianas		
0.125		Arenas finas		
0.0625		Arenas muy finas		
0.0312	Limos	Limo grueso	Limositas	Argilita Rocas argiláceas Lodolita Rocas Lodosas Lutita
0.0156		Limo medio		
0.0078		Limo fino		
0.0039		Limo muy fino		
	Arcilla		Lutita	

3.2.5.3 Curva granulométrica

La curva granulométrica de un suelo es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Para este análisis se utilizan dos procedimientos en forma combinada, las partículas mayores se separan por medio de tamices con aberturas de malla estandarizadas, y luego se pesan las cantidades que han sido retenidas en cada tamiz. Las partículas menores se separan por el método hidrométrico (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

Se representa gráficamente en un papel denominado "log-normal" por tener en la horizontal una escala logarítmica, y en la vertical una escala natural (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2001).

3.2.5.4 Sistema de clasificación de suelos unificado

Este fue propuesto por el profesor Arthur Casagrande en el año 1948, y adoptado subsecuentemente por el cuerpo de ingenieros del ejército de los EE.UU. para la construcción de aeropuertos, para el (U.S. Bureau of Reclamation en 1963) por otras instituciones de aquel país y por el resto del mundo, siendo nuestro país uno de ellos.

Esta clasificación se realizara bajo las condiciones establecidas por la ASTM y AASHTO, Normas: AASTHO T87-70, AASTHO T88-70, ASTM D421-58 y D422-63.

El sistema unificado divide a los suelos en tres grupos principales que son: suelo de grano grueso, suelo de grano fino, suelos altamente orgánicos o suelos turba (Tabla 3.3).

La base de distinción entre los suelos de grano grueso los de grano fino es el tamiz N° 200; se dice que un suelo es de grano grueso, cuando más de 50% en peso de sus partículas son retenidas en el tamiz N° 200, y son de grano fino si mas del 50% de sus partículas pasan el tamiz N° 200 (Bowles, Y. 1978).

Tabla 3.3 Sistema de Clasificación de Suelo unificado (Gonzales de Vallejo y otros, 2004).

División principal		Símbolo	Criterios de clasificación		Descripción
			% que pasa el tamiz 200	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%	$D_{60}/D_{10} > 4$ $D_{30}/(D_{60} * D_{10}) = 1-3$	Gravas bien graduada, grava arenosa.
		GP		Cuando no se cumple las condiciones para GW	Gravas mal graduadas o discontinuas, gravas arenosas
		GM	$\geq 12\%$	$IP < 4$ 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%	$D_{60}/D_{10} > 4$ $D_{30}/(D_{60} * D_{10}) = 1-3$	Arenas bien graduadas, arenas gravosas
		SP		Cuando no se cumple las condiciones para SW	Arenas mal graduadas. Arenas gravosas
		SM	$\geq 12\%$	$IP < 4$ o bajo la línea A	Arenas limosas, arenas limosas-gravosas
		SC		$IP > 7$ o sobre la línea A	Arenas arcillosas, arenas arcillosas-gravosas.
Grano fino: Menos del 50% en peso mayor que el tamiz #200	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

Continuación de la Tabla 3.3.

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

Suelos de grano grueso: el sistema unificado utiliza un símbolo genérico para cada grupo, formados por dos letras mayúsculas que corresponden a las iniciales de los nombres en inglés, de los suelos más típicos de ese grupo. Así tenemos:

G: (Gravel), gravas y suelo en que predomina éste.

S: (Sand), arenas y suelos arenosos.

La base de distinción entre las gravas y las arenas es el tamiz N° 04, de tal forma que un suelo pertenece al grupo genérico G, cuando más del 50% de su fracción gruesa, (retenida o acumulada en el tamiz N° 200), es retenido en el tamiz N° 04 y será del grupo genérico S, cuando menos del 50% es retenido en el tamiz N° 04 (Bowles, Y. 1978).

La grava (G) y la arena (S), se dividen a su vez en cuatro grupos, que son:

W: (WellGraded), bien gradada; suelo limpio de finos resultados de la combinación con los símbolos genéricos, los grupos: GW y SW.

P: (PoorlyGraded), mal gradada; suelo limpio de finos resultantes de la combinación con los símbolos genéricos, los grupos: GP y SP.

M: (Del Sueco Mo), limo; suelo con cantidad apreciable de finos de baja plasticidad resultante de la combinación con los símbolos genéricos, los grupos: GM y SM.

C: (Clay), arcillas; suelo con cantidad apreciable de finos de mediana a alta plasticidad resultante de la combinación con los símbolos genéricos, los grupos: GC y SC.

Grupos GW y SW.

GW: gravas bien gradadas, con pocos finos (Bowles, J. 1978).

SW: arenas bien gradadas, arenas con gravas, con pocos finos o limpias.

Grupos GP y SP: son suelos mal gradados, de apariencia uniforme, presentan un predominio de un tamaño, o de un rango de tamaño, con carencias de partículas intermedias.

GP: gravas mal gradadas, mezcla de gravas – arenas con o sin finos.

SP: arenas mal gradadas, arenas con grava, con pocos o sin finos.

Grupos GC y SC.

GC: gravas arcillosas, mezcla de grava – arena – arcilla.

SC: Arenas arcillosas, mezcla de arenas y arcillas.

Suelos de Grano fino: igual que en el caso de los suelos de grano grueso, el sistema unificado utiliza un símbolo genérico, formado por dos letras mayúsculas, para distinguir los suelos de granos finos; estos se dividen en los tres grupos siguientes (Bowles, Y. 1978).

M: (Del Suelo Mo = Limo). Limo inorgánico.

C: (Clay). Arcillas inorgánicas.

O: (Organic). Limos y Arcillas orgánicas, se caracteriza por la presencia de materia orgánica.

Cada uno de estos tres tipos de suelo se subdivide con base en el límite líquido en dos grupos que son (Bowles, Y. 1978).

L: (Low Compressibility = Baja Compresibilidad). Si el límite líquido es de 50, o menos, es decir, suelos de baja compresibilidad resultantes de la combinación con los símbolos genéricos los grupos: ML, CL y OL.

H: (High Compressibility = Alta compresibilidad). Si el límite líquido es mayor de 50, suelos de alta compresibilidad. Resultante de la combinación con los símbolos genéricos los grupos: MH, CH y OH.

Cabe destacar que un suelo es más compresible cuanto mayor sea su límite líquido.

El símbolo Pt: (Peat = Turba), está asignado para suelos altamente orgánicos de textura fibrosa, como las turbas y suelos pantanosos (Bowles, Y. 1978).

Grupos CL y CH: se clasifican dentro de este grupo las arcillas inorgánicas.

CL: arcillas inorgánicas, con plasticidad de baja a media; arcillas con gravas, arcillas arenosas, arcillas limosas.

CH: arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.

Grupos ML y MH: en este grupo se encuentran los limos inorgánicos.

ML: limos Inorgánicos, polvo de roca, limo limpio, arenas muy finas y limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.

MH: limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos (Bowles, Y. 1978).

Grupos OL y OH: en estos grupos se encuentran los limos y arcillas orgánicas, con rango de plasticidad equivalentes a los grupos ML y MH respectivamente.

OL: limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de plasticidad reducida.

OH: arcillas orgánicas de plasticidad de media a alta; limos orgánicos muy compresibles.

Grupo Pt.: todos los tipos de suelo que comprenden este grupo, son identificados como turba u otros con alto contenido de materia orgánica en estado de descomposición (Bowles, Y. 1978).

3.2.6 Prospección geológica

Prospección es la etapa donde se buscan los minerales aprovechables en una zona determinada. Las técnicas que se usan son las basadas en estudios geológicos, o bien mediante técnicas basadas en geofísicas, geoquímica, entre otras. En esta fase se determina anomalías del terreno que justifiquen estudios posteriores de mayor precisión (Pilloud, A. 1998).

3.2.6.1 Clasificación de la prospección geológica

Según su forma:

- ❖ Indirecta: se realiza mediante el uso de SIG (sistema de información geográfica), estudio de documentación existente, estudio preliminar de yacimientos posibles y determinación de yacimientos (Pilloud, A. 1998).

- ❖ Directa: se realiza mediante la exploración de campo (in situ) y se registran resultado de ensayo y exploración mediante diferentes métodos existentes para tal fin (Pilloud, A. 1998).

Según su necesidad:

- ❖ Geofísica: se realiza mediante la aplicación de métodos magnetométricos, gravimétricos, eléctricos, electromagnéticos y sismo de refracción y reflexión (Pilloud, A. 1998).

- ❖ Geoquímica: aquella que se realiza mediante la aplicación de métodos litogeoquímicos, sedimentos de corrientes, muestreos hidroggeoquímicos, biogeoquímicos, emanometría (radiactividad) (Pilloud, A. 1998).

Según sus características:

- ❖ **Minerales metalíferos:** se realiza mediante la aplicación de métodos que engloba tanto la geofísica como la geoquímica (Pilloud, A. 1998).

- ❖ **Minerales industriales, rocas de aplicación y ornamentales:** aquella donde la prospección cambia y se divide en dos, una estratigráfica (estudio de documentación existente, reconocimiento, análisis y pruebas, interpretación de la información obtenida) y otra táctica (estudios de campo, muestreos, ejecución de trincheras, geofísica y perforaciones, pruebas y ensayos (Pilloud, A. 1998).

- ❖ **Agua subterránea:** se realiza mediante estudio de la relación con la abundancia, exigencias de calidad del recurso y de caudales requeridos mediante la aplicación de métodos geológicos; métodos hidrológicos; y métodos geofísicos de superficie (Pilloud, A. 1998).

3.2.6.2 Etapas de la prospección geológica

1. Primera etapa:

- ❖ **Prospección básica:** en esta etapa se efectúa un reconocimiento general de un área extensa (decenas a cientos de kilómetros) con el fin de identificar algunas características favorables que puedan indicar la presencia de un yacimiento (Pilloud, A. 1998).

- ❖ **Prospección preliminar:** el geólogo estudia diferentes antecedentes y aplica técnicas específicas (mapas geológicos, imágenes de satélites, geofísica, entre otros) para seleccionar las áreas donde desarrollar la exploración básica (Pilloud, A. 1998).

❖ **Prospección expeditiva de semidetalle:** una vez identificada el área, el equipo se dirige a terreno para registrar las características de las rocas (color, textura, estructura, presencia de minerales indicativos) y su ubicación, y para recoger muestras que permitirán determinar el contenido de los elementos interesantes en una explotación, tales como cobre, oro, hierro, molibdeno, entre otros.

Esta información es relevante para tomar la decisión de seguir adelante con la exploración o descartar el área y comenzar en otra (Pilloud, A. 1998).

2. **Segunda etapa: Prospección intermedia o detallada:** una vez localizada el área de interés, se realizan con mayor detalle trabajos geofísicos tales como magnetometría, gravimetría, resistividad, entre otros. Y trabajos geoquímicos como la obtención y análisis químicos de muestras de superficie (Pilloud, A. 1998).

3. **Tercera etapa: prospección avanzada:** En esta etapa se determina con mayor precisión la forma de extensión del yacimiento y la calidad del mineral encontrado, es decir, la ley de mineral que corresponde al contenido del o de los elementos de interés (Pilloud, A. 1998) (Figura 3.2).

3.2.7Peso Específico

Es un método de ensayo utilizado para determinar la densidad de la porción sólida de un número grande de partículas de árido y proporcionar un valor promedio, que representa la muestra. La diferencia entre la densidad de las partículas del árido, determinadas por este método, y la muestra unitaria (peso volumétrico) de los áridos, determinada de acuerdo al procedimiento de la NTE INEN 858, radica en que este último método incluye el volumen de los vacíos entre partículas del árido. Este método de ensayo no es aplicable para ser utilizado con áridos livianos (Pilloud, A. 1998).

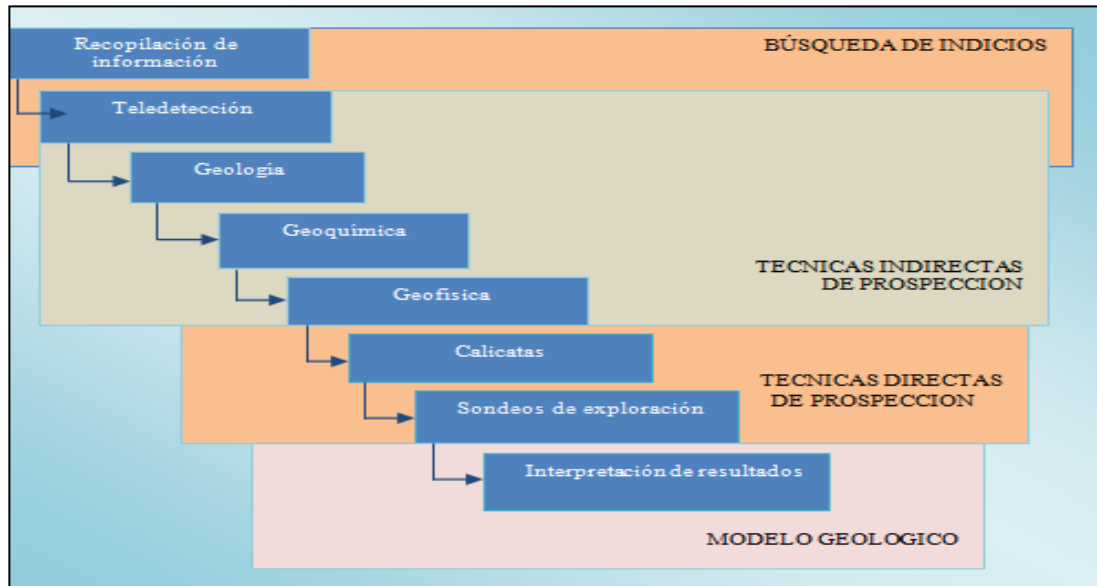


Figura 3.2 Pasos para la prospección de un determinado mineral (Pilloud, A. 1998).

3.2.8 Peso unitario

El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en Kg/m^3 (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.8.1 Peso unitario suelto (PUS)

Se denomina el peso unitario suelto (PUS) cuando se coloca el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y a continuación se nivela al ras con una varilla. El concepto PUS es importante cuando se trata de manejo, transporte y almacenamiento de los agregados, debido a que esto se hace en estado suelto (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.8.2 Peso unitario compactado (PUC)

Se denomina peso unitario compactado (PUC) cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas de los agregados. El PUC es importante desde el punto de vista de diseños de mezclas ya que con él se determina el volumen absoluto de los agregados por cuanto estos van a estar sometidos a compactación (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.9 Desgaste de los ángeles

El desgaste de los ángeles es un ensayo que proporciona una medida de la degradación del árido, consecuencia de la acción combinada de abrasión, impacto y machaqueo, llevada a término en un cilindro rotatorio de acero, en cuyo interior se introduce con la muestra un determinado número de bolas de acero, en función de la granulometría del árido que se ensaya (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.10 Suelos

Es la capa más superficial de la corteza terrestre, que resulta de la descomposición de las rocas por los cambios bruscos de temperatura y por la acción del agua, del viento y de los seres vivos. El proceso mediante el cual los fragmentos de roca se hacen cada vez más pequeños, se disuelven o van a formar nuevos compuestos, se conoce con el nombre de meteorización. Los productos rocosos de la meteorización se mezclan con el aire, agua y restos orgánicos provenientes de plantas y animales para formar suelos. Luego el suelo puede ser considerado como el producto de la interacción entre la litosfera, la atmósfera, la hidrosfera y la biosfera. Este proceso tarda muchos años, razón por la cual los suelos son considerados recursos naturales no renovables. En el suelo se desarrolla gran parte de la vida

terrestre, en él crece una gran cantidad de plantas, y viven muchos animales (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.11Tipos de suelos

Existen básicamente tres tipos de suelos: los no evolucionados, los poco evolucionados y los muy evolucionados; atendiendo al grado de desarrollo del perfil, la naturaleza de la evolución y el tipo de humus (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

1.Los suelos no evolucionados: estos son suelos brutos muy próximos a la roca madre. Apenas tienen aporte de materia orgánica y carecen de horizonte B.

Si son resultado de fenómenos erosivos, pueden ser: regosoles, si se forman sobre roca madre blanda, o litosoles, si se forman sobre roca madre dura. También pueden ser resultado de la acumulación reciente de aportes aluviales.

2. Los suelos poco evolucionados: Los suelos poco evolucionados dependen en gran medida de la naturaleza de la roca madre. Existen tres tipos básicos: los suelos ránker, los suelos rendzina y los suelos de estepa.

3. Los suelos evolucionados: Estos son los suelos que tienen perfectamente formados los tres horizontes. Encontramos todo tipo de humus, y cierta independencia de la roca madre. Los suelos típicos son: los suelos pardos, lixiviados, podsólicos, podsoles, ferruginosos, ferralíticos, pseudogley, gley y halomorfos(Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.12 Erosión del suelo

Es la que se desarrolla alrededor de varios años y se desarrollan en torno de algo natural. Se le puede denominar erosión geológica. En esta erosión el proceso suele ser lento y se prolonga por millones de años, suelen intervenir la lluvia, nieve, frío, calor y viento. En los climas áridos es el calor que agrieta el suelo (pues este se expande) y el viento lleva granos de arena formando dunas y montes de baja altura (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.13 Erosión diferencial

Proceso por el cual el fenómeno de desgaste del relieve adquiere mayor o menor velocidad en unas zonas que en otras en función de las diferencias climáticas, los contrastes del terreno, o la distinta dureza de los materiales erosionados. De este modo las rocas más duras quedan en resalte sobre las más blandas, originándose formas características como: relieves en cuesta, relieves tabulares, cerros testigos, mesas, paramos y relieves apalachense (Lambe, W. y Whitman, R. 2001).

3.2.14 Redondez de las partículas de sedimento clástico

La forma de los granos (fragmentos clásticos) de cada partícula que conforma un sedimento es una de sus características más obvias que tiene gran influencia en la determinación de su comportamiento durante el transporte y la deposición, que constituye una importante característica de su textura. Esta propiedad es también una de las más difíciles de describir y medir en términos cuantitativos, de hecho el problema aún desafía a una solución satisfactoria. Sin embargo, la forma se expresa mediante dos índices el de esfericidad y el de redondez (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

En su origen los fragmentos de roca son normalmente angulares y casi de una variedad de formas infinitas. Los minerales que son quebradizos o que tienen buen clivaje tienden a permanecer angulares al ser reducidos en tamaño (principalmente por fractura), pero los minerales resistentes como el cuarzo son reducidos por atrición durante el transporte (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

El desgaste de estas partículas está concentrado principalmente en las orillas y esquinas, que son desgastadas hasta hacerse romas (por ejemplo, en el caso de transporte por saltación los granos minerales sufren golpeteos con el fondo del cauce de los ríos en función de la intensidad de la corriente). El redondeamiento es entonces, una función de la agudeza de las orillas y las esquinas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

Cuando se estudia la redondez de las partículas de un sedimento se están estudiando las condiciones de transporte de los mismos, es decir, si la muestra ha sufrido poco o mucho transporte. Además, intrínsecamente se estudian los niveles energéticos a los que ha estado sometida la muestra, relacionándolos con la distancia de transporte y la intensidad con la que ha ocurrido el proceso que les ha dado su forma (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

Con respecto a la cantidad de energía que es aplicada sobre cada una de las partículas ésta puede ser alta, media y baja. La primera ha de mover granos de gran tamaño y disminuye en el sentido de la energía aplicada, mientras que para que las aristas de los granos sean angulosas es necesario menor cantidad de energía y de transporte (estar cerca de la fuente), parámetros que se incrementan a medida que los granos se hacen más redondeados (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

Se interpreta así la relación existente entre el tamaño, la velocidad y la energía (en función de la distancia y el tiempo) aplicados a un grano de sedimento dado que en principio un fragmento de roca posee angulosidades, pero éstas se van perdiendo a medida que el fragmento es llevado por los procesos que rigen la mecánica del medio de transporte donde se encuentra (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

Por tanto, el estudio de la forma del grano, es decir, de sus angulosidades, se refiere a si una partícula posee aristas angulosas, subangulosa, redondeadas, subredondeadas, o bien, muy angulosas o muy redondeadas (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000) (Figura 3.3).

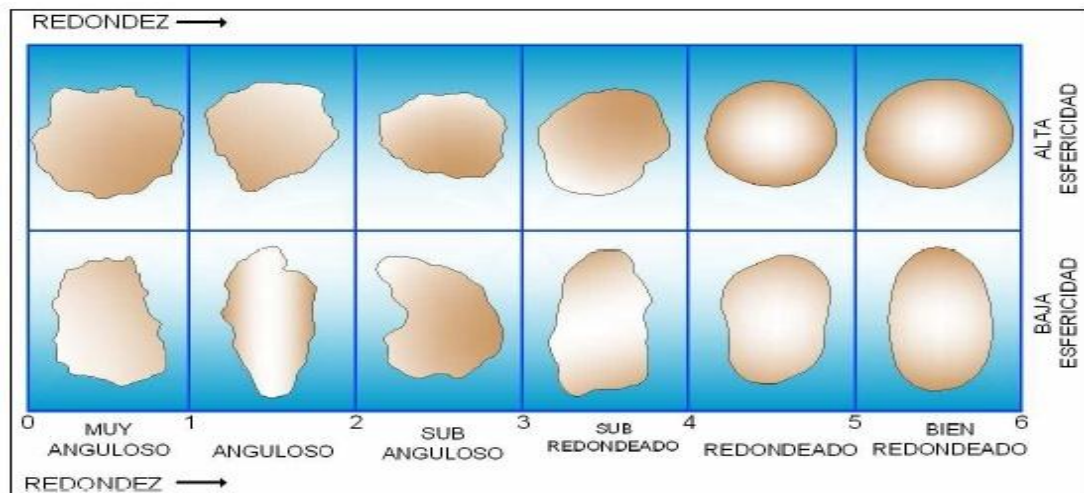


Figura 3.3 Redondez de las partículas de sedimento clásticos (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

3.2.15 Determinación del grado de redondez de las partículas sedimentarias

Debido a la dificultad de distinguir las ligeras diferencias en la redondez de las partículas pequeñas se han propuesto cinco grados de redondez (Russell y Taylor,

1937; Powers, 1953; Pettijohn, F. y Siever, R. 1957 en Departamento de Geología Universidad de Oriente, 2000).

Cada una de las clasificaciones existentes se diferencia cuando se necesita tener una discriminación más afinada y se requieren hacer análisis estadísticos más rigurosos con los resultados (Herrera, J. 1998) (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Grados de redondez de las partículas sedimentarias (Herrera, J., 1998, en Departamento de Geología de la Universidad de Oriente, 2000).

NOMECLATURA DE LOS GRADOS DE REDONDEZ	RUSSEL Y TAYLOR		PETTIJOHN	
	Límite de las Clases	Punto Medio	Límite de las Clases	Punto medio
Anguloso	0.00-0.15	0.075	0.00-0.15	0.125
Sub-anguloso	0.15-0.300.225		0.15-0.25	0.200
Sub-redondeado	0.30-0.5	0.400	0.25-0.40	0.315
Redondeado	0.50-0.70	0.600	0.40-0.60	0.500
Muy redondeado	0.70-1.00	0.850	0.60-100	0.800

En la Tabla 3.4 puede observarse que los cinco grados de redondez propuestos por Russel y Taylor no son iguales en tamaño. Esta desigualdad surge a raíz de la dificultad en distinguir ligeras diferencias en redondez, cuando los valores de estos son pequeños. Los grados de redondez de acuerdo a Pettijohn, F., son los siguientes (Departamento de Geología, Universidad de Oriente, 2000).

1. Anguloso (0-0,15): las aristas y los vértices son agudos y muestran poca o ninguna prueba de desgaste. Los vértices secundarios son numerosos (entre 15-30) y agudos.

2. Sub-anguloso (0,15-0,25): los fragmentos mantienen aún su forma primitiva y las caras están virtualmente intactas, pero las aristas y los vértices han sido redondeados en cierto grado mostrando los efectos típicos del desgaste. Los vértices secundarios son numerosos (entre 10-20), pero menos que en los angulosos.

3. Sub-redondeado (0,25-0,40): las aristas y los vértices están redondeados en curvas suaves y la superficie de las caras primitivas se encuentran bastante reducidas, mostrando considerable desgaste pero manteniendo aún la forma primitiva del grano. Los vértices secundarios están muy redondeados y en número reducido.

4.Redondeado (0,40-0,60): las caras originales se muestran completamente destruidas, pero todavía pueden presentar alguna superficie plana. Puede haber ángulos cóncavos entre caras remanentes. Todas las aristas y los vértices originales han sido pulidos hasta curvas suaves y amplias. Los vértices secundarios están muy suavizados y escasos (entre 0-5). Con una redondez de 0,6 todos los vértices secundarios desaparecen, y aún se reconoce la forma primitiva.

5.Muy redondeado (0,60-1,00): la superficie consta totalmente de curvas amplias, sin caras originales con aristas y vértices; carece de áreas planas y de aristas secundarias. La forma original se reconoce por la forma actual del grano.

3.2.16 Normas COVENIN

Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN, como se conoció desde 1958 hasta 2004 es el ente encargado de velar por la estandarización y normalización bajo lineamientos de calidad en Venezuela. COVENIN estableció los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos que estas normas rigen. A partir de año 2004, las actividades desarrolladas por COVENIN pasan a ser ejecutadas por Fondo para la

Normalización y Certificación de la Calidad FONDONORMA (Corredor, M. 2004) (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Normas Covenin para ensayos de agregados gruesos (Corredor, M. 2004).

Norma COVENIN		
Norma	Descripción	Alcance
2000-1987	Sector construcción. Especificaciones. Codificación y medición. Parte 1: carreteras.	La norma venezolana 2000:1980 sector construcción. Especificaciones. Codificación y mediciones. Parte 1: carreteras, fue aprobada con carácter provisional en el año 1980. Desde su aprobación y dado que no se recibieron observaciones a la misma, la COVENIN en su reunión N° 6-87 (84) de fecha 08/12/87 decidió aprobarla como definitiva, conservándose su contenido original.
266-77	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos menores de 38,1 mm ($1\frac{1}{2}$ ") por medio de la maquina los ángeles.	Esta norma describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la resistencia al desgaste de los áridos utilizando la máquina de los ángeles. El método proporciona una medida de la degradación del árido, consecuencia de la acción combinada de abrasión, impacto y machaqueo.
269-98	Agregado grueso. Determinación de la densidad y la absorción.	Esta norma venezolana contempla el método de ensayo para determinar la densidad aparente, la densidad aparente con muestra saturada y superficie seca (densidad aparente), la densidad nominal (todas a $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) y la absorción del agregado grueso.
263-78	Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso.	Esta norma contempla el método de ensayo para determinar el peso unitario de agregados finos, gruesos o mezclados.

3.2.17 Normas ASTM

ASTM internacional es una de las organizaciones más grande del mundo para el desarrollo voluntario de normas, una fuente confiable de normas técnicas para materiales, productos, sistemas y servicios. Conocidas por su alta calidad técnica y relevancia, en el mercado las normas ASTM desempeñan un importante papel en la infraestructura de la información que orienta el diseño, la fabricación y el comercio de la economía mundial. ASTM internacional, originalmente conocido como

American Society for Testing and Materials (ASTM), se formó hace más de un siglo, cuando un grupo de ingenieros científicos con miras al futuro se reunieron para tratar las frecuentes roturas de rieles en la pujante industria ferroviaria (Juárez, E. y Rico, A. 2006).

Su trabajo condujo a la estandarización del acero utilizado en la construcción de rieles, mejorando la seguridad ferroviaria para el público. Con el avance del siglo y los nuevos desarrollos industriales, gubernamentales y ambientales se hacía necesario nuevos requisitos de estandarización, ASTM respondió a la demanda con normas en consenso que hicieron mejores, más seguros y rentables los productos y servicios. La orgullosa tradición y visión avanzada que comenzó en 1898 es aun el sello de ASTM internacional (Juárez, E. y Rico, A. 2006) (Tabla 3.6).

Tabla 3.6 Normas ASTM referente a ensayos de materiales de construcción (Juárez, E. y Rico, A. 2006).

Normas ASTM		
Norma	Descripción	Alcance
C136-06	Método de ensayo. Análisis granulométrico por tamices de los agregados finos y gruesos.	Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente el tamaño de partículas de agregados finos y gruesos de un material, por medio de tamices con aberturas cuadradas.
C131-96	Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste en agregados gruesos menores de (1 ^{1/2"})	Esta es la prueba que se aplica para averiguar la calidad global estructural del agregado grueso
C127-07	Determinación del peso específico y la absorción del agregado grueso	Este método de ensayo se aplica para la determinación de la densidad promedio en una muestra de árido grueso (sin incluir el volumen de vacíos entre partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del árido.
C29-97	Método para determinar el peso unitario del agregado	Este método de ensayo permite determinar la densidad aparente (peso unitario) de un árido tanto en su condición compactada o suelta y calcular los huecos entre las partículas en los áridos finos, gruesos o mezclas de áridos, basada en la misma determinación.

3.3 Fundamentos legales

3.3.1 Ley Orgánica del Ambiente

Título 1 Capítulo 1 Disposiciones generales

Artículo 1: esta ley tiene por objeto establecer las disposiciones y desarrollar los principios rectores para la gestión del ambiente, en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad del estado y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta, en interés de la humanidad. De igual forma, establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Según Tamayo, M. (2007) la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos”.

La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de un fenómeno específico que se somete a un análisis”. La investigación se cataloga de tipo descriptiva debido a que en ella se describirá las características sedimentológica, estratigráficas, estructurales y ciertos aspectos geológicos importantes de los miembros en estudios.”

4.2 Diseño de la investigación

El presente estudio utiliza un diseño de investigación descriptiva y de campo.

4.2.1 Diseño descriptivo

“La investigación presenta un diseño descriptivo; porque comprende la descripción, registro, análisis e interpretaciones de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. Trabaja sobre realidades de hechos y su

característica fundamental es la presentar una interpretación correcta” (Tamayo, M. 2007).

La investigación es de tipo descriptiva, porque se basa en la caracterización de los hechos que permiten describir, analizar e interpretar las tipologías de las gravas y geomorfología presente en el área de estudio.

4.2.2 Diseño de campo

Diseño de campo cuando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permite cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas (Tamayo, M. 2007).

Se considera que el estudio es de campo porque la información fue recolectada directamente en el fundo San Antonio. Se tomaron muestras en el área de estudio para su posterior análisis.

4.3 Población de la investigación

La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por problemas y por los objetivos de estudio (Arias, F. 2006).

Para fines de este trabajo de investigación, la población está representada por todas las gravas ubicadas en un área de 15.025 Hectáreas (150248.370 m²), correspondiente a las partes más elevadas del Fundo San Antonio.

4.4 Muestra de la investigación

La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población (Arias, F. 2006).

En esta investigación, se tomaron 10 muestras. Estas muestras se obtuvieron del cuarteo y separación en fracciones de 10 muestras de 10 Kilogramos cada una, de un apilamiento de gravas de 50 toneladas.

Este procedimiento para el muestreo, se hizo de acuerdo con las especificaciones de INGECONTROL, C.A

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

Se entenderá por técnica de investigación, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (Arias, F. 2006).

La principal técnica que se usó, fue la del cuarteo de los sedimentos apilados, seguidamente se hizo una observación directa para determinar la esfericidad y redondez de las partículas y el diámetro aproximado.

Otra de las técnicas utilizadas fue la toma de notas, donde se llevó el control de viajes de acarreo del tractor y se hizo un registro fotográfico. Posteriormente las técnicas propias del laboratorio INGECONTROL, para las determinaciones de combinación de agregados, peso unitario, peso específico del agregado fino y desgaste de los ángeles.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos y herramientas usadas para la realización de la presente investigación fueron:

4.5.2.1 Libreta de campo

Utilizada para anotar datos importantes para la investigación, tales como las coordenadas, elevaciones, espesores, tipo de materiales.

4.5.2.2 Plataforma digital

Constituidos por los programas:

- ❖ Google Earth: para la ubicación de la zona de estudios por coordenadas.

- ❖ Global Mapper: es un sistema de información geográfica (GIS) paquete de software actualmente desarrollado por Blue Marble Geographics que se ejecuta en Microsoft Windows. Esta herramienta es potencialmente para realizar curvas de nivel, cálculos de áreas, entre otros.

- ❖ AutoCAD: AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D que se emplea para darle escala al mapa.

- ❖ Microsoft Word 2010: utilizado principalmente para transcribir la presente investigación.

❖ Microsoft Excel 2010: utilizado para los cálculos pertinentes a la investigación.

❖ Cámaras fotográficas: utilizado para obtener imágenes del área de la investigación.

❖ GPS: utilizada para obtener las coordenadas necesarias del área de la investigación.

❖ Brújula: utilizada para mediciones de Rumbos y Buzamientos

4.6 Recopilación bibliográfica

Para el desarrollo de esta fase se procedió a extraer toda la información bibliográfica y cartográfica, fundamentalmente de una recopilación exhaustiva de todos los estudios que se han realizados anteriormente, basados en la prospección geológica del fundo san Antonio, provenientes de las fuentes de documentación de la Universidad de Oriente en el Núcleo Bolívar, también se consultó otras fuentes de información como la electrónica (Internet) y documentación personal lo que permitió conocer, reseñar y discutir los aspectos generales más resaltantes sobre el tema en estudio.

4.6.1Flujograma de la investigación

A continuación se muestra el Flujograma de la investigación que denota las etapas a seguir para la correcta elaboración de este trabajo de investigación (Figura 4.1).

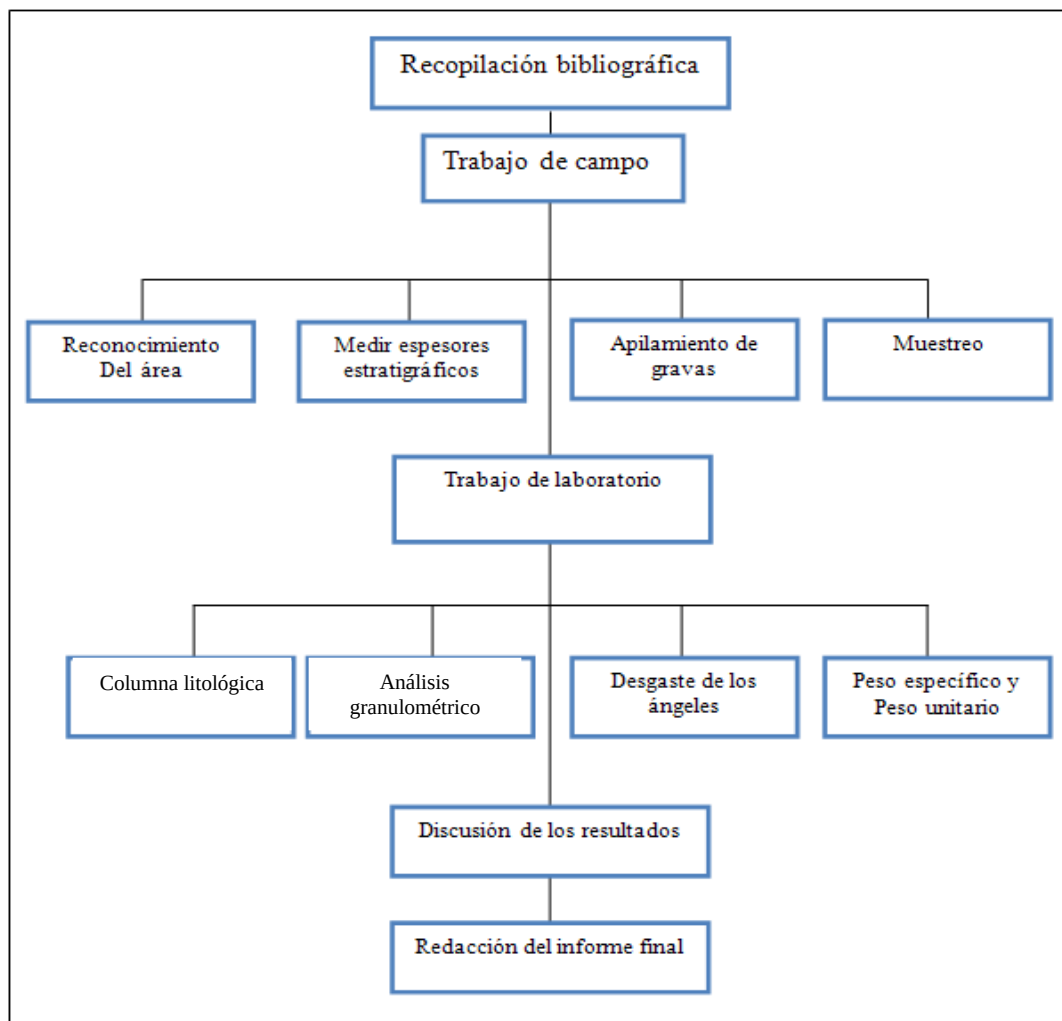


Figura 4.1 Metodología de trabajo.

4.6.2 Trabajo de campo

Para realizar el reconocimiento al área de estudio se hizo un recorrido a través de las vías o caminos de fácil acceso hasta llegar al recinto del Fundo San Antonio, donde nos proporcionaron un vehículo que nos permitió acceder al terreno donde se hizo la prospección en busca del material. Teniendo en cuenta que se hicieron 12 visitas a campo con una duración de 5 horas cada estadía, dando un total de 60 horas trabajadas.

Para ubicar y posicionar el área de estudio se utilizó como instrumento un GPS el cual nos indicó las coordenadas UTM para los distintos puntos de muestreo y así lograr obtener toda la información posible para la interpretación geológica, topográfica y geomorfológica del área de estudio (Figura 4.2).



Figura 4.2 Levantamiento con GPS de los Puntos de muestreo.

Para efectuar el proceso de apilamiento de las gravas se utilizó unpayloader haciendo un raspado de los diferentes puntos seleccionados para el muestreo, hasta obtener una pila de 50 toneladas del material (Figura 4.3).



Figura 4.3 Recolección y apilamiento del material mediante maquinaria pesada.

De acuerdo a la poligonal realizada al área de estudio se tomaron 10 puntos de muestras donde se observó la mayor acumulación de gravas y las elevaciones del terreno, las cuales fueron fotografiadas y posteriormente se realizó la recolección de las mismas para su posterior análisis (Figura 4.4).



Figura 4.4 Muestreo manual del material gravoso apilado en el Fundo San Antonio.

4.6.3 Trabajo de laboratorio

Después de la toma de muestra nos dirigimos al laboratorio de INGECONTROL ubicado en la Zona Industrial Matanza Sur, UD-321 manzana 7, edificio INGECONTROL, Ciudad Guayana Estado Bolívar; donde fuimos recibidos por el laboratorista quien nos indicó los procedimientos a seguir para realizar los ensayos necesarios y determinar las características tecnológicas de la gravas como agregados de mezclas asfálticas.

4.6.3.1 Columna litológica

Para la realización de la columna litológica, se hizo un levantamiento geológico del perímetro, hasta donde afloran las gravas, y se procedió a medir los espesores y observar la capa infrayacente. La grava ocupa las topografías más elevadas e infrayacente a estas se observaron arenas rojas mal cementadas, algo conglomerática, de grano grueso (Figura 4.5).



Figura 4.5 La potencia promedio medida de las gravas, es homogéneo y constante, Alcanzando 0.50 m.

4.6.3.2 Ensayos granulométricos

Para realizar el ensayo granulométrico se utilizó una balanza, un juego de tamices N° 200, 100, 60, 30, 8, 4, tapa y fondo 11/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y un horno capaz de mantener una temperatura uniforme de 110° C. El analista obtiene el material por medio de un divisor de muestras o por el método de cuarteo, la muestra estaba completamente mezclada y con suficiente humedad para evitar segregación, la muestra se seca y tendrá el peso deseado para el ensayo (Figura 4.5).



Figura 4.6 Cuarteador y batería de tamices, alineados en orden decreciente, según la malla.

Posteriormente se efectúa la operación de cernido por medio de un movimiento lateral y vertical de los tamices, acompañado por la acción de golpe, para mantener la muestra en continuo movimiento sobre la superficie del tamiz. Finalmente se procede a realizar los cálculos y la construcción de las curvas granulométricas (INGECONTROL 2016).

4.6.3.3 Ensayo de desgaste de los ángeles

Para realizar el ensayo de desgaste de los Ángeles, se usa una máquina, la cual consta de un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de 710 ± 5 mm ($28 \pm 0,2''$) y un largo interior de 508 ± 5 mm ($20 \pm 0,2''$). El cilindro está montado sobre puntas de eje adosadas a los extremos del cilindro, pero sin penetrarlo y en forma tal que pueda rotar con el eje en posición horizontal con una tolerancia de 1 en 100 en su inclinación. El cilindro tiene una abertura para introducir la muestra de ensayo con una tapa adecuada a prueba de polvo, para cubrir la abertura y con medios para poderla atornillar en su sitio.

Para ensayar muestras, se coloca la muestra y la carga abrasiva en la máquina de los ángeles y se hace rotar el tambor a una velocidad de 30 a 33 rpm durante 500 revoluciones. La máquina se acciona y se mantiene equilibrada de manera tal, que mantiene una velocidad periférica sustancialmente uniforme (Figura 4.7).



Figura 4.7 Máquina para determinar el desgaste de las muestras por abrasión.

La muestra de ensayo consiste en agregado limpio, representativo del material por ensayar y que es previamente secado en un horno a una temperatura comprendida entre 105° y 110° C; hasta un peso aproximadamente constante, separados en tamaños individuales y recombinados para obtener una de las gradaciones indicadas que se aproxime más al rango de tamaños en el agregado suministrado para el trabajo. Antes del ensayo se anota el peso de la muestra con aproximación de 1g. (INGECONTROL 2016) (Figura 4.8).



Figura 4.8 Muestras de gravas limpias y separadas en varios tamaños.

4.6.3.4 Determinación del peso específico y la absorción

Este método de ensayo se utiliza para determinar el peso específico, el peso específico saturada con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas en agua) del agregado grueso.

Después de un lavado completo para eliminar el polvo u otras impurezas superficiales de las partículas se seca la muestra hasta lograr un peso constante a una temperatura de 100° a 110° C. Luego se sumerge la muestra en agua por un periodo de 24 horas. Se saca la muestra del agua y se hace rodar sobre un paño grande absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Luego se seca por separado los fragmentos más grandes. Teniendo mucho cuidado para evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca. Se determina este y los demás pesos con aproximación de 0,5 gr. En este ensayo se utiliza una balanza con capacidad de 5 kg que permita las lecturas de 0,5 gr o menos, una cesta de alambre de malla con abertura N° 8 aproximadamente 20 cm de diámetro y 20 cm de alto, un envase para sumergir la cesta en agua y un aparato adecuado para suspender la cesta de alambre del centro del plato de la balanza. La muestra se selecciona por el método del cuarteo, aproximadamente 5 Kg del agregado (INGECONTROL 2016) (Figura 4.9).



Figura 4.9 Cesta sumergida con muestra, para el examen de absorción.

4.6.3.5 Determinación del peso unitario

Este método de ensayo describe los procedimientos para determinar el peso unitario de agregados finos, gruesos o mezclados. Inicialmente se llena la tercera parte de un recipiente y se nivela la superficie con la mano. Se compacta la masa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes del recipiente y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes (Figura 4.10).



Figura 4.10 Compactación de la muestra de grava, para el ensayo de peso unitario.

Luego se llena el recipiente hasta rebosar, golpeándolo 25 veces con la barra compactadora. Se nivela con un rasero la superficie del agregado de modo que las partes sobresalientes de las piezas mayores del agregado grueso, compensen aproximadamente los vacíos mayores en la superficie que se halla por debajo de la parte superior del recipiente.

Para este ensayo se utiliza un recipiente cilíndrico de metal con asas, con tapa, fondo firme y parejo, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígidas para mantener su forma al ser maltratado. Una barra recta acero, de 16 mm (5/8”) de diámetro, de aproximadamente 60 cm de longitud y semiesférica y una balanza que facilite las lecturas con exactitud de 0,3% del peso leído en cualquier punto de su rango de uso. Se considera que el rango de su uso comprende desde el peso del recipiente vacío hasta el peso del recipiente más su contenido, asumiendo un peso unitario promedio de 1600 kg/m^3 . (INGECONTROL 2016)

4.6.4 Discusión de los resultados

Esta etapa permitió corroborar los datos recolectados durante la etapa de laboratorio y campo, puesto que se mide cualitativamente y cuantitativamente los elementos analizados. Se recopiló y calcularon parámetros básicos de las gravas, los cual se utilizaron para las comparaciones con las normas ASTM y COVENIN.

4.6.5 Redacción del informe final

En esta fase se integró toda la información recopilada y generada en todas las etapas anteriores.

Una vez cubiertas todas las etapas de la exploración, cumpliendo con los objetivos propuestos, y los resultados logrados a través de todo el proceso de la investigación, cada paso de la misma, se procedió a la redacción del informe final, con las conclusiones y las recomendaciones que guardan una estricta relación con cada objetivo.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan los análisis e interpretación de resultados realizados para cada uno de los objetivos obtenidos en la fase experimental mediante la realización de ensayos de laboratorios, a los agregados procedentes del fundo San Antonio, para la elaboración de Mezclas Asfáltica.

Los resultados están representados mediante la presentación de tablas y/o gráficos, analizando así dichos resultados con la finalidad de alcanzar los objetivos de esta investigación.

Para la realización de los ensayos físicos se trabajó con los agregados procedentes del fundo San Antonio, estos ensayos son de vital importancia ya que nos presentan una información relevante en cuanto al posible comportamiento de estos agregados en Mezclas Asfálticas.

5.1 Columna litológica para la delimitación del espesor de gravas

Para la elaboración de la columna litológica y la medición de espesores, se cartografiaron diez (10) puntos sobre el terreno (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Delimitación de las coordenadas de Ubicación de los horizontes gravosos.

Puntos	Coordenadas UTM	
	ESTE	NORTE
1	0428880	0894972
2	0428818	0894935
3	0428997	0895074
4	0428971	0894837
5	0429053	0894837
6	0428883	0894824
7	0428938	0894774
8	0428787	0894464
9	0428693	0894292
10	0428752	0894778

De la 10 mediciones de potencia o espesores, se obtuvo n promedio de espesores de 0.50 cm (Figura 5.1).

ESPESOR	IMAGEN	DESCRIPCION
0.50-cm		gravas de cuarzo de color blanco a grisáceo y fragmentos de rocas, bien redondeada y fragmentos cementados de rocas de color Marrón.
?		arenas rojas mal cementadas, algo conglomerática de grano grueso.
?		
?		
?		

Figura 5.1 Columna estratigráfica y mediciones de espesores de las gravas.

Durante la ubicación también del material gravoso se observó una secuencia sedimentaria constituida por dos (2) capas. La capa del tope está conformada por gravas de cuarzo de color blanco a grisáceo y fragmentos de rocas, bien redondeada y fragmentos cementados de rocas de color Marrón.

Infrayacente al material gravoso se observó una arena algo conglomerática, de color rojo, mal cementada, de grano grueso.

5.2 Evaluar las gravas para estimar su potencialidad mediante el ensayo granulométrico, realizar ensayos de desgaste los ángeles, peso específico y peso unitario para la determinación de las características tecnológica de las mismas.

Los agregados constituyen el 95 %del material de las mezclas asfálticas y deben cumplir ciertos requisitos, como la granulometría. La distribución de tamaños es la propiedad más importante de un material. Los agregados deben ser limpios, no deben poseer arcilla ni limo ya que estas partículas finas generan plasticidad en la mezcla.

A las gravas procedentes del fundo San Antonio se le realizó el ensayo de granulometría según lo especifica la Norma ASTM D1140 / C117 / C136, utilizando dando como 4830,0 grs total de muestra resultado un peso retenido acumulado hasta

el tamiz número 4 de 3290,0 grs y peso pasante del tamiz número 4 de 1539,3 grs (Tabla 5.2).

Tabla 5.2 Ensayo granulométrico de la muestra de grava, correspondiente al Fundo San Antonio.

		Abertura tamiz		Peso retenido (grs.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante	
		Nominal en mm	Designación alternativa NORVEN					
GRANULOMETRÍA GRUESA	PIED	RA	101,6	4"				
			76,10	3"				
	GRAVA	GRUESA	64,00	2 1/2 "				
			50,80	2"				
			38,10	1 1/2 "	0,0	0,0	0,0	100,0
		FINA	25,40	1"	0,0	0,0	0,0	100,0
			19,00	3/4 "	11,0	0,2	0,2	99,8
			12,70	1/2 "	700,8	14,5	14,7	85,3
		9,510	3/8 "	822,0	17,0	31,8	68,2	
		6,350	1/4 "					
4,760		Nº 4	1.756,9	36,4	68,1	31,9		
GRANULOMETRÍA FINA	ARENA	GRUESA	2,380	Nº 8	1437,7	29,8	97,9	2,1
			2,000	Nº10				
		MEDIA	1,190	Nº 16				
			0,841	Nº 20				
			0,595	Nº 30	74,5	1,5	99,4	0,6
			0,420	Nº 40				
		FINA	0,297	Nº 50	6,0	0,1	99,6	0,4
			0,250	Nº 60				
			0,149	Nº 100	7,3	0,2	99,7	0,3
			0,075	Nº 200	13,8	0,3	100,0	0,0
Pasa Nº 200								

En la Tabla 5.2se observa que el mayor porcentaje de muestra queda retenido en el tamiz número 4 con un 36,4% y un porcentaje retenido acumulado de 68,1 % total de la muestra.

También en la Tabla 5.2, se puede estimar que en la muestra seleccionada hay diferentes fracciones de tamaños. Rigiéndonos a las normas ASTM, se puede apreciar

que hay presencia en poco porcentaje retenido en el tamiz 3/4, de grava gruesa con un 0,2%, el mayor porcentaje de muestra está retenida en el tamiz número 4 predominando una grava fina, seguido de un 29,8% de una arena gruesa, 1,5% de una arena media y un 0,6% de una arena fina.

El tamiz número 200 representa un límite entre los materiales gruesos como gravas y arenas, y materiales finos como limos y arcillas, es decir, todo material pasante por el tamiz número 200 se clasifica como material fino, que sería perjudicial para las mezclas asfálticas, es importante resaltar que el porcentaje pasante de dicha muestra es igual a 0% lo que significa que es un material limpio y óptimo para las mezclas asfálticas. Otro parámetro importante es el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) ASTM D 2487 que podemos resolver mediante la siguiente gráfica:(Figura 5.2).

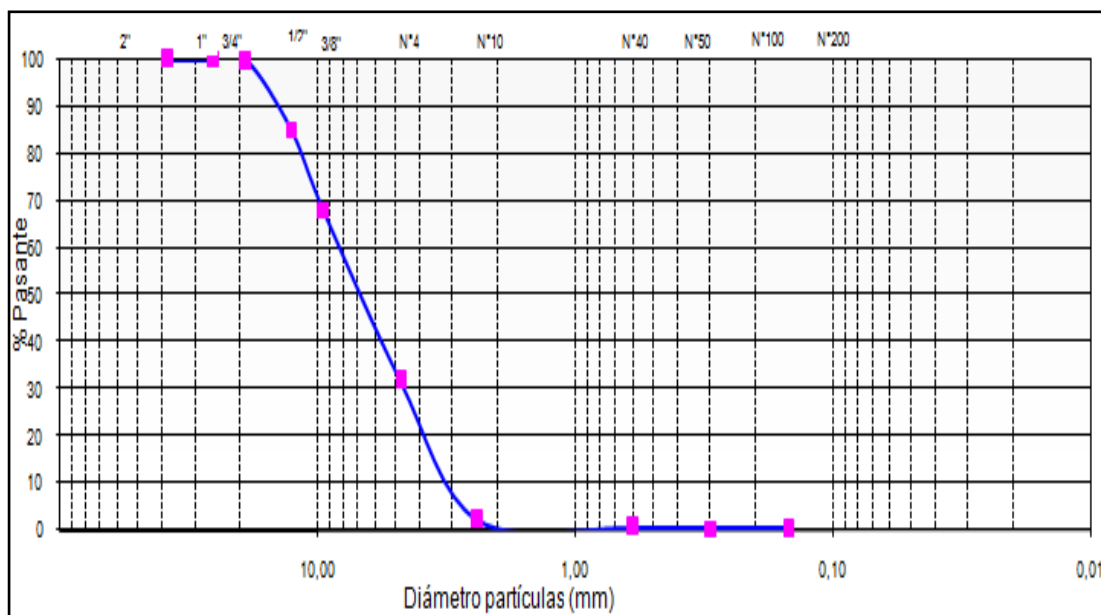


Figura 5.2 Gráfica de curva granulométrica correspondiente al material arenoso del Fundo San Antonio.

5.2.1 Cálculo del coeficiente de uniformidad

Para el cálculo del Coeficiente de uniformidad, se usa la ecuación 5.1

$$CU = D_{60}/D_{10} \quad (\text{Ecuación 5.1})$$

Dónde:

CU: Coeficiente de uniformidad

D₆₀: Decil 60

D₁₀: Decil 10

Donde el *Cu* debe ser mayor de 4 para ser un GW.

Sustituimos:

$$C_U = \frac{8,1}{3,3} = 2,45$$

5.2.1.1 Cálculo del coeficiente de curvatura

Para el cálculo del Coeficiente de curvatura, se usa la ecuación 5.2.

$$C_C = (D_{30})^2 / (D_{60} \times D_{10}) \quad . \quad (\text{Ecuación 5.2})$$

Dónde

C_c: Coeficiente de curvatura

D₆₀: Decil 60

D₁₀: Decil 10

D₃₀: Decil 30

Dónde el C_c debe de estar comprendido entre 1 y 3 para ser un GW.

$$C_c = \frac{(4,5)^2}{3,3 \times 8,1} = 0,76$$

Ninguno de los resultados obtenidos satisface todos los requisitos para ser un GW por lo que es un GP (suelo mal gradado).

Para la elaboración de mezclas asfálticas debe cumplirse la norma COVENIN 2000-80, APARTE 12-10-06. Que cita textualmente: el agregado debe ser piedra picada, grava picada, arena, grava sin picar y polvillo, en diferentes combinaciones. Muy raras veces se obtiene un material que, sin ser procesado o mezclado con otros, satisfaga los requisitos granulométricos. La insuficiencia granulométrica que presenta un agregado puede ser resuelta mediante la adición, o combinación, de uno o más agregados adicionales, en forma que la mezcla que de ellos resulte si cumpla con los límites que tales especificaciones establezcan (Corredor, G. 2004).

5.2.1.2 Mezclas entre materiales de diferentes granulometrías

Se procedió a hacer una combinación entre la grava del fundo San Antonio y un material integral que nos proporcionó el laboratorio INGECONTROL, compuesto por materiales de diferentes granulometrías (Figura 5.3).



Figura 5.3 Materiales para mezclas de diferentes composición y granulometría.

Seguidamente se hicieron mezclas de agregados por tanteos sucesivos para hacer cumplir las especificaciones requeridas (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Porcentajes de materiales combinados de agregados.

TAMIZ	MUESTRA N° 1		MUESTRA N° 2		La granulometría de los agregados en el momento de ser mezclado debe estar comprendida entre los límites indicados en la tabla siguiente. COVENIN 2000-80, APARTE 12-10.11			
	Material Integral Manantial		Granzón Natural					
	% USADO		% USADO					
	80%		20%					
	% pasante	Total	% pasante	Total	100%	MEDIA	LÍMITES	
					TOTAL GENERAL			
3/4"	100,0	80,0	99,8	20,0	100,0	100	100	100
1/2"	99,5	79,6	85,3	17,1	96,7	90	80	100
3/8"	94,3	75,5	68,2	13,6	89,1	80	70	90
N° 4	68,2	54,6	31,9	6,4	61,0	60	50	70
N° 8	48,3	38,7	2,1	0,4	39,1	42,5	35	50
N° 30	28,3	22,6	0,6	0,1	22,8	23,5	18	29
N° 50	19,5	15,6	0,4	0,1	15,7	18	13	23
N° 100	12,0	9,6	0,3	0,1	9,7	12	8	16
N° 200	5,2	4,2	0,0	0,0	4,2	7	4	10

Es importante resaltar que la grava procedente del Fundo San Antonio solo se utilizó un 20% y el 80% restante, es del material integral Manantial, ya que si se utiliza un porcentaje más alto se escapa de los límites estipulados por la norma

COVENIN 2000-80 APARTE 12-10-11, que establece que la granulometría de los agregados en el momento de ser mezclados debe estar comprendida entre los límites indicados en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Límites establecidos por la norma COVENIN para la combinación de agregados en los tipos de mezclas asfálticas.

Cedazo	Tipo I Rodam.	Tipo II Rodam.	Tipo III Rodam.	Tipo IV Rodam. o intermed.	Tipo V Interm. o base
1½"					100
1"				100	80 - 100
¾"	100		100	80 - 100	70 - 90
½"	85 - 100	100	80 - 100		
"		80 - 100	70 - 90	60 - 80	55 - 75
Nº 4	65 - 80	50 - 75	50 - 70	48 - 65	45 - 62
Nº 8	50 - 65	35 - 50	35 - 50	35 - 50	35 - 50
Nº 30	25 - 40	18 - 29	18 - 29	19 - 30	19 - 30
Nº 50	18 - 30	13 - 23	13 - 23	13 - 23	13 - 23
Nº 100	10 - 20	8 - 16	8 - 16	7 - 15	7 - 15
Nº 200	3 - 10	4 - 10	4 - 10	2 - 8	2 - 8

El tanteo sucesivo tomando en cuenta la tabla 5.3, dio como resultado una combinación de agregados para una mezcla asfáltica tipo III (Figura 5.4).

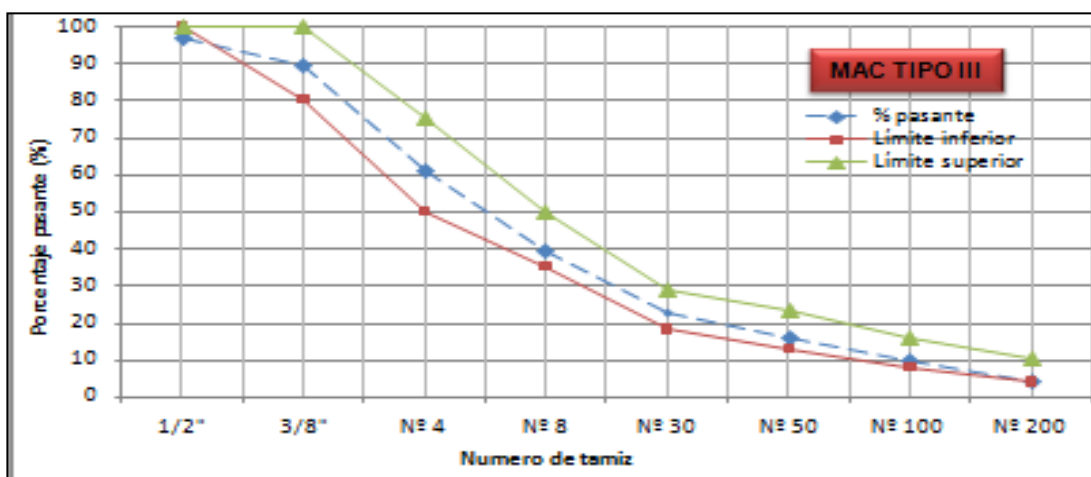


Figura 5.4 Curva de combinaciones de agregados para obtener una mezcla asfáltica tipo III.

5.2.2 Ensayos realizados para las características tecnológicas de las gravas del Fundo San Antonio

Para determinar las características tecnológicas de las Fundo San Antonio, se realizaron los estudios de desgaste de los Ángeles, peso específico, peso unitario, peso unitario compacto y peso unitario suelto.

5.2.2.1 Desgaste de los Ángeles

El ensayo del desgaste de los Ángeles, es un ensayo que se realiza a la porción del material grueso con la finalidad de conocer la resistencia del mismo. Aplicamos la siguiente ecuación según la norma (COVENIN 266-267) (Tabla 5.5).

$$\text{Desgaste en \%} = \left(\frac{W_0 - W_1}{W_0} \right) \times 100 \quad \text{Ecuación (5.3).}$$

Dónde:

Peso total de la muestra en gr. (W_0)

Peso retenido en el tamiz ($N^\circ X$) gr. (W_1).

Desgaste en %

Sustituyendo los siguientes valores:

$$\text{Desgaste en \%} = \left(\frac{5.010 - 3.667}{5.010} \right) \times 100 = 26,8\%$$

Dónde:

Peso total de la muestra en gr. (W_0W_o): 5.010

Peso retenido en el tamiz (N°12) gr. (N°W1):3.667

Desgaste en %: 26.8 %

Tabla 5.5 Ajustes de gradación de agregados para mezclas asfálticas.

Diámetro de tamices usados				Tipo de gradación (peso en gramos)						
				Gradación de agregados menor de 1 1/2"				Gradación de agregados mayor de 3/4" (ASTM C535-03)		
				(ASTM C131-06)						
Pasa		Retenido		A	B	C	D	1	2	3
Pulg.	mm	Pulg.	mm							
3"	75	2 1/2"	63					2500±50		
2 1/2"	63	2"	50					2500±50		
2"	50	1 1/2"	37,5					5000±50	5000±50	
1 1/2"	37,5	1"	25	1250±25					5000±25	5000±25
1"	25	3/4"	19	1250±25						5000±25
3/4"	19	1/2"	12,5	1250±10	2500±10					
1/2"	12,5	3/8"	9,5	1250±10	2500±10					
3/8"	9,5	1/4"	6,3			2500±10				
1/4"	6,3	N° 4	4,75			2500±10				
N° 4	4,75	N° 8	2,36				5000±10			
Total peso en gramos				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±100	10000±75	10000±50
N° de Esferas a usar				12	11	8	6	12	12	12
N° de rotaciones del tambor				500	500	500	500	1.000	1.000	1.000

5.2.2 Peso específico

El ensayo de Peso específico se realiza a los agregados gruesos saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas en agua) del agregado grueso. Aplicamos la siguiente ecuación según la norma (COVENIN 269-98).

$$\text{Peso específico} = W_1 / (W_2 - W_3) \text{ Ecuación (5.4)}$$

Dónde:

W1 Peso en el aire de la muestra seca

W2 Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire

W3 Peso en el agua de la muestra saturada

Sustituyendo la Ecuación 5.4:

$$\left(\frac{4858,4}{4864,0 - 3081,0} \right) = 2,7252,725 \text{ gr/cm}^3$$

5.3.2.1 Peso específico saturado con superficie seca

$$\text{Peso específico} = W_1 / (W_1 - W_3) \text{ (Ecuación 5.5)}$$

Sustituyendo la Ecuación 5.5.

$$\left(\frac{4864,0}{4864,0 - 3081,0} \right) = 2,7282,728 \text{ gr/cm}^3$$

5.3.2.2 Peso específico aparente

$$\dots\dots\dots \text{Peso específico} = W_1 / (W_2 - W_3) \text{ (Ecuación 5.6)}$$

Sustituyendo la Ecuación 5.6:

$$\left(\frac{4858,4}{4858,4 - 3081,0} \right) = 2,7332,733 \text{ gr/cm}^3$$

5.3.2.3 Absorción

$$\left(\frac{W_2 - W}{W_1}\right) \times 100 \text{ (Ecuación 5.7)}$$

Sustituyendo la Ecuación 5.7:

$$\left(\frac{4864,0 - 4858,4}{4858,4}\right) \times 100 = 0,12\%$$

5.3.2.4 Peso Unitario

Este ensayo presenta la relación peso/volumen, para determinar cómo se van a seleccionar y manejar los agregados. Se hicieron 4 ensayos y se promediaron.

Como lo establece la norma COVENIN263 y la ASTM C29, se determina un peso unitario suelto y un peso unitario compacto, donde el peso compacto según el ensayo arrojó los siguientes datos que señala la Tabla 5.6.

Tabla 5.6 Datos del peso unitario compacto para muestras de gravas del Fundo San Antonio.

PESO UNITARIO COMPACTO		Ensayo Nº 1	Ensayo Nº 2	Ensayo Nº 3	Ensayo Nº 4	
1.-	PESO DEL RECIPIENTE	9,033				Kg.
2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGREGADO COMPACTADO	25,764	25,837	25,798	25,852	Kg.
3.-	PESO NETO AGREGADO COMPACTADO	16,731	16,804	16,765	16,819	Kg.
4.-	PESO UNITARIO COMPACTO	1.664	1.671	1.667	1.673	Kg/m ³

Los datos obtenidos para el peso unitario suelto, se muestran en la Tabla 5.7

Tabla 5.7 Datos de peso unitario suelto para muestras de gravas del Fundo san Antonio.

PESO UNITARIO SUELTO		Ensayo Nº 1	Ensayo Nº 2	Ensayo Nº 3	Ensayo Nº 4	
1.-	PESO DEL RECIPIENTE	9,033				Kg.
2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGREGADO SUELTO	24,758	24,782	24,766	24,798	Kg.
3.-	PESO NETO AGREGADO SUELTO	15,725	15,749	15,733	15,765	Kg.
4.-	PESO UNITARIO SUELTO	1.564	1.566	1.565	1.568	Kg/m ³

En la Tabla 5.8 se muestra un resumen de las características tecnológicas de las gravas del Fundo San Antonio.

Tabla 5.8 Características tecnológicas del material gravoso, determinados experimentalmente.

Parámetro	Valor determinado	Número de la norma COVENIN
Desgaste de los Ángeles	26,8 %	COVENIN 266-267
Peso específico	2,725gr	COVENIN 266-267
Peso específico saturado con superficie seca	2,728gr	(COVENIN 269-98.
Peso específico aparente	2,733gr	COVENIN 269-98.
Absorción	0,12 %	COVENIN 269-98.
Peso unitario compacto	1.669 kg/m ³	COVENIN 263
Peso unitario suelto	1.566 kg/m ³	COVENIN 263

5.4 Estableciendo las características tecnológicas anteriormente mencionadas se hace una comparación con las normas COVENIN y ASTM para la verificación de su uso en las mezclas asfálticas

Para la elaboración de las mezclas asfálticas hay ciertas exigencias que deben cumplir los agregados, como lo especifica la norma COVENIN 2000-80 APARTE 12-10-01, donde establece los requisitos particulares para la construcción de pavimentos compuestos de agregados y cemento asfáltico, mezclando en planta, en caliente. Los pavimentos de concreto asfáltico deben construirse según se establece en esta especificación.

El porcentaje de desgaste, determinado según la norma COVENIN 267 y la norma ASTM C131-C535 no debe ser mayor del 50%.

Por lo que el porcentaje de desgaste de la muestra obtenida del fundo San Antonio cumple con el parámetro indicado en la norma.

Para una mezcla asfáltica el peso específico de los agregados de origen natural rondan alrededor de 2,65 gr a 2,70 gr; tales como en los agregados silíceos, calcáreos y granitos, con las excepciones de basalto que oscila en 2,90 gr, areniscas en 2,55gr, y la cuarcita en 2,50 gr y la absorción del agua debe ser menor al 3% según la norma COVENIN 269 y la norma ASTM C 127 por lo que la muestra del agregado cumple con lo establecido.

El porcentaje de absorción de la muestra indica que dicha muestra retienen poca agua, lo cual es un factor beneficioso para las mezclas asfálticas.

Los valores usuales de peso unitario conforme a la norma COVENIN 263 y la norma ASTM C29, están incluidos en la Tabla 5.9:

Tabla 5.9 Límites de peso unitario establecidos por la COVENIN y ASTM.

PARÁMETRO	ARENAS	GRAVAS
Peso Unitario Suelto	1,4-1,5	1,5-1,6
Peso Unitario Compacto	1,5-1,7	1,6-,19

Los resultados obtenidos de la muestra analizada satisfacen con los requerimientos exigidos por dichas normas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Los ensayos granulométricos realizados a las gravas muestreadas del Fundo San Antonio, para determinar su potencial como agregado para mezclas asfálticas demostró que en la muestra seleccionada hay diferentes fracciones de tamaños. El mayor porcentaje de muestra está retenida en el tamiz número 4 predominando una grava fina, seguido de un 29,8% de una arena gruesa, 1,5% de una arena media y un 0,6% de una arena fina. Además, se puede apreciar que hay presencia en poco porcentaje retenido en el tamiz 3/4, de grava gruesa con un 0,2%,

2. El tamiz número 200 representa un límite entre los materiales gruesos como gravas y arenas, y materiales finos como limos y arcillas, es decir, todo material pasante por el tamiz número 200 se clasifica como material fino, que sería perjudicial para las mezclas asfálticas, es importante resaltar que el porcentaje pasante de dicha muestra es igual a 0% lo que significa que es un material limpio y óptimo para las mezclas asfálticas.

3 Al comparar los valores calculados de los Coeficientes de uniformidad y curvatura (y 0.76 respectivamente), encontramos que ninguno de los resultados obtenidos satisface la norma COVENIN 2000-80, APARTE 12-10-06.

4. Usando el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S) ASTM D 2487, los materiales ensayados del Fundo San Antonio se clasifican como un GP (arena mal gradado).

5. Las mezclas al tanteo entre materiales de diferentes granulometrías del Fundo San Antonio y uno suministrado por el laboratorio INGECONTROL, dio como resultado una combinación de agregados para una mezcla asfáltica tipo III, combinando el 20 % del material del Fundo y el 80 % del material del laboratorio.

6. Los perfiles levantados en campo, muestran que la estratigrafía del área, hasta la profundidad de la presente exploración está constituida por 2 capas. La base está formada por una arena algo conglomerática, de color rojo, mal cementada, de grano grueso. Suprayacente a éstas se depositó el material formado por gravas de cuarzo de color blanco a grisáceo y fragmentos de rocas, bien redondeada, de 0.50 cm de potencia.

7. De acuerdo a los análisis de laboratorio, las características tecnológicas del material gravosos del Fundo San Antonio son: absorción 0,12 %, desgaste 26.8 %, peso específico 2,725 gr; peso específico saturado con superficie seca 2.728 gr; Peso específico aparente 2.733 gr; peso unitario compacto 1.669 kg/m^3 y peso unitario suelto 1.566 kg/m^3 .

8. Los materiales ensayados del Fundo San Antonio cumplen con las especificaciones de la norma COVENIN 2000-80 APARTE 12-10-01 y ASTM: donde establece los requisitos particulares para la construcción de pavimentos compuestos de agregados y cemento asfáltico, mezclando en planta, en caliente. Los valores calculados en el laboratorio de las características tecnológicas fueron comparados y están en el rango correspondiente.

Recomendaciones

1. Realizar un levantamiento geológico a detalle del área, con el fin de ubicar otros depósitos de materiales gravosos que pudieran reunir las mismas características tecnológicas.

2. Hacer un levantamiento topográfico, usando estación total, para levantar este y otros depósitos de gravas que eventualmente puedan ser ubicados y así tener un volumen aproximado del recurso,

3. Continuar con un estudio de evaluación ambiental, que permita determinar el impacto que generaría una futura extracción en la zona, además de las perisologías y tributos necesarios a los entes encargados de fiscalizar la extracción de los materiales no metálicos.

REFERENCIAS

Acuña, Mercedes, P. Cumarín y J. Carpio. (1999) **INFORME DE GIRA GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**, trabajo inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Esc. de Cs. de la Tierra, Dpto. de Geol, Cátedra de Geología Estructural, pp. 6-18.

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, 5ta Edición Editorial Episteme. Caracas. Venezuela 32-49.

Betancourt, C y Guevara, Z. (1989)**ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO E HIDROLÓGICO CON FINES DE ORDENACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO SAN RAFAEL**. Ciudad Bolívar Edo Bolívar. Universidad de Oriente (UDO), Escuela de Ciencias de la Tierra. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Geólogo. Ciudad Bolívar. Pág. 12-20, 42-51, 56, 57, 90. Trabajo inédito.

Bowles, Y. (1978)**MANUAL DE LABORATORIO DE SUELO EN INGENIERÍA CIVIL**. Pp 17-25, 61-67, 79-86, 141-159.

Cabrera, Andrés y Silva, Wilfredo (1995)**GEOLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO MARHUANTA, CIUDAD BOLÍVAR-ESTADO BOLÍVAR**, trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, pp. 2-77.

Corporación Lobap C.A.-Asesorías Geológicas y Mineras. (2001)**EXPLOTACIÓN DE ARENA DE MINA DENOMINADA “LOS LOROS”, UBICADA EN EL SECTOR “EL LUCKY”, VÍA LOS BÁEZ, MUNICIPIO AUTÓNOMO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**, Ancon Guayana, pp. 16-17, 20-21.

Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G Técnica Minera C.A. 1991)**INFORME DE AVANCE NC-20-14 Y NB-20-2, TOMO I: CLIMA, GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA, SUELOS, VEGETACIÓN**, Ciudad Bolívar: Gerencia de Proyectos Especiales, Proyecto Inventario de los Recursos Naturales Renovables de la Región Guayana, pp. 1-73.

Corredor M. Gustavo (2004) **APUNTES DE PAVIMENTOS VOLUMEM 1**, Universidad Santa María, facultad de ingeniería, pp. 113-114.

Da Costa, Jessica. (2007) **EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LAS ARENAS Y GRAVAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EN TERRENOS PROPIEDAD DE CVG, UBICADO EN EL MUNICIPIO RAUL LEONI, ESTADO BOLÍVAR**". Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar, pp 12-89.

Departamento de Geología de la Universidad de Oriente (2000), **GUÍA DE REDONDEZ Y ESFERICIDAD DE LASPARTÍCULAS**, inédito, Ciudad Bolívar. pp. 8-21.

Departamento de Geología de la Universidad de Oriente. (2001) **GUÍA PARA ANÁLISISGRANULOMÉTRICO**, inédito, Ciudad Bolívar. pp. 12-16

García, Oscar. (1981)**AMBIENTES SEDIMENTARIOS DE LA FORMACIÓN MESA: LOCALIDADES DE CIUDAD BOLÍVAR Y DTTO. INDEPENDENCIA DEL EDO. ANZOÁTEGUI**, trabajo de grado inédito, reválida título de Geól, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Esc. de Geología y Minas, pp. 5-52.

González de Juana, Clemente, Iturralde, de Arozena y X. PicardCadillatç. (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y DE SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**, tomo I yII, ed. facsimilar 1.993, Caracas: Ed. Foninves.

González de Vallejo, L. y otros (2004) **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Editorial Pearson Prentice Hall. Barcelona. España, pp 123-187, 215-231.

Herrera, Jhonny y Guevara, Henry. (2004)**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DEL RÍO MARHUANTA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS DEPÓSITOS DE ARENA DE MINA DEL FUNDO LOSMEJÍAS, SECTOR BOCA DE MARHUANTA,MUNICIPIO HERES DELESTADO BOLÍVAR**, trabajo de grado inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente-Escuela de Ciencias de la Tierra, pp. 31-35.

Herrera, José. (1998)**REDONDEZ Y ESFERICIDAD DE LAS PARTÍCULAS**, trabajo inédito, Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra, departamento de geología, Laboratorio de sedimentología, pp. 1-14.

Ingeniería de Inspección y Control de Calidad, (INGECONTROL)**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA CONTROL DE CALIDAD EN ASFALTO** Puerto Ordaz, Zona Industrial.

Juárez, E. y Rico, .A. (2006). **MECÁNICA DE SUELOS**. Tomos I y II. Editorial Limusa, S.A. México p.p 125-187.

Lambe, W. y Whitman R. (2001). **MECÁNICA DE SUELOS**. Segunda Edición. Editorial Limusa. S.A. México DF, p.p 54-170.

.Mendoza, Vicente. (2000)**EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SURELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**. Ciudad Bolívar: Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra y Minera Hecla Venezuela, C.A, pp. 34-48

Mendoza, Vicente. (2005)**EVOLUCIÓN GEOTECTÓNICA Y RECURSOS MINERALES DEL ESCUDO DE GUAYANA EN VENEZUELA (Y SU RELACIÓN CON EL ESCUDO SUDAMERICANO)**, y Minera Hecla Venezuela, C.A, pp. 34-48.

Muños, R. y Silva, T. (2011)“**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTECNIA DE LAS ROCAS AFLORANTES EN EL FUNDO SAN ANTONIO PARA LA PRODUCCIÓN DE PIEDRA PICADA UBICADO EN EL KM 4.7 DE LA TRONCAL 19. VÍA CIUDAD BOLÍVAR – MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR**”. Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar, pp 33-54.

PDVSA-Intevep (1999).**LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DE VENEZUELA**, versión electrónica en CD.

Pettijohn, F. y Siever, R. (1957).**SANDS AND SANDSTONE** .Springer-Verlag, New York; P 618.

Pilloud, A. (1998). **CURSO DE GEOLOGIA DE SUPERFICIE**. Intevep, los Teques, Venezuela, pp 23-24.

Powers, M.C. (1953), **A NEW ROUNDNESS SCALE FOR SEDIMENTARY PARTICLES**, Journal of Sedimentary Petrology.

Russell, R.D y R. Taylor (1937), **ROUNDNESS AND SHAPE OF MISSISSIPPI RIVER SAND**, Geol. Soc. América Bull.

Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana (FAV). (2006)**ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA** Ciudad Bolívar, Aeropuerto de Ciudad Bolívar.

Tamayo, Manuel. (2001-2007) **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. 5 Edición. Distribución: BL Consultores Asociados, Servicio Editorial. pp. 15-17.

Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2005) **CIENCIAS DE LA TIERRA**. Pearson Education S. A., Madrid, España, pp 108 – 122.

Zamora, H. y Samuel, D. (2016) **ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE EROSIÓN LOCAL ENTORNO A LAS PILAS DEL PUENTE UBICADO EN LA AVENIDA NUEVA GRANADA SOBRE EL RÍO SAN RAFAEL, SECTOR LAS CAMPIÑAS MUNICIPIO HERES, CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar, pp 29-39.

APÉNDICES

APÉNDICE A
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

A.1 Análisis granulométrico de la muestra granzón natural.



INGECONTROL
INGENIERÍA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
J-09502546-2

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
(ASTM D1140 / C117 / C136)

EMPRESA: Universidad de Oriente. (UDO)
MUESTRA: Granzón Natural

OBRA: Trabajo Especial de Grado (TESIS)
PROCEDENCIA: Fundo san Antonio
FECHA: 16-ago-16

	Abertura tamiz		Peso retenido (grs.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
	Nominal en mm	Designación alternativa NORVEN				
GRANULOMETRÍA GRUESA	FECHA					
	101,6	4"				
	76,10	3"				
	64,00	2 1/2"				
	50,80	2"				
	38,10	1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
	25,40	1"	0,0	0,0	0,0	100,0
	19,00	3/4"	11,0	0,2	0,2	99,8
	12,70	1/2"	700,8	14,5	14,7	85,3
	9,510	3/8"	822,0	17,0	31,8	68,2
GRANULOMETRÍA FINA	FECHA					
	6,350	1/4"				
	4,760	Nº 4	1.756,9	36,4	68,1	31,9
	2,380	Nº 8	1437,7	29,8	97,9	2,1
	2,000	Nº 10				
	1,190	Nº 16				
	0,841	Nº 20				
	0,595	Nº 30	74,5	1,5	99,4	0,6
	0,420	Nº 40				
	0,297	Nº 50	6,0	0,1	99,6	0,4
ARENA	FECHA					
	0,250	Nº 60				
	0,149	Nº 100	7,3	0,2	99,7	0,3
	0,075	Nº 200	13,8	0,3	100,0	0,0

Peso muestra para ensayo

Peso total muestra: 4.830,0 grs

Peso ret. acum. hasta Nº 4: 3.290,7 grs

Peso pasa Nº 4: 1.539,3 grs

Ante de lavarla: grs

Después de lavarla: grs

Clasificación de las diferentes fracciones de tamaño, según la A.S.T.M.

Grava gruesa (pasa 3" - ret. 3/4")

Grava fina (pasa 3/4" - ret. Nº 4)

Arena gruesa (pasa Nº 4 - ret. Nº 10)

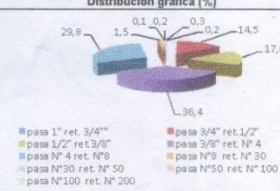
Arena media (pasa Nº 10 - ret. Nº 40)

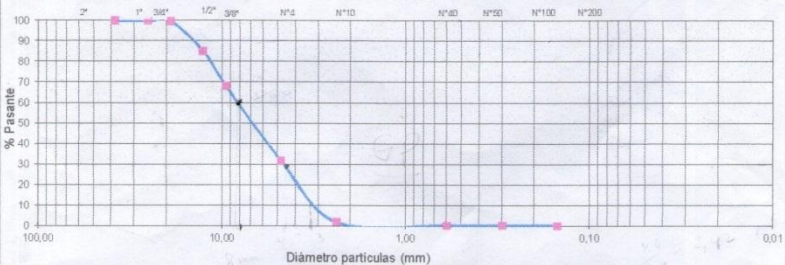
Arena fina (pasa Nº 40 - ret. Nº 200)

Pasa Nº 200 (limo + arcilla + coloides)

Total suma fracciones

Distribución gráfica (%)





Observaciones

MATERIAL MUESTREADO POR TESISTAS

Clasificación S.U.C.S.

GW C_u mayor de 4
C_c entre 1 y 3

SW C_u mayor de 6
C_c entre 1 y 3

GP No satisfacen todos los requisitos para GP o SP

SP

Coef. de uniformidad

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$

Coef. de curvatura

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$

D₁₀

D₃₀

D₆₀

Ensayo realizado por: Danny Valles

Fecha: 16-ago-16

Revisado por: Leudis Astudillo

Fecha: 16-ago-16

Zona Industrial Matanzas Sur, UO-321, Man. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad realyana Edo. Bolívar Tels: (0286) 9041884-9

laboratorio@ingecontrol.com



BUENAS PRÁCTICAS DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

P 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Apéndice A.2 Ajuste de gradación de la muestra granzón natural.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD I-09502546-2		DESGASTE DE LOS ÁNGELES (ASTM C131- C535) (COVENIN 266-267)		ING-CON Fecha elab. 2003 Última rev. enero-07	
EMPRESA: Universidad de Oriente. (UDO)		OBRA: Trabajo Especial de Grado (TESIS)			
MUESTRA: Granzón Natural		PROCEDENCIA: Fundo san Antonio			
UBICACIÓN: Ciudad Bolívar - Estado Bolívar		FECHA: 17/08/2016			

Tipo de gradación empleada. C	Observaciones El % de desgaste cumple con el parámetro indicado en la norma Covenin, el cual indica que no debe ser mayor del 50%.
Peso total de la muestra en gr. (Wo) 5.010	
Peso retenido en el tamiz (Nº 12) gr. (W1). 3.667	
Desgaste en % $\left(\frac{W_0 - W_1}{W_0} \right) \times 100 =$ 26,8%	

Uniformidad de la muestra	
Desgaste después de 100 o 200 revoluciones =	Nota: La relación de la pérdida después de 100 o 200 revoluciones y la pérdida después de 500 o 1000 revoluciones, no deberá exceder mayormente de 0,20 si el material es de dureza uniforme.

TABLA PARA EL AJUSTE DE GRADACIÓN											
Diámetro de tamices usados				Tipo de gradación (peso en gramos)							
				Gradación de agregados menor de 1 1/2" (ASTM C131-06)				Gradación de agregados mayor de 3/4" (ASTM C535-03)			
Pasa		Retenido		A	B	C	D	1	2	3	
Pulg.	mm	Pulg.	mm								
3"	75	2 1/2"	63					2500±50			
2 1/2"	63	2"	50					2500±50			
2"	50	1 1/2"	37,5					5000±50	5000±50		
1 1/2"	37,5	1"	25	1250±25					5000±25	5000±25	
1"	25	3/4"	19	1250±25						5000±25	
3/4"	19	1/2"	12,5	1250±10	2500±10						
1/2"	12,5	3/8"	9,5	1250±10	2500±10						
3/8"	9,5	1/4"	6,3			2500±10					
1/4"	6,3	Nº 4	4,75			2500±10					
Nº 4	4,75	Nº 8	2,36				5000±10				
Total peso en gramos				5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±100	10000±75	10000±50	
Nº de Esferas a usar				12	11	8	6	12	12	12	
Nº de rotaciones del tambor				500	500	500	500	1.000	1.000	1.000	

REALIZADO POR: Daniela Burgo	REVISADO POR: Julio Gonzalez	APROB. POR: Leudis Astudillo
FECHA: 17 de agosto de 2016	FECHA: 17 de agosto de 2016	FECHA: 17 de agosto de 2016



Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bol. VENEZUELA Tel: 091347 E-mail: laboratorios@ingecentral.com
R.I.F.: 1952546-2

A.3 Análisis granulométrico de la muestra material integral manantial.

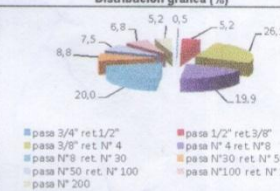


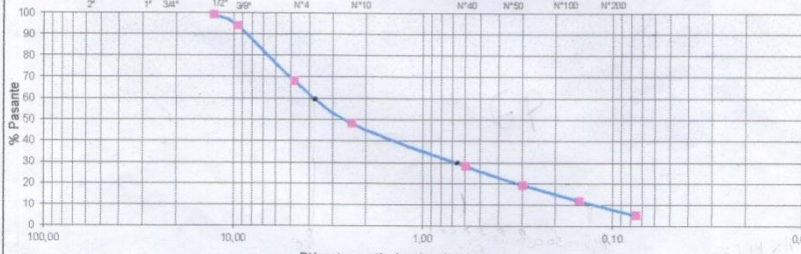
INGECONTROL
INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
J-09502546-2

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA
(ASTM D1140 / C117 / C136)

EMPRESA: Universidad de Oriente. (UDO)
MUESTRA: Material Integral Manantial

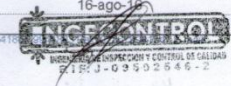
OBRA: Trabajo Especial de Grado (TESIS)
PROCEDENCIA: Cantera Manantial
FECHA: 16-ago-16

		Abertura tamiz		Peso retenido (grs.)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante		
		Nominal en mm	Designación alternativa NORVEN						
GRANULOMETRÍA GRUESA	PREGRA	101.6	4"					Peso muestra para ensayo Peso total muestra: 3.895,8 grs Peso ret. acum. hasta N° 4: 1.237,4 grs Peso pasa N° 4: 2.658,4 grs Ante de lavarla: 669,8 grs Después de lavarla: 618,8 grs	
		76,10	3"						
		64,00	2 1/2"						
		50,80	2"						
	GRAVA	38,10	1 1/2"					Clasificación de las diferentes fracciones de tamaño, según la A.S.T.M. Grava gruesa (pasa 3" - ret. 3/4") Grava fina (pasa 3/4" - ret. N° 4) Arena gruesa (pasa N° 4 - ret. N° 10) Arena media (pasa N° 10 - ret. N° 40) Arena fina (pasa N° 40 - ret. N° 200) Pasa N° 200 (limo + arcilla + coloides) Total suma fracciones	
		25,40	1"						
		19,00	3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0		
		12,70	1/2"	18,7	0,5	0,5	99,5		
		9,510	3/8"	202,1	5,2	5,7	94,3		
		6,350	1/4"						
GRANULOMETRÍA FINA	GRAVA	4,760	N° 4	1.016,6	26,1	31,8	68,2	Distribución gráfica (%) 	
		2,380	N° 8	195,5	19,9	51,7	48,3		
	ARENA	2,000	N° 10						
		1,190	N° 16						
		0,841	N° 20						
		0,595	N° 30	196,5	20,0	71,7	28,3		
		0,420	N° 40						
		0,297	N° 50	86,4	8,8	80,5	19,5		
		0,250	N° 60						
		0,149	N° 100	73,4	7,5	88,0	12,0		
0,075	N° 200	67,0	6,8	94,8	5,2				
		Pasa N° 200	51,0	5,2	100,0	0,0			



Observaciones	Clasificación S.U.C.S.	GW	C _u mayor de 4 C _c entre 1 y 3	C _u = $\frac{D_{60}}{D_{10}}$	D ₁₀
MATERIAL MUESTREADO POR TESISTAS		SW	C _u mayor de 6 C _c entre 1 y 3	Coef. de uniformidad	D ₃₀
		GP	No satisficieron todos los requisitos para GW o SW	C _c = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$	D ₆₀
		SP		Coef. de curvatura	
Ensayo realizado por: Danny Valles		Revisado por: Leudis Astudillo			
Fecha: 16-ago-16		Fecha: 16-ago-16			

Zona Industrial Matanzas Sur, UC-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs: (0286) 9941155
laboratorio@ingecontrol.com



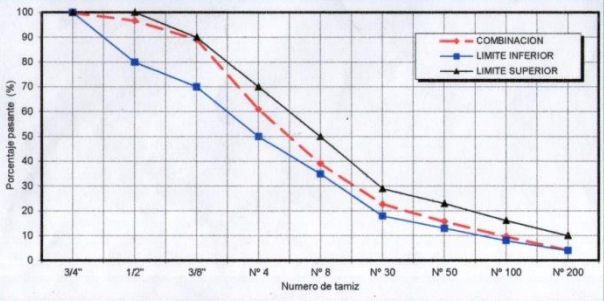
A.4 Comparación granulométrica de las 2 muestras.

TAMIZ		MUESTRA N° 1		MUESTRA N° 2		MUESTRA N° 3		MUESTRA N° 4		La granulometría de los agregados en el momento de ser mezclado debe estar comprendida entre los límites indicados en la tabla siguiente. COVENIN 2000-80, APARTE 12-10.11			
		% USADO		% USADO		% USADO		% USADO					
		80%		20%						100%	MEDIA	LÍMITES	
		% pasante	Total	% pasante	Total	% pasante	Total	% pasante	Total	TOTAL GENERAL			
3/4"		100,0	80,0	99,8	20,0					100,0	100	100	100
1/2"		99,5	79,6	85,3	17,1					96,7	90	80	100
3/8"		94,3	75,5	68,2	13,6					89,1	80	70	90
N° 4		68,2	54,6	31,9	6,4					61,0	60	50	70
N° 8		48,3	38,7	2,1	0,4					39,1	42,5	35	50
N° 30		28,3	22,6	0,6	0,1					22,8	23,5	18	29
N° 50		19,5	15,6	0,4	0,1					15,7	18	13	23
N° 100		12,0	9,6	0,3	0,1					9,7	12	8	16
N° 200		5,2	4,2	0,0	0,0					4,2	7	4	10

Procedencias de las muestras	
N° 1	Cantera el Manantial
N° 2	Fundo San Antonio via Maripa Ciudad Bolívar
N° 3	
N° 4	

Observaciones	
	

Realizado:	Julio Gonzalez
Revisado:	Leudis Astudillo
Fecha:	17/08/2016



Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Teléf. (0286) 9941884-9941883 Fax (0286) 9941347 E-mail: laboratorio@ingecontrol.com

APÉNDICE B
PESO ESPECÍFICO

B.1 Peso específico de la muestra granzón natural.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2	DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO (COVENIN 269) (ASTM C127)		ING-CON-06 Fecha elab. 2002 Última rev. enero-07																					
EMPRESA: Universidad de Oriente. (UDO) OBRA: Trabajo Especial de Grado (TESIS) PROCEDENCIA: Fundo san Antonio IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: Granzón Natural FECHA: 17/08/2016																								
2.- DATOS <table style="width: 100%;"> <tr> <td>2.1- PESO CESTA EN EL AIRE</td> <td style="text-align: right;">1.199,1</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>2.2- PESO CESTA EN EL AGUA</td> <td style="text-align: right;">741,0</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>2.3- PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON S. S. EN EL AIRE</td> <td style="text-align: right;">6.063,1</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>2.4- PESO MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA EN EL AIRE</td> <td style="text-align: right;">4.864,0</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>2.5- PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON S. S. EN EL AGUA</td> <td style="text-align: right;">3.822,0</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>2.6- PESO MUESTRA SECADA AL HORNO + TARA</td> <td style="text-align: right;">5.478,4</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>2.7- PESO TARA</td> <td style="text-align: right;">620,0</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> </table>				2.1- PESO CESTA EN EL AIRE	1.199,1	grs.	2.2- PESO CESTA EN EL AGUA	741,0	grs.	2.3- PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON S. S. EN EL AIRE	6.063,1	grs.	2.4- PESO MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA EN EL AIRE	4.864,0	grs.	2.5- PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON S. S. EN EL AGUA	3.822,0	grs.	2.6- PESO MUESTRA SECADA AL HORNO + TARA	5.478,4	grs.	2.7- PESO TARA	620,0	grs.
2.1- PESO CESTA EN EL AIRE	1.199,1	grs.																						
2.2- PESO CESTA EN EL AGUA	741,0	grs.																						
2.3- PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON S. S. EN EL AIRE	6.063,1	grs.																						
2.4- PESO MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA EN EL AIRE	4.864,0	grs.																						
2.5- PESO CESTA + MUESTRA SATURADA CON S. S. EN EL AGUA	3.822,0	grs.																						
2.6- PESO MUESTRA SECADA AL HORNO + TARA	5.478,4	grs.																						
2.7- PESO TARA	620,0	grs.																						
3.- CALCULOS <table style="width: 100%;"> <tr> <td>W₁ PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA</td> <td style="text-align: center;">= 2.6 - 2.7 =</td> <td style="text-align: right;">4.858,4</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>W₂ PESO DE LA MUESTRA S. CON S. S. EN EL AIRE</td> <td style="text-align: center;">= 2.4 =</td> <td style="text-align: right;">4.864,0</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> <tr> <td>W₃ PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA</td> <td style="text-align: center;">= 2.5 - 2.2 =</td> <td style="text-align: right;">3.081,0</td> <td style="text-align: right;">grs.</td> </tr> </table> 3.1 PESO ESPECIFICO $\frac{W_1}{W_2 - W_3} = \frac{4.858,4}{4.864,0 - 3.081,0} = 2,725$ 3.2 PESO ESPECIFICO (SATURADO CON SUPERFICIE SECA) $\frac{W_2}{W_2 - W_3} = \frac{4.864,0}{4.864,0 - 3.081,0} = 2,728$ 3.3 PESO ESPECIFICO APARENTE $\frac{W_1}{W_1 - W_3} = \frac{4.858,4}{4.858,4 - 3.081,0} = 2,733$ 3.4 ABSORCION $\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 = \frac{4.864,0 - 4.858,4}{4.858,4} \times 100 = 0,12 \% \checkmark$				W ₁ PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA	= 2.6 - 2.7 =	4.858,4	grs.	W ₂ PESO DE LA MUESTRA S. CON S. S. EN EL AIRE	= 2.4 =	4.864,0	grs.	W ₃ PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	= 2.5 - 2.2 =	3.081,0	grs.									
W ₁ PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SECA	= 2.6 - 2.7 =	4.858,4	grs.																					
W ₂ PESO DE LA MUESTRA S. CON S. S. EN EL AIRE	= 2.4 =	4.864,0	grs.																					
W ₃ PESO EN EL AGUA DE LA MUESTRA SATURADA	= 2.5 - 2.2 =	3.081,0	grs.																					
OBSERVACIONES:																								
REALIZADO POR: Daniela Burgo REVISADO POR: Julio Gonzalez APROBADO POR: Leudis Astudillo FECHA: 17/08/2016 FECHA: 17/08/2016 FECHA: 18/08/2016																								
 Zona Industrial Matanzas Sur, UC-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana E-mail: laboratorio@ingecol.com.ve Tel: (0286) 9941347 Fax: (0286) 9941347 RIF: J109502546-2																								

B.2 Peso específico de la muestra de la muestra material integral manantial.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2		DETERMINACION DEL PESO UNITARIO (COVENIN 263) (ASTM C29)		ING-CON-07 Fecha elab. 2002 Última rev. enero-07
EMPRESA: Universidad de Oriente. (UDO)		OBRA: Trabajo Especial de Grado (TESIS)		
MUESTRA: Material Integral Manantial				
UBICACIÓN: Cantera Manantial		FECHA: 16/08/2016		

1.-	PESO DEL RECIPIENTE	3,340 Kg.
2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGUA	6,366 Kg.
3.-	PESO NETO DEL AGUA	3,026 Kg.
4.-	TEMPERATURA DEL AGUA	23 °C
5.-	PESO UNITARIO DEL AGUA	997,54 Kg.
6.-	FACTOR DE CALIBRACIÓN	329,66 ^(5/3) ⁽¹⁾ m ³

PESO UNITARIO COMPACTO

1.-	PESO DEL RECIPIENTE	3,340 Kg.
2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGREGADO COMPACTADO	8,600 Kg.
3.-	PESO NETO AGREGADO COMPACTADO	5,260 Kg.
4.-	PESO UNITARIO COMPACTO	1.734 Kg/m ³

PESO UNITARIO SUELTO

1.-	PESO DEL RECIPIENTE	3,340 Kg.
2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGREGADO SUELTO	7,550 Kg.
3.-	PESO NETO AGREGADO SUELTO	4,210 Kg.
4.-	PESO UNITARIO SUELTO	1.388 Kg/m ³

PESO UNITARIO COMPACTO	1.741 Kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO	1.419 Kg/m³

OBSERVACIONES:



INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
RIF: J-09502546-2

REALIZADO POR: Danny Valles	REVISADO POR: Julio González	APROBADO POR: Leudis Astudillo
FECHA: 16/08/2016	FECHA: 16/08/2016	FECHA: 16/08/2016

Zona Industrial Manzanas Sur, UO-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edn. Bolívar Trf. (0286) 9941924-9941923 Fax (0286) 9941347 E-mail: laboratorios@ingecontrol.com

APÉNDICE C
PESO UNITARIO

C.1 Peso unitario de la muestra granzón natural

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2		DETERMINACION DEL PESO UNITARIO (COVENIN 263) (ASTM C29)		ING-CON-07 Fecha elab. 2002 Última rev. enero-07
---	--	---	--	---

EMPRESA: Universidad de Oriente. (UDO)	OBRA: Trabajo Especial de Grado (TESIS)
MUESTRA: Granzón Natural	PROCEDENCIA: Fundo san Antonio
UBICACIÓN: Puerto Ordaz - Estado Bolívar	FECHA: 16/08/2016

1.- PESO DEL RECIPIENTE	9,033 Kg.
2.- PESO DEL RECIPIENTE + AGUA	19,063 Kg
3.- PESO NETO DEL AGUA	10,030 Kg.
4.- TEMPERATURA DEL AGUA	23 °C
5.- PESO UNITARIO DEL AGUA	997,54 Kg.
6.- FACTOR DE CALIBRACIÓN	99,46 ^(5/3) ⁽¹⁾

m^3

PESO UNITARIO COMPACTO

1.- PESO DEL RECIPIENTE	9,033	
2.- PESO DEL RECIPIENTE + AGREGADO COMPACTADO	25,764	25,837
3.- PESO NETO AGREGADO COMPACTADO	16,731	16,804
4.- PESO UNITARIO COMPACTO	1.664	1.671

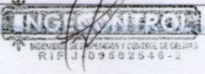
PESO UNITARIO SUELTO

1.- PESO DEL RECIPIENTE	9,033	
2.- PESO DEL RECIPIENTE + AGREGADO SUELTO	24,758	24,782
3.- PESO NETO AGREGADO SUELTO	15,725	15,749
4.- PESO UNITARIO SUELTO	1.564	1.566

PESO UNITARIO COMPACTO	1.669 Kg/m³
PESO UNITARIO SUELTO	1.566 Kg/m³

OBSERVACIONES:

REALIZADO POR: Danny Valles	REVISADO POR: Julio Gonzalez	APROBADO POR: Leudis Astudillo
FECHA: 16/08/2016	FECHA: 16/08/2016	FECHA: 16/08/2016


Zona Industrial Mercurios Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana
INGENIERIA DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD
R.I.P. J-09502546-2

C.2 Peso unitario de la muestra material integral manantial.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2	DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (COVENIN 268) (ASTM C128)												
EMPRESA: _____ Universidad de Oriente. (UDO) PROCEDENCIA: _____ Cantera Manantial IDENTIF. DE LA MUESTRA: _____ Material Integral Manantial													
2- DATOS <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">2.1 PESO DEL PICNOMETRO VACIO</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">$W_0 =$ 96,9 grs.</td> </tr> <tr> <td>2.2 PESO DEL PICNOMETRO + PESO ARENA</td> <td style="text-align: right;">$W_2 =$ 604,9 grs.</td> </tr> <tr> <td>2.3 PESO DEL PICNOMETRO + ARENA + AGUA</td> <td style="text-align: right;">$W_p =$ 970,2 grs.</td> </tr> <tr> <td>2.4 PESO ARENA SECA + TARA</td> <td style="text-align: right;">$W_3 =$ 1.175,6 grs.</td> </tr> <tr> <td>2.5 PESO DEL PICNOMETRO + AGUA</td> <td style="text-align: right;">$W_a =$ 656,7 grs.</td> </tr> <tr> <td>2.6 PESO TARA</td> <td style="text-align: right;">$W_t =$ 671,4 grs.</td> </tr> </table>		2.1 PESO DEL PICNOMETRO VACIO	$W_0 =$ 96,9 grs.	2.2 PESO DEL PICNOMETRO + PESO ARENA	$W_2 =$ 604,9 grs.	2.3 PESO DEL PICNOMETRO + ARENA + AGUA	$W_p =$ 970,2 grs.	2.4 PESO ARENA SECA + TARA	$W_3 =$ 1.175,6 grs.	2.5 PESO DEL PICNOMETRO + AGUA	$W_a =$ 656,7 grs.	2.6 PESO TARA	$W_t =$ 671,4 grs.
2.1 PESO DEL PICNOMETRO VACIO	$W_0 =$ 96,9 grs.												
2.2 PESO DEL PICNOMETRO + PESO ARENA	$W_2 =$ 604,9 grs.												
2.3 PESO DEL PICNOMETRO + ARENA + AGUA	$W_p =$ 970,2 grs.												
2.4 PESO ARENA SECA + TARA	$W_3 =$ 1.175,6 grs.												
2.5 PESO DEL PICNOMETRO + AGUA	$W_a =$ 656,7 grs.												
2.6 PESO TARA	$W_t =$ 671,4 grs.												
3- CALCULOS 3.1 PESO ARENA (SATURADA CON SUPERFICIE SECA) $W = W_2 - W_0 =$ 604,9 - 96,9 = 508,0 grs. 3.2 PESO ARENA SECA $W_1 = W_3 - W_t =$ 1175,6 - 671,4 = 504,2 grs. 3.3 PESO ESPECIFICO $\frac{W_1}{W_a + W - W_p} = \frac{504,2}{656,7 + 508,0 - 970,2} = 2,592$ 3.4 PESO ESPECIFICO (SATURADO CON SUPERFICIE SECA) $\frac{W}{W_a + W - W_p} = \frac{508,0}{656,7 + 508,0 - 970,2} = 2,612$ 3.5 PESO ESPECIFICO APARENTE $\frac{W_1}{W_a + W_1 - W_p} = \frac{504,2}{656,7 + 504,2 - 970,2} = 2,644$ 3.6 ABSORCION $\frac{W - W_1}{W_1} * 100 = \frac{508,0 - 504,2}{504,2} * 100 = 0,75 \%$													
REALIZADO POR: _____ Daniela Burgo _____ CALCULADO POR: _____ Julio Gonzalez _____ REVISADO POR: _____ Leudis Astudillo _____ FECHA: _____ 17 ago-16 _____													
Zona Industrial Matarazas Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs. (0296) 9941894-9941893 Fax (0296) 9941894 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD R.I.F. J-09502546-2													

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LAS GRAVAS, UBICADAS EN TERRENOS DEL FUNDO SAN ANTONIO, KM 4.7 DE LA TRONCAL 19 VÍA CIUDAD BOLÍVAR-MARIPA, MUNICIPIO HERES DEL ESTADO BOLÍVAR, CON EL FIN DE DETERMINAR SU USO COMO AGREGADOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
BURGO HERNANDEZ DANIELA DE JESUS	CVLAC	19.298.469
	e-mail	burgodaniela@gmail.com
	e-mail	
VALLES BOLIVAR DANNYS JOSE	CVLAC	16.498.418
	e-mail	dvalles.sppp.dp@gmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Gravas
Normas COVENIN
Normas ASTM
Ensayo granulométrico
Desgaste de los ángeles
Peso específico
Peso unitario

Mezcla asfálticas

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Departamento de Geología.	Geología

Resumen (abstract):

Se realizó una caracterización geológica y geotécnica de un material gravoso, con el fin de determinar si puede ser usado como agregados de mezclas asfálticas. El material está ubicado en un sector del Fundo San Antonio, Sector Las Brisas del municipio Autónomo Heres en el Estado Bolívar. Para tal fin se siguió un diseño de investigación documental y de campo, dividido en 4 etapas. La primera etapa desarrollada fue la recopilación de la información, donde se indagó lo referente a las diferentes normas y ensayos a los cuales debe ser sometido el material, para ser considerados como aptos para las mezclas. En ese sentido, se investigaron las normas

COVENIN y las normas ASTM. La segunda etapa fue de campo y se inició con un reconocimiento. Seguidamente se ubicaron puntos de muestreo, mediante un equipo portátil de posicionamiento global (GPS). De igual forma, se posicionaron puntos donde se hizo un levantamiento de los espesores y la columna estratigráfica de la zona. El siguiente paso fue el apilamiento, mediante maquinaria pesada de 50 toneladas del material gravoso. Finalmente se hizo el muestreo. La etapa de laboratorio fue la tercera. En esta etapa se trasladaron las muestras a los laboratorios de INGECONTROL, en la Ciudad de Puerto Ordaz, donde se realizaron los ensayos granulométricos, desgaste por abrasión, peso específico y peso unitario. La etapa de interpretación de los resultados se inició con los cálculos de los parámetros básicos de las gravas, el cual se utilizaron para las comparaciones con las normas ASTM y COVENIN; entre ellos los coeficientes de uniformidad y curvatura. Ninguno de estos resultados calculados, cumplen con la norma del sistema unificado de clasificación de suelos; por lo que el material que se consideraba un GW (gravas mal gradadas), según los cálculos es un GP (arenas mal gradadas). Como el material del Fundo San Antonio no cumple con la norma, se procedió a hacer una mezcla al tanteo con otro material suministrado por el laboratorio, resultando la mezcla 20% y el 80% la que si cumple con la norma (20 % grava procedente del Fundo San Antonio y 80% material del laboratorio). Basado en los análisis granulométricos realizados a las gravas muestreadas del Fundo San Antonio, se concluye que hay diferentes fracciones de tamaños. De igual forma, las características tecnológicas del material gravosos del Fundo San Antonio presentaron un 12 % de absorción, desgaste 26.8 %, peso específico 2,725 gr; peso específico saturado con superficie seca 2.728 gr; Peso específico aparente 2.733 gr; peso unitario compacto 1.669 kg/m^3 y peso unitario suelto 1.566 kg/m^3 .

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 3/6

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Acosta Enrique	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☒ JU ☐
	CVLAC	V-5.082.874
	e-mail	acosta.enrique176@gmail.com
	e-mail	
Jiménez Jiménez Josefina Ramona	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	V-8.887.862
	e-mail	Jjimenez33@hotmail.com
	e-mail	
Medori Nelson	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☒
	CVLAC	V- 12.194. 992
	e-mail	nelsonmedori@hotmail.com
	e-mail	
	ROL	CA ☐ AS ☐ TU ☐ JU ☐
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2017	07	28
------	----	----

Lenguaje: spa

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-().doc	Aplication/msword

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

Alcance:

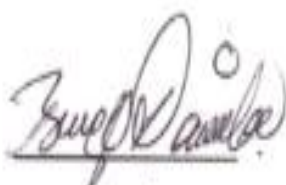
Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: GeologíaNivel Asociado con el Trabajo: PregradoÁrea de Estudio: Departamento de GeologíaInstitución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 5/6**Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO**

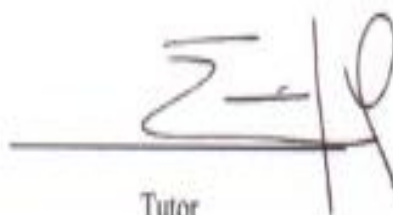
(Vigente a partir del II semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): "Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la universidad de oriente, y solo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al consejo universitario, para su autorización".



Autor 1



Autor 2



Tutor

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 6/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

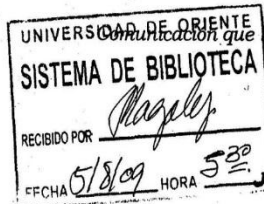
Cumaná, 04 AGO 2009

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

Estimado Profesor Martínez:

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

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



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CUMPELO
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/marija

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