



Universidad José Antonio Páez

**ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD Y
DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA VÍA
ENTRE URBANIZACIÓN LOMAS DE
LA HACIENDA Y URBANIZACIÓN
SAN ANTONIO. MUNICIPIO
SAN DIEGO - ESTADO CARABOBO.**

Autor (es):

Boggio, Natasha
CI: 17.984.778
Guayapero, Diego
CI: 17.513.240

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD Y DISEÑO DE PAVIMENTO
EN LA VÍA ENTRE URBANIZACIÓN LOMAS DE LA
HACIENDA Y URBANIZACIÓN SAN ANTONIO. MUNICIPIO
SAN DIEGO - ESTADO CARABOBO.**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autores:

Boggio, Natasha

CI: 17.984.778

Guayapero, Diego

CI: 17.513.240

Tutor: Ing. Manuel Figueira

San Diego, Enero 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-CV-004-2018-1

Valencia, 30 de Mayo de 2018

Ciudadanos:

Natasha Boggio

C.I. 17.984.778

Diego Guayapero

C.I. 17.513.240

Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 30/05/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD Y DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA VIA ENTRE URBANIZACIÓN LOMAS DE LA HACIENDA Y URBANIZACIÓN SAN ANTONIO. MUNICIPIO SAN DIEGO-ESTADO CARABOBO." Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Manuel Figueira C.I.17.315.996 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Manuel Figueira portador de la cédula de identidad N° V-17.315.996 en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Boggio, Natasha y Guayapero, Diego, portadores de la cédula de identidad N° 17.984.778 y 17.513.240 respectivamente, titulado **ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD Y DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA VIA ENTRE URBANIZACION LOMAS DE LA HACIENDA Y URBANIZACIÓN SAN ANTONIO. MUNICIPIO SAN DIEGO - ESTADO CARABOBO** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 26 días del mes de Julio del año dos mil dieciocho.

Ing. Manuel Figueira
C.I: V- 17.315.996

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a mi Dios creador del cielo y la tierra, por darme la vida y luego ser mi padre. Más a todos los que lo que lo recibieron, a los que creen en su nombre, les dio la potestad de ser hechos hijos de DIOS (Juan 1:12). Por darme la sabiduría y el entendimiento, por siempre ayudarme a tener mi mirada en Ti como en Hebreos 12: 2 puestos los ojos en Jesús, el autor y consumador de la fe, para nunca caer ni perder mi fe y así siempre hacer tu voluntad en mi vida que es perfecta y agradable. Gracias Señor por levantarme y renovar mis fuerzas como a las águilas cuando caía en momentos difíciles como la pérdida de mi padre siempre estuviste allí para me levantarme y seguir adelante. Para ti toda la gloria y la honra te amo Señor Jesús de Nazaret.

A mis padres, Manuel Boggio donde estoy segura que desde el cielo estas orgulloso de mi, por haberme ayudado a cumplir el sueño de culminar mi carrera, por darme la mejor educación junto a mi madre Juanita de Boggio, gracias a los dos por ser parte de lo que soy ahora, la honestidad y la lealtad se las debo a su enseñanza y por sus grandes consejos.

A mis dos hermanos por siempre estar allí cuando los necesité y brindarme el apoyo como una familia unida que somos.

A mi esposo Diego Guayapero por ser parte de mi vida, por siempre estar conmigo en los momentos buenos de alegría y en los más difíciles cuando más te necesite siempre estuviste allí. Gracias Te amo.

En este encuentro Dios limpia tu corazón, para luego llenarlo con amor eterno.

Dichosos los de corazón limpio, porque ellos verán a Dios. (Mateo 5:8)

Natasha Boggio

AGRADECIMIENTOS

Primeramente gracias a mi Dios por ser lo que soy hoy día, por haberme dado salud, sabiduría y ayudarme derrotar los obstáculos que se me presentaron a lo largo de mi carrera para felizmente alcanzar la realización de este trabajo de grado.

A mis padres les agradezco por haberme educado, darme los principios y valores necesarios para así andar en cada paso que Dios coloco en mi vida.

Le agradezco a mi esposa Natasha Boggio por haber estado a mi lado en toda la carrera, ayudándome en las buenas y en las malas, dándome el apoyo incondicional en todo momento.

A mis familiares porque de alguna manera u otra aportaron su granito de arena positivo para cumplir mis metas y objetivos planteados.

Diego Guayapero

CONTENIDO	pp.
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
.	
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de Investigación.....	6
1.3.1 Objetivo	6
General.....	
1.3.2 Objetivos	6
Específicos.....	
1.4 Justificación de la investigación.....	7
1.5 Alcance de la investigación.....	7
1.6 Limitaciones.....	7
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2 Bases teóricas.....	10

2.2.1 Muestras de suelos.....	10
2.2.2 Suelos.....	11
2.2.3 Clasificación de las suelos.....	11
2.2.4 Movimiento del fluido en el suelo.....	14
2.2.5 Permeabilidad.....	14
2.2.6 Porosidad.....	14
2.2.7 Ley de Darcy.....	15
2.2.8 Clasificación de las carreteras de Venezuela.....	16
2.2.9 Clasificación por su Transitabilidad.....	17
2.2.10 Clasificación por su importancia.....	17
2.2.11 Capacidad de una carretera o un camino.....	18
2.2.12 Factores que afectan la capacidad de una carretera o un camino.....	22
2.2.13 Movimientos de tierras.....	24

2.2.14 Usos del asfalto.....	25
2.2.15 Preparación de la sub- rasante.....	29
2.2.16 Compactación.....	30
2.2.17 Capa de rodamiento.....	30
2.2.18 Riego de imprimación y riesgos de adherencia en pavimentos asfálticos.....	30
....	
2.2.19 Coeficiente de permeabilidad.....	31
2.2.20 Prueba directa en los suelos del lugar “in situ”.....	32
2.2.21 Factores que influyen en la permeabilidad de los suelos.....	34
...	
2.3 Definición de términos básicos.....	35

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.....	38
3.2 Diseño de la Investigación.....	38
3.3 Nivel de la Investigación.....	39
3.4 Población y muestra.....	39
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de información.....	39
3.6 Fases Metodológicas.....	40

IV RESULTADOS

4.1 Diagnosticar la condición actual que presenta la vía entre la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio. En el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	47
4.1.1 Resultado de la encuesta.....	47
4.1.2 Descripción de la red vial existente.....	50
4.1.3 Estudio de factibilidad.....	51
4.1.4 Análisis del tránsito.....	52
4.2 Realizar el estudio de permeabilidad en la rasante de la vía cada 20 mts y profundidades de 1 mts.....	55
4.3 Realizar el estudio granulométrico del suelo.....	56
4.4 Diseñar el pavimento idóneo para el tránsito vehicular de la zona, según su permeabilidad y suelo base.....	61
4.5 Diseñar la sección transversal adecuada en la vía que está entre las Urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio, en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.....	65
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
APÉNDICE	
A Encuesta.....	73
B Validación.....	75
C Confiabilidad.....	77

LISTA DE TABLAS

TABLA

1	Capacidad En Vías Urbanas De Un Sentido De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora.....	20
2	Capacidad En Vías Urbanas De Dos Sentidos De Circulación. Capacidad En Vehículos.....	21
3	Efecto del Ancho de Carril en la Capacidad de Diseño de las Vías.....	23
4	Efecto de los Vehículos Pesados en la Capacidad de Diseño de las Vías.....	24

5	Efecto de las obstrucciones laterales en la capacidad de diseño de las vías.....	25
6	Porcentaje del Total de Vehículos en el Carril de Diseño.....	29
7	Factores de Ajuste al Número de Tránsito Inicial.....	30
8	Conteo Vehicular de la mañana en la vía que une a la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio.....	52
9	Conteo Vehicular del mediodía en la vía que une a la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio.....	52
10	Conteo Vehicular del mediodía en la vía que une a la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio.....	53
11	Tasa de permeabilidad.....	54
12	Rangos de promedios de pesos brutos.....	54
13	Módulo de Elasticidad Estacional (MR) y CBR equivalente de la subrasante en función de la calidad del material.....	62
14	Sección de vía en un (01) sentido.....	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

1	Clasificación de Transitabilidad.....	18
2	Esquema de secuencia para diseño de una vía de comunicación.....	22
3	Abaco para Análisis del Tráfico.....	28
4	Abaco para Determinación del Espesor del Pavimento.....	29
5	Ubicación satelital.....	51
6	Exploración del suelo.....	54
7	Exploración del suelo.....	55
8	Abaco para Análisis del Tráfico.....	61
9	Abaco para Determinación del Espesor del Pavimento.....	63
10	Estructura definitiva del Pavimento Flexible.....	64
11	Diseño geométrico.....	65

LISTA DE CUADROS

CUADRO

1	Ensayos de campo para la determinación de k.....	33
---	--	----

2	Coefficiente De Permeabilidad “k” en cm/seg.....	34
---	--	----

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO

1	Usa usted como vía principal la variante de San Diego.....	47
2	Cree usted que sería factible que se realice una vía que comunique la urb. Lomas de la Hacienda con la urb. San Antonio.....	48
3	Si se realiza esta vía usted la usaría.	48
4	Usaría con frecuencia esta vía, por lo menos 3 días a la semana.....	49
5	Considera que cerrar la vía alterna ha contribuido a evitar accidentes viales al usar la variante.....	49
6	Las personas tiene que caminar más para llegar a sus hogares con la vía cerrada.....	50
7	Curva granulométrica de muestra 1.....	56
8	Curva granulométrica de muestra 2.....	56
9	Curva granulométrica de muestra 3.....	57
10	Curva granulométrica de muestra 4.....	57
11	Curva granulométrica de muestra 5.....	58
12	Curva granulométrica de muestra 6.....	58



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD Y DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA
VÍA ENTRE URBANIZACIÓN LOMAS DE LA HACIENDA Y
URBANIZACIÓN SAN ANTONIO. MUNICIPIO SAN DIEGO - ESTADO
CARABOBO.**

Autores: Boggio Natasha y Guayapero Diego

Tutor: Manuel Figueira

Fecha: Julio 2018

RESUMEN

El estudio de los suelos es importante, debido a que este proporciona la información necesaria para que el proyectista tome las decisiones adecuadas en el diseño de obras civiles, de esta manera poder evitar fallas en las estructuras y realizar proyectos económicos. Es por ello que la presente investigación propone el diseño y el cálculo para el diseño de pavimento de la vía que comunica las Urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio en función de la permeabilidad del suelo rasante, haciendo uso del coeficiente para clasificar el suelo en función de su permeabilidad y el estudio del tráfico que por allí frecuentan, de tal manera que las cargas que sobre ella se apliquen no provoquen deformaciones permanentes y perjudiciales en las carpetas de rodamiento, rasante y subrasante. En función de lo expuesto anteriormente, surge la motivación de elaborar la propuesta de diseño del pavimento adecuado y económico según el tipo de suelo base, su permeabilidad y el tráfico de vehículos, para la vía que comunique ambas urbanizaciones y las entrelace una a otra sin que los habitantes se vean obligados a salir a la autopista variante Bárbula-Yagua y realizar un mayor recorrido para hacer esta comunicación. Metodológicamente será un proyecto factible con una investigación de campo y de nivel descriptivo.

Descriptor: Permeabilidad – Vialidad – Pavimento - Tránsito.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los suelos es muy importante debido a que éste proporciona las características, físicas, mecánicas y químicas, las cuales representan un preámbulo al diseño de cualquier obra constructiva, ya que en el mismo se indica su resistencia, granulometría, tipo de suelo entre otros resultados obtenidos de los ensayos básicos realizados en el laboratorio. Conocer en específico la permeabilidad del suelo es estudiar a fondo los resultados obtenidos en ensayos, cuando el fluido se mueve dentro de las muestras de suelo granulares en diferentes planos estratigráficos.

Cuando se habla de permeabilidad, nos referimos a la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atravesase sin alterar su estructura interna. Existen diferentes métodos para el cálculo del coeficiente de permeabilidad; estos son: métodos directos e indirectos, ambos tienen validez según fórmulas reconocidas y estudiadas por profesionales en la materia, más sin embargo no existe con certeza un método que se considere como el más indicado, debido a la variabilidad y presencia de discontinuidades en los estratos, así que son aproximaciones factibles las cuales se usan para tener como referencia el comportamiento de las muestras ensayadas.

El proyecto de una vialidad, según el Manual de Vialidad Urbana REDEVU “Es una de las infraestructuras más significativas en el desarrollo del País y es uno de los principales campos de aplicación en la construcción”, es decir que tiene la importante finalidad de conectar poblaciones, para el desplazamiento bien sea de personas o de cargamentos, estas permiten el buen funcionamiento y crecimiento, pues establecen la unión de estados, municipios, poblaciones y países. Razón por la cual en la sociedad es importante que se cuente con vías de acceso en excelentes condiciones, para facilitar el impulso de la economía.

Del mismo modo, REDEVU señala que una vialidad “Es una sección transversal de una doble vía de línea para el tránsito de vehículos, perteneciente a un conjunto de servicios de vías públicas”. Es de resaltar que estas son la columna vertebral del transporte y es cuando su construcción y mantenimiento se vuelven estratégicos para el desarrollo social y económico a nivel urbano y rural, como es el caso de la comunidad que habita en Lomas de la Hacienda, del municipio San Diego del estado Carabobo, la cual es una zona urbana donde la vialidad que conecta con la Urbanización San Antonio y de manera más directa con la avenida Don Julio Centeno de San Diego no está en condiciones óptimas, sin capa de rodamiento, lo que existente actualmente es una base con material de granzón deteriorada y una sección transversal sin definir sus dimensiones adecuadas al tipo y uso que podría dar.

Esta situación se evidencia claramente que la trocha que existe entre ambas Urbanizaciones es una vía provisional de tierra que los residentes de la zona se ven en la necesidad de usar para trasladarse de una urbanización a otra sin cumplir con las condiciones necesarias para que los usuarios puedan desplazarse por ella de manera rápida y segura.

En tal sentido se requiere de la implementación de una nueva vía que cumpla con toda la normativa actual de diseño vial, en lo referente a, capa de rodamiento, drenajes iluminación y demarcación que ayude a facilitar el traslado de los habitantes de la zona entre ambas urbanizaciones.

La presente investigación está estructurada en cinco capítulos, detallados a continuación:

Capítulo I El Problema, el cual contiene, planteamiento del problema, objetivos, justificación.

Capítulo II Marco Teórico, constituido por los antecedentes, bases teóricas y definición de términos básico.

Capítulo III Marco Metodológico, el cual contiene el propósito de la investigación, nivel de conocimiento, estrategia a seguir, población, muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información y metodología de acuerdo a cada objetivo.

Capítulo IV Resultados, conclusiones, recomendaciones, referencias y apéndices

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

El pavimento forma parte firme de la calzada y es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas.

Una de las primeras formas de pavimentación fue la calzada romana, construida en varias capas. Era el modelo de camino usado por Roma para la vertebración de su Imperio. La red viaria fue utilizada por el ejército en la conquista de territorios y gracias a ella se podían movilizar grandes efectivos con una rapidez nunca vista hasta entonces. En el aspecto económico desempeñó un papel fundamental, ya que el transporte de mercancías se agilizó notablemente. Las calzadas también tuvieron gran influencia en la difusión de la nueva cultura y en difundir por todo el Imperio la romanización.

En Venezuela el desarrollo de las vías terrestres ha sido un asunto de data reciente, las escasas carreteras que existían a principios del Siglo XX servían solo para transportar vehículos entre muy pocas ciudades y se carecía de conexión entre unas y otras. Aún hoy en día el País carece de vías actualizadas y en buen estado. En la actualidad nos lleva al Municipio San Diego en el Estado Carabobo, el cual ha sido uno de los Municipios de mayor crecimiento en la región durante los últimos años. En este Municipio ha ocurrido un mayor crecimiento de nuevas urbanizaciones, lo cual se traduce en un incremento notable de la población de la zona, que trae como

consecuencia que las vías que se encuentran construidas en el Municipio no sustenten el alto tránsito. Por otra parte, para la ejecución de un proyecto de carácter constructivo es necesario el estudio de los suelos, el cual comprende las características físicas, mecánicas y químicas del mismo; una de las propiedades que presenta el suelo es la permeabilidad, ya sea para la construcción de grandes represas, centrales hidroeléctricas, pozos profundos, vialidades, entre otros, debido a que los suelos y las rocas no son sólidos ideales, sino que forman sistemas con dos o tres fases: partículas sólidas y gas, partículas sólidas y líquidas o bien, partículas sólidas, gas y líquida por esa razón es importante definir los medios porosos existentes en los suelos, los cuales son los que condicionan las características permeables del suelo.

Se dice que un material es permeable cuando contiene vacíos continuos; estos vacíos existen en todos los suelos, incluyendo las arcillas más compactas, y en todos los materiales de construcción no metálicos, incluido el granito sano y la pasta de cemento.

El paso de los fluidos dentro de los poros del suelo controla aspectos importantes relacionados con la mecánica de suelo. En particular, la permeabilidad de los suelos, junto con la pendiente del terreno es un parámetro de gran importancia en el análisis de vulnerabilidad a desastres naturales, relacionados con los riesgos de inundación y derrumbes. Es importante este estudio ya que es un parámetro que afecta considerablemente la relación infiltración-escorrentía en el caso de grandes precipitaciones e influye en la interacción suelo-líquido pudiendo producir colapso o ablandamiento del terreno, el cual con frecuencia se manifiesta en daños a la infraestructura apoyada o enterrada en el mismo.

En tal caso si esos parámetros de permeabilidad superan los 5mm/hora se considera una infiltración excesiva, se aplicarán sistemas amigables con el medio ambiente como los sistemas urbanos de drenaje sostenible que cada día cobran mayor importancia para

la canalización de las aguas lluvias convencionales, que tiene como objeto minimizar los impactos en el ciclo hidrológico derivados del desarrollo urbano y cambiar los paradigmas que las aguas de lluvias son un molesto problema que se soluciona deshaciéndose de ellas rápidamente, capturándolas y evacuándolas a un lugar aguas abajo.

En la actualidad se está promoviendo el uso de pavimento permeables ya que los pavimentos permeables son superficies que, al mismo tiempo que son aptas para el paso de peatones o de tráfico rodado, permiten al agua la filtración vertical a su través, abriendo la posibilidad a que ésta se infiltre en el terreno pudiendo recargar los acuíferos, o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación.

La Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio, las cuales a pesar de albergar una gran población no cuentan con una vía funcional y segura entre ambas. Esto obliga a los residentes de las mismas a circular por una vía de tierra totalmente insegura y en muy mal estado. Poniendo en riesgo la vida de los usuarios y generando grandes daños a sus vehículos. Esta situación nos indica que hace muy necesario que se construya una nueva vía entre estas dos Urbanizaciones, que garantice la seguridad y comodidad de los usuarios.

Una de las causas de la gran afluencia vehicular en esta vía de tierra se debe a que muchos conductores la usan para incorporarse a la Avenida Don Julio Centeno y así evitarse un recorrido más largo por la Autopista Bárbula-Guacara. El impacto de esta gran afluencia vehicular por esta vía en mal estado se verá reflejado básicamente en que con el tiempo el congestionamiento será mayor y será cada vez más difícil el libre tránsito por esta zona.

Si a esta vía se le sigue dando el mismo tratamiento, que es ignorar el crecimiento vehicular y se continúa operando tal como se viene haciendo, esto se convertirá en una situación de alto riesgo para los usuarios. Además de generar daños considerables a los vehículos que circulen por ella.

Frente a esta problemática, es totalmente necesario evaluar la construcción de un pavimento idóneo que una la vía entre ambas Urbanizaciones.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo se lograría mejorar el traslado entre la Urbanización Lomas de La Hacienda y la Urbanización San Antonio, en el Municipio San Diego del Estado Carabobo?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Proponer el estudio de permeabilidad y diseño de pavimento de la vía que va desde la Urbanización Lomas de la Hacienda hasta la Urbanización San Antonio. En el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

1.3.2. Objetivos Específicos

La presente propuesta, diseño del pavimento de la vía que une las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio del municipio San Diego representa una alternativa importante para el desarrollo económico y social de este sector, ya que la misma son parte de la zona urbana del municipio en cuestión.

Teniendo en cuenta que una de las maneras de mejorar el desplazamiento dentro del Municipio es crear nuevas vías de comunicación, surge la iniciativa de proyectar el diseño de pavimento en esta vía que une a ambas, en donde no existe una vía segura y funcional que las conecte, por lo que los usuarios se ven obligados a utilizar una vía de tierra en mal estado.

1.5. Alcance

Esta investigación se enfoca especialmente en diseñar y elaborar el diseño de pavimento de la vía que comunica las Urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio, San Diego, Estado Carabobo en función de la permeabilidad del suelo rasante, haciendo uso del coeficiente para clasificar el suelo en función de su permeabilidad y el estudio del tráfico que por allí frecuentan.

1.6. Limitaciones

En la investigación, se pueden encontrar ciertas limitantes en cuanto a regulaciones y estudios de suelos para el diseño de este tipo de vías, como son: tipo de terreno, capacidad portante del suelo, entre otras. Adicionalmente el tiempo de elaboración de la tesis es corto ya que se limita a dos semestres académicos.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Bruestten Francisco (2011): en su trabajo de grado titulado **“Propuesta para la construcción de la carretera del sector agrícola La Arenosa-Pirapira-Las cuevas del Municipio Libertador, Estado Carabobo”** presentado por requisito para optar al título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez (UJAP).

Este trabajo de grado tuvo como objetivo general evaluar los problemas que afectan a las comunidades debido a la falta de una comunicación vial eficiente. Además recolectar información de las medidas necesarias, tipos de vehículo que transitan dicha vía y su funcionalidad y como resultado final proponer los diferentes procedimientos, materiales, maquinarias y mano de obra necesaria a usar para la elaboración de la vialidad.

Así mismo, Matthieu Deroussen (2005). En su trabajo de grado **“Modelos empíricos de diseños de pavimento flexibles para nuevas construcciones”**, Este proyecto, fue realizado en el Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, describe un manual el diseño y construcciones de pavimentos flexibles en vías proporcionando a través del estudio de diferentes modelos empíricos , la orientación respecto a los procedimientos, técnicas y recomendaciones para el diseño de nuevas carreteras con el propósito de mejorar la calidad y la servicialidad de las vialidades. así como también la influencia con la calidad y el buen comportamiento de la estructura, ofreciéndoles una guía práctica de esos diseños, donde en la Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey estará disponible para la población estudiantil de la facultad de ingeniería – programa de ingeniería civil, para que pueda realizar los estudios técnicos y analizar el comportamiento de los diferentes métodos y

tipos de pavimentos arrojando resultados más precisos y de calidad , que garantiza el conocimiento prácticos del tema en mención. Una vez definido el problema y teniendo en cuenta las limitaciones presentes esta guía nos dará un mejor conocimiento para los parámetros que deben considerarse para así diseñar un pavimento de excelente calidad y cumpliendo las normas.

Basados en la norma en misión y con las observaciones del director del proyecto, de tal forma que innovará de manera contundente y rápida la manera de diseñar pavimentos flexibles en las nuevas vías.

Además, Pedro J. (2014) en su trabajo de grado titulado **“Análisis de permeabilidad absoluta por medio de métodos indirectos aplicado a suelos arenosos del Río Cauca en el Sector Cencar - Valle del Cauca”**. Realizado en la Universidad Santiago de Cali-Colombia. El contexto de este proyecto de grado, se enfoca en el cálculo del coeficiente de permeabilidad partiendo de dos métodos indirectos: el cálculo a partir de la curva granulométrica y cálculo a partir de la porosidad de un suelo granular obtenido de Río Cauca en el cual se realizarán ensayos de granulometría, permeabilidad, y densidad, donde se pretende encontrar una relación que vincule estas características; basándose en fórmulas de correlación clásicas en la teoría del flujo de agua en suelos (Hazen, 1892; Slitchter, 1898; Terzaghi, 1925; Kozeny, 1927; Carman, 1938) todo esto con el fin de colaborar con la caracterización geotécnica del Valle del Cauca de Colombia en relación a su permeabilidad.

Y por último no menos importante, Alfonso, M. y Juan P, valadez (2002), en su tesis de grado titulada: **“La permeabilidad de los suelos en los problemas de transporte de contaminantes aplicación en la infraestructura del transporte”**, Instituto Mexicano del Transporte, Exponen la importancia del estudio de la

permeabilidad en los suelos, debido a que este proporciona la información necesaria para que el proyectista tome las decisiones adecuadas en el diseño de obras civiles y de esta manera poder evitar fallas en las estructuras. Es por ello que, la presente investigación se realizó bajo la modalidad proyecto factible donde se diseñó y elaboró una serie de ensayos con el fin de determinar la permeabilidad en muestras de suelos haciendo uso de este coeficiente para clasificar el suelo en función de su permeabilidad, usando métodos directos e indirectos de cálculo. Así como también se verificó que los resultados obtenidos con el equipo concordaron con los resultados de los métodos aplicados.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Muestras de suelos

Definición de muestras de suelos: Es una cantidad pequeña de un suelo que se considera representativa del total y que se toma para someterla a un estudio, análisis o experimentación.

Tipos de muestras: Las muestras obtenidas en un proceso de muestreo son clasificadas en dos categorías dependiendo de la alteración que sufren al ser retiradas de su lugar original y se puede clasificar en muestras alteradas y muestras inalteradas.

Muestras alteradas: Una muestra alterada se define como aquella donde parte de ella o toda, ha sufrido una alteración tal que ha perdido la estructura que poseía in-situ, estas muestras no representan de forma real las propiedades de resistencia y permeabilidad del suelo.

Muestras inalteradas: Son aquellas muestras obtenidas por medio de muestreadores y usando técnicas en las cuales es posible preservar la estructura natural del material; aunque se use la expresión inalterada, se debe tener en cuenta que una muestra de suelo al ser retirada de sus condiciones naturales, sufre algún tipo de remoldeo o alteración, se denomina así porque representan

fielmente las condiciones del suelo in-situ. En estas muestras se realizan todos aquellos ensayos que permiten evaluar las condiciones de resistencia del suelo, comportamiento y las propiedades así como de la permeabilidad, además determinar la humedad natural y todos los demás ensayos de suelos que se pueden ejecutar en las muestras alteradas.

2.2.2. Suelos

Se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.

Los suelos son sistemas complejos en donde ocurren una amplia gama de procesos físicos y biológicos que se ven reflejados en la gran variedad de suelos existentes en la tierra. Son muchos los procesos que pueden contribuir al crear un suelo particular, algunos de estos son: la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico.

De un modo simplificado puede decirse que las etapas implicadas en la formación del suelo son las siguientes:

Disgregación mecánica de las rocas.

Meteorización química de los materiales regolítico, liberado.

Desde el punto de vista constructivo es el estrato portante de un terreno que se encargará de soportar la totalidad de los esfuerzos generados por las cargas actuantes en las edificaciones.

2.2.3. Clasificación de los suelos

El suelo está constituido por partículas de muy diferentes tamaños. Para diferenciar los suelos según el tamaño de sus constituyentes o el tamaño de sus partículas, se han establecido muchas clasificaciones granulométricas, básicamente todas aceptan los términos de roca, grava, arena, limo y arcilla, pero difieren en los valores de los límites establecidos para definir cada clase, los suelos se subdividen en

cohesivos y no cohesivos el cual se definen a continuación:

Suelos cohesivos: es un tipo de suelo donde las partículas del mismo se encuentran unidas entre sí, cuanto más finas sean las partículas mayor será la cohesión del suelo, este tipo de características las poseen las arcillas.

Arcilla: compuesto mayoritariamente por silicatos de aluminio mezclados en diversas proporciones con otros elementos como: óxido férrico o ferroso, materia orgánica, etc. Se encuentran en estratos sedimentarios, formando capas que presentan diferentes coloraciones dependiendo de sus componentes.

Propiedades:

1. Granulometría de fina a muy fina.
2. Elevada capacidad de compactación.
3. Comportamiento de tipo plástico.
4. Elevada capacidad de absorción de agua.
5. Cambios notables en su volumen por efectos de agua.
6. Mediana capacidad portante.
7. Relativa facilidad de excavación, estables hasta los 4,00 mts aprox.
8. Alta cohesividad.

Suelos no cohesivos: Las partículas de suelo no tienden a juntarse ni a adherirse, sus partículas son relativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes (gravas, arena). Los suelos no cohesivos los podemos clasificar de la siguiente manera:

Arena: material mineral pulverulento producto de la desagregación de rocas silíceas y calizas. Podemos encontrarlas en antiguos lechos de ríos y lagos, o en las costas de cuerpos acuíferos dulces o salados

Propiedades:

1. Granulometría de media a gruesa.
2. Muy baja capacidad de compactación.

3. Elevada capilaridad.
4. Inalterables al cambio de humedad.
5. Fácil deslizamiento en plano de 45°.
6. Limitada capacidad portante.
7. Salinidad elevada.
8. Poco aptos para la construcción.
9. Fácil excavación pero poca estabilidad.

Orgánico: cuando el suelo en su composición presenta más del 50% en forma de material orgánico o “Humus” se dice que es de tipo orgánico. Este tipo de suelo está presente en casi todos los terrenos y forma lo que llamamos capa vegetal. La capa vegetal deberá ser removida de cualquier terreno en cual se pretenda construir, debido a sus propiedades corrosivas derivadas de la permanente descomposición de la materia orgánica.

Propiedades:

1. Granulometría variable.
2. Muy baja capacidad de compactación.
3. Absorción de agua moderada.
4. Capilaridad variable.
5. Baja o nula capacidad portante.
6. No resultan apropiados para la construcción.
7. Corrosivos para los metales y agresivos en general para los materiales de la construcción.

Rocoso: En general las rocas están compuestas de sílice, calcio y otros elementos que en un estado de compactación elevado confieren al estrato gran dureza y resistencia ante los esfuerzos de compresión.

Propiedades:

1. Granulometría de media a gruesa.

2. Muy poca capacidad de compactación
3. Generalmente impermeables, solo poseen porosidad secundaria
4. Inalterable su volumen con respecto a la humedad

5. Baja o nula tendencia al deslizamiento.
6. Capacidad portante limitada
7. Rígidos y difícilmente deformables.
8. Difícil perforación o excavación, pero gran estabilidad.
9. Fracturan con facilidad.

2.2.4. Movimiento del fluido en el suelo

Los poros-canales en una masa de suelo son tan delgados, sinuosos e irregulares en su sección transversal, complejos en su intersección y subdivisión que el análisis de flujo a través de todos los poros individuales no sería posible. Sin embargo, en aquellos problemas de ingeniería que involucran la absorción a través del suelo, el flujo que ocurre en cada poro no es de interés. Por el contrario, el flujo que se desea conocer es el flujo combinado a través de todos los poros de un elemento cuyo volumen sea suficientemente grande para dar una representación típica de toda la masa de suelo que se trate.

2.2.5. Permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

Para ser permeable, un material debe ser poroso, es decir, debe contener espacios vacíos o poros que le permitan absorber fluido. A su vez, tales espacios deben estar interconectados para que el fluido disponga de caminos para pasar a través del material.

Por otro lado, hay que hablar de una permeabilidad intrínseca (también llamada coeficiente de permeabilidad); como constante ligada a las características propias o internas del terreno y de una permeabilidad real o de Darcy, como función de la permeabilidad intrínseca más las de las características del fluido.

2.2.6. Porosidad

La porosidad o fracción de huecos es una medida de espacios vacíos en un material y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total, entre 0-1, o como un porcentaje entre 0-100%. El término se utiliza en varios campos, incluyendo farmacia, cerámica, metalúrgica, materiales, fabricación, ciencias de la tierra, mecánica de suelos e ingeniería. La fórmula para calcular la porosidad en función de la volumetría de la muestra es la siguiente:

— ———

Donde:

n: Porosidad .

V_w : Volumen de agua (cm^3).

V_a : Volumen de aire (cm^3).

V_v : Volumen de vacío (cm^3).

V_s : Volumen de sólidos (cm^3).

2.2.7. Ley de Darcy

El flujo de agua a través de medios porosos está gobernado por una ley descubierta experimentalmente por Darcy en 1856, quien investigó las características del flujo de agua a través de filtros de material térreo. Utilizando determinados dispositivos de diseño, Darcy encontró que para velocidades suficientemente pequeñas el gasto o caudal Q es:

— Ec. (2)

Dónde:

Q: Caudal (cm^3/seg).

k: Coeficiente de permeabilidad (cm/seg).

i: Gradiente hidráulico (adimensional).

A: Sección transversal del filtro (cm^2).

Si se considera la ecuación de continuidad:

Dónde:

Q: Caudal (cm^3 / seg).

v: Velocidad (cm / seg).

A: Área transversal (cm^2).

Es posible relacionarlos de forma tal que:

Dónde:

V: Velocidad de descarga (cm / seg).

i: Gradiente Hidráulico.

2.2.8. Clasificación de las carreteras de Venezuela

En Venezuela, la clasificación de los caminos o carreteras está incorporada en el Reglamento de la Ley de Transporte y Tránsito Terrestre de 1998, aún vigente, que dispone en su artículo 231 que las carreteras son de tipo convencional, que engloban aquellas vías pavimentadas que no reúnen las características propias de las autopistas, vías expresas, ni vías rápidas; mientras que las carreteras son las vías destinadas al tránsito automotor de carácter extraurbano. A su vez, se consideran vías rápidas, las carreteras de una sola calzada, con limitación total de acceso a las propiedades

colindantes; tampoco cruzan a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril, ni son cruzadas a nivel por vías de comunicación o servidumbres de paso; por otra parte, las vías expresas, no reúnen las características de una autopista, pero tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación y limitación de accesos a propiedades colindantes, e igual que las vías rápidas, no cruzan a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril, ni son cruzadas a nivel por vías de comunicación o servidumbres de paso. Finalmente, las autopistas son consideradas como vías especialmente diseñadas para altas velocidades de operación, con los sentidos de flujo aislados por medio de separador central, sin intersecciones de nivel y con el control total de accesos.

Una clasificación más técnica emana de las Normas para el Proyecto de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (1997) que clasifica las vías según su geometría las vías, y que contempla las autopistas, que son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de los accesos, con calzadas paralelas o independientes y cada calzada debe contar con al menos una franja de estacionamiento de emergencia, denominada hombrillo; las carreteras, consideradas vías sin divisoria física entre los sentidos del tránsito, pudiendo tener calzadas con más de un canal por cada sentido y provista de un hombrillo a cada lado en los casos en que se prevea que maneje volúmenes de tránsito considerables; las vías expresas, que son vías que cuentan con división física entre los sentidos de tránsito, pudiendo tener aperturas ocasionales y con control parcial de los accesos, y cuyas calzadas pueden estar alineadas paralela o independientemente, dotada de un hombrillo de mínimo una franja de ancho.

2.2.9. Clasificación por su Transitabilidad.

La clasificación por su Transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

Terracerías: Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de sub-rasante transitable en tiempo de sequía.

Revestida: Cuando sobre la sub-rasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en toda época.

Pavimentada: Cuando sobre la sub-rasante se ha construido ya totalmente el pavimento que cubre la misma.

La clasificación anterior es casi universalmente usada en cartografía (Ver figura 1).

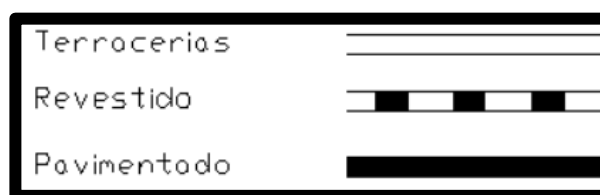


Figura 1: Clasificación de Transitabilidad
Fuente: <http://www.construaprende.com/images/tesis/4/Image1.gif>

2.2.10. Clasificación por su Importancia.

Carreteras Troncales: Son carreteras interestatales entre centros poblados de mayor importancia del país. Contribuyen a la integración nacional, al desarrollo de la economía del país y proveen conexión regional e internacional.

Carreteras Locales: Son de interés regional. Permite la comunicación entre poblados y vías de mayor importancia, y reúnen el tránsito proveniente de ramal y sub ramal.

Los Ramales: Intercomunican centros poblados de menor importancia y proveen el acceso de esta a las carreteras principales. Cumplen una función de gran importancia en el sistema vial del país, la de alimentar y distribuir el tráfico que circula por las carreteras troncales.

Los Subramales: Proveen acceso a fundos y otros explotaciones.

Otras Clasificaciones: Carreteras Nacionales, Estatales, de entidades agrícolas, particulares y de sistemas cooperativa, carreteras de concreto, asfalto, granzón, tierra tratada y o simplemente de tierra.

2.2.11. Capacidad de una carretera o un camino.

Tomando en consideración que con el pasar del tiempo un camino puede llegar a un grado de saturación vehicular que le impida el manejo eficiente de los volúmenes de tránsito que originalmente tenía previstos alojar en su diseño, de modo que requiera la construcción de un camino paralelo o el mejoramiento del diseño original, lo cierto es que para Crespo (op.cit) la capacidad de un camino, también llamada capacidad práctica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada en su diseño original, también considerada como capacidad teórica, la cual puede medirse generalmente en vehículos por hora y por carril, o en vehículos por hora y para vías de dos carriles, la medición debe ser en ambos carriles. Sobre la capacidad teórica, la misma según Crespo (op.cit) “ha sido determinada tomando en cuenta velocidades promedio entre 70 y 80 kph y separaciones entre vehículos de aproximadamente 30 m” (p.13) lo cual ha generado una capacidad de casi 2000 vehículos por hora, usando como forma de cálculo la siguiente expresión:

Donde V es la velocidad media de los vehículos en el momento determinado para la medición y S es el intervalo medio entre los vehículos. Este es el parámetro que ayuda a determinar el congestionamiento de una vía, cuando al hacer el recuento de volúmenes de tránsito en ciertas horas del día y en condiciones de saturación tan altas, que se evidencia el detenimiento del flujo vehicular.

El autor mencionado asegura que el Departamento de Caminos Federales de Estados Unidos refiere como capacidad máxima total de un camino de dos carriles los 900 vehículos totales por hora y por ambos carriles en las condiciones ideales de operación; a saber: dimensiones de 3,65 m de ancho cada uno, pendiente y alineamiento adecuado, entre otras.

Los cuadros 1 y 2, establecen la capacidad de las vías urbanas para uno o dos sentidos de circulación y la capacidad medida en vehículos equivalentes por hora.

La demanda de circulación vehicular para una determinada vía debe ser conformada con su capacidad para atender dicha demanda: en este sentido, los aspectos físicos de la vía que configuran su capacidad, a tenor del Manual de Vialidad Urbana precitado, son como mínimo el número de canales, el ancho de los mismos, la existencia de separador de las corrientes de tránsito contrarias, entre otros factores que han sido analizados previamente en secciones anteriores.

Tabla 1. Capacidad En Vías Urbanas De Un Sentido De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora

Ancho de la calzada (m)	6,00	6,60	7,20	9,00	9,90	10,80	12,00	13,20	10,40
Vía arterial: con accesos espaciados, estacionamiento prohibido	2.000	2.200	2.400	3.000	3.300	3.600	4.000	4.400	4.800
Vía colectora: restricción para estacionar y alta capacidad en las intersecciones	1.300	1.450	1.600	2.150	2.400	2.650	3.000	3.350	3.700
Vía local: capacidad restringida por vehículos estacionados e intersecciones frecuentes	800	950	1.100	1.650	1.900	2.150	2.500	2.800	3.200

Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981)

Tabla 2. Capacidad En Vías Urbanas De Dos Sentidos De Circulación. Capacidad En Vehículos Equivalentes Por Hora

Ancho de calzada (m)	TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES						PARA UNA SOLO DIRECCIÓN			
	DOS CANALES			TRES CANALES			CUATRO CANALES			
	6,00	6,60	7,20	9,00	9,90	10,80	12,00	13,20	14,40	15,60
Vía Expresa: con accesos controlados y con intercambios a desnivel									3.000	3.000
Vía arterial: con accesos espaciados, estacionamiento prohibido	1.200	1.350	1.500	2.000	2.200	2.400	2.000	2.200	2.400	2.400
Vía colectora: restricción para estacionar y alta capacidad en las intersecciones	800	1.000	1.200	1.600	1.800	2.000	1.200	1.350	1.500	1.500
Vía local: capacidad restringida por vehículos estacionados e intersecciones frecuentes	300 a 500	450 a 600	600 a 750	900 a 1.100	1.100 a 1.300	1.300 a 1.500	800 a 900	900 a 1.000	1.000 a 1.200	1.000 a 1.200

* Se considera que en vías de 3 canales por sentido, no divididos, estos valores se aumentarían en 200 v-eq/h Fuente: Manual de Vialidad Urbana (1981).

otras cuya variabilidad resulta impredecible y por ende no constantes, de tal manera que afectan la capacidad de la vía y la pueden reducir considerablemente; sin embargo, los factores o elementos que se ha determinado, según Crespo (op.cit) que afectan la capacidad de las carreteras son el ancho de la sección, la visibilidad, la pendiente, el ancho de los hombrillos (acotamientos); el porcentaje de vehículos pesados en la vía y la obstrucción lateral. En el cuadro 3 presentada por Crespo (op.cit) citando estudios de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO, por sus siglas en Inglés) se observa el efecto que tiene el ancho de sección transversal en la capacidad práctica de una vía, tomando en consideración que el ancho de carril tomado para determinar la capacidad práctica de una carretera fue de 3,65 metros, aun cuando dicho valor no es constante, pudiendo existir anchos de 3,05 metros, de modo que el efecto se observa en el cuadro 3:

Tabla 3. Efecto del Ancho de Carril en la Capacidad de Diseño de las Vías

EFFECTOS DEL ANCHO DEL CARRIL		
<i>Ancho del carril en metros</i>	<i>Vehículos por hora, total en la caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad con respecto a la sección óptima</i>
3,65	900	100%
3,35	774	86%
3,05	693	77%
2,75	630	70%

Fuente: Crespo (2011)

En cuanto a la visibilidad y a la pendiente, al autor citado asegura que estos parámetros se vinculan muy cercanamente con el alineamiento y la velocidad del proyecto, observando que su relación afecta de forma directa la capacidad, por virtud de las condiciones implícitas en las dos primeras. Por su parte, el efecto de los

hombrillos o bermas sobre la capacidad práctica, es evidente atendiendo al hecho de que un hombrillo sin el ancho adecuado puede causar que un vehículo accidentado o detenido por emergencia obstaculice parte o la totalidad de un carril, representando un peligro para la circulación de los demás vehículos, por lo que dichos valores son recomendados en función del tipo de camino a diseñar y la topografía del terreno que este atraviesa. Finalmente, el efecto de la circulación de los vehículos pesados en la capacidad práctica de la vía, también resulta evidente, considerando que mientras más anchos son estos vehículos y más lento circulan, aunado a la topografía ondulada o planicie del terreno, más impactan en dicha capacidad. Así lo muestra el cuadro 4.

Tabla 4. Efecto de los Vehículos Pesados en la Capacidad de Diseño de las Vías

EFFECTOS DE LOS VEHÍCULOS PESADOS				
Porcentaje de vehículos pesados con relación al tránsito total. Caminos de dos carriles	Terreno Plano		Terreno ondulado	
	Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles	Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora	Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles	Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora
0	900	100	900	100
10	800	89	640	71
20	710	79	500	55

Fuente: Crespo (2011)

En relación a las obstrucciones laterales, que para Crespo Villalaz (2009) suelen ser muy frecuentes en las carreteras y vías en general, como por ejemplo ocurre con los muros de contención de tierras, los postes y señales, así como los vehículos estacionados, todas ellas tienen un efecto en la capacidad práctica de las vías según se

indica en el cuadro 5 presentada por Crespo (op.cit) la cual tiene clara tendencia a la disminución directa, aunque no proporcional, como producto de la correlación entre la distancia del obstáculo al borde de la carpeta asfáltica y el ancho real de los carriles de la vía.

Tabla 5. Efecto de las obstrucciones laterales en la capacidad de diseño de las vías

EFFECTO DE LAS OBSTRUCCIONES	
Distancia del borde de la carpeta asfáltica hasta el obstáculo	Ancho efectivo de dos carriles de 3.65 metros cada uno
1.80	7.30
1.20	6.70
0.60	6.10
0.00	5.50

Fuente: Crespo (2011)

2.2.13. Movimiento de tierras

Las maquinarias empleadas para movimiento de tierra son tractores niveladores (bulldozer) de potencia entre 150 y 220 hp montados sobre orugas. Actualmente se utilizan máquinas de nueva generación como los Caterpillar serie II o Komatsu D65EX-12. Los tractores están equipados con una hoja de 4 metros de ancho y una capacidad de 5 a 7 metros cúbicos. Por lo general operan con orugas de ancho estándar (510mm), pesan de 18 a 24 toneladas y las presiones al suelo alcanzan valores de 50 a 60 Kpa. Además están equipados con un desgarrador de tres dientes que se emplea para remover duros y soltar tocones.

La construcción este tipo de zonas relativamente playas con poca vegetación se realiza dejando el 100% de la plataforma en corte firme mediante la técnica llamada “bote al lado”, para asegurar la estabilidad de la calzada en terrenos con pendiente. Es

decir, la tierra removida excedente debe quedar completamente extendida sin dejar cordón al lado del terraplén.

El tractor trabaja siempre aprovechando la pendiente, esto es, desde la parte alta hacia la parte baja del camino. Según la altura de corte, se va realizando en forma gradual en sucesivas pasadas, cuidando ir conformando el talud de corte en el ángulo recomendado. Finalmente realiza un afinamiento o perfilado de la sub rasante, considerando ocasionalmente la confección de la cuneta ya que normalmente se realiza en un trabajo posterior con la motoniveladora. El material derramado queda suelto acomodándose naturalmente al ángulo de reposo del material. En las áreas cordilleras es común que el movimiento de tierra alcance el estrato de material rocoso. El volumen de movimiento de tierra es en función de la pendiente lateral del terreno, del ángulo del talud de corte y del ancho de la plataforma en corte firme.

El rendimiento de los bulldozer en la técnica de “Bote al lado” depende principalmente de la potencia. La pendiente del terreno, el tipo de suelo, la presencia de rocas y la experiencia del operador. A medida que la pendiente lateral aumenta, aumenta el volumen por metro del camino, el bulldozer trabaja a plena carga con menores desplazamientos, lo que traduce en mayor rendimiento. En los últimos años la productividad en general ha aumentado por la mejor organización del trabajo y la incorporación de equipos de mejor tecnología. Es común lograr rendimientos de más de 100 m³/hora.

2.2.14. Usos del Asfalto

Como el asfalto es un material muy impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes, presenta las propiedades ideales para la construcción de pavimentos cumpliendo las siguientes funciones:

- a) Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.
- b) Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos. Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su capacidad.
- c) También se puede utilizar para hacer techos.

Pavimento Flexible: Estructura formada por varias capas subbase, base y carpeta asfáltica.

Pavimentos Transitorios: Se consideran pavimentos transitorios a aquellas soluciones de pavimentación de corto plazo (1 a 3 años). No se espera que la estructura utilizada pueda ser reforzada o ser reutilizada al término de su vida útil.

Pavimentos para Bajo Volumen de Tránsito: El diseño de este tipo de pavimentos considera una estructura no transitoria, es decir considera una estructura de pavimento que soportará el tránsito de diseño y, que en la eventualidad de aumentar el volumen de tránsito, ésta puede ser reforzada sin modificar significativamente la estructura del pavimento existente.

Pavimentos para Caminos de Tránsito Pesado: Se considera dentro de esta categoría aquellos caminos cuyo porcentaje de vehículos pesados es mayor a 15-20% del flujo total.

Diseño de pavimento flexible (Procedimiento del Instituto del Asfalto, Revisión 1981). Procedimiento:

1. Se calcula el número de vehículos pesados y se marca en la línea “C” del ábaco Gráfico de Análisis de tránsito (Ver figura 4).

2. Con el promedio de pesos brutos de los vehículos pesados. Se ubicará este valor en la línea “D”.
3. Se procederá a unir los puntos marcados en las líneas “C” y “D” con una recta que se prolonga hasta cortar al eje auxiliar “B”
4. Luego se marcará en la línea “E” del mismo ábaco, el valor máximo de carga por eje sencillo para ese tipo de vía. (Ver figura 3).
5. Luego se unirá con una recta los puntos marcados sobre las líneas “B” y “E” y se prolongará hasta “A” leyendo el Número de Tránsito Inicial (NTI). Tránsito Pesado.
6. Luego se buscará en la tabla 7 el valor de ajuste para el tráfico, de acuerdo al periodo estimado de diseño de la vía y el porcentaje de crecimiento anual.
7. Con el valor del CBR de la sub rasante (Terreno) y el valor ajustado del tránsito, empleando el ábaco de Determinación del Espesor del pavimento, (Ver figura 4) determinamos el espesor del pavimento para un periodo de diseño de 20 años.

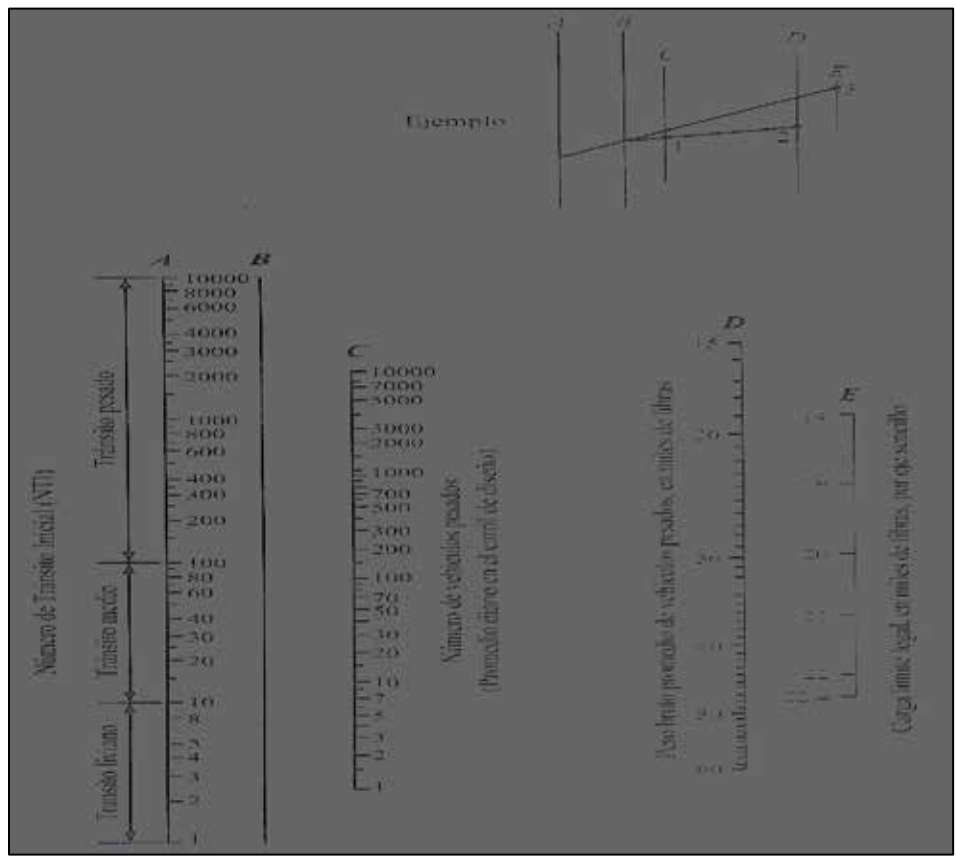


Figura 3. Abaco para Análisis del Tráfico
 Fuente: Carlos Crespo (Pág. 224)

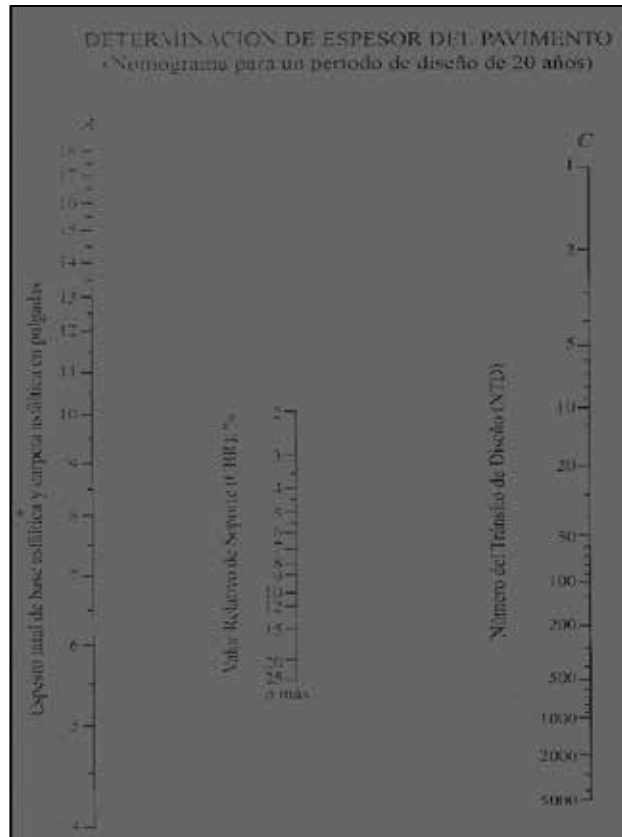


Figura 4. Abaco para Determinación del Espesor del Pavimento
Fuente: Crespo, Villalaz (Pág. 225)

Tabla 6. Porcentaje del Total de Vehículos en el Carril de Diseño.

Porcentaje del Total de Vehículos en el Carril de Diseño	
Números de carriles totales	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño
2	50
4	45 (35-48)*
6 o más	40 (25-48)*
Rango Probable	

Fuente: Carlos Crespo Villalaz (pag.223)

Tabla 7. Factores de Ajuste al Número de Tránsito Inicial.

Factores de ajuste al Número de Tránsito Inicial (NTI)					
Periodo de diseño	Porcentaje de crecimiento Anual				
en años (n)	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

Fuente: Carlos Crespo Villalaz. (pag.223)

2.2.15. Preparación de la sub-rasante

Se perfila la sub-rasante con empleo de la motoniveladora dejando un perfil transversal bombeado y luego se compacta con rodillo pata de cabra o liso de acuerdo al tipo del suelo sub rasante, con peso estático no inferior a 5,5 toneladas. La compactación se efectúa a humedad óptima, procediéndose a regar de ser necesario, hasta alcanzar como mínimo el 95% de la densidad máxima determinada por el ensayo Proctor.

2.2.16. Compactación:

El material a extender con base (ripio o granzón) se compacta en condiciones óptimas empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr un 95% de la densidad máxima dada por el ensayo Proctor o hasta una densidad relativa mínima de 80%. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros. La calzada terminada se entrega pareja con un perfil transversal bombeado de igual pendiente que la sub-base.

2.2.17. Capa de rodamiento:

Esta capa deberá estar definida por el proyecto como pavimento flexible o rígido.

2.2.18. Riego de imprimación y riegos de adherencia en pavimentos asfálticos

Riego de imprimación: Se define como riego de imprimación, según el Artículo 530 del PG-3, la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso. La imprimación penetra o es mezclada en la superficie de la base y cierra los huecos, endurece la superficie y colabora con la ligazón de la capa asfáltica a colocar encima. Este riego sirve para mejorar el agarre entre las capas granulares y las bituminosas, mejorando así la transmisión de cargas. Antes de efectuar este riego, hay que barrer enérgicamente la superficie granular y regarla con agua, a fin de conseguir la máxima efectividad.

Riego de adherencia: Se define como riego de adherencia, según el Artículo 531 del PG-3, la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de cualquier tipo de capa bituminosa que no sea un tratamiento superficial con gravilla o una lechada bituminosa. Este riego mejora la adherencia entre las capas bituminosas.

Distribuidor de asfalto: Los riegos de mezclas asfálticas y de imprimación son generalmente aplicados por medio de un distribuidor de asfalto, este consiste en un camión o semirremolque, sobre el que se monta un tanque aislado provisto de un sistema de calentamiento. En el extremo final del tanque existe un sistema de barras de riego y boquillas a través del cual se riega el asfalto sobre la superficie del camino. La longitud de la barra puede ser de 3 a 8 m de la calzada. Se fabrican distribuidores con capacidad de 3200 a 16000 lts.

Medición de la cantidad de asfalto: El asfalto usado en riego de imprimación y adherencia se paga usualmente por litros (galón), por lo que se debe medir el contenido del distribuidor antes y después de la operación de rociado. La diferencia de lectura entre la primera y la segunda indica la cantidad del material aplicado en la superficie a la carretera.

Señales de tránsito: Son signos usados en la vía pública para impartir la información necesaria a los usuarios que transitan por un camino o carretera, en especial los conductores de vehículos y peatones.

2.2.19. Coeficiente de permeabilidad

Los estudios de Darcy también utilizan un valor de velocidad (v), dicha velocidad es la velocidad de descarga que se define como la cantidad de agua que circula en la unidad de tiempo a través de una superficie unitaria perpendicular a las líneas de infiltración. En arenas firmes saturadas y en otros suelos de granos finos, también saturados, donde la circulación del agua no afecta la estructura del material, la velocidad v puede ser determinada casi exactamente por:

—

Dónde:

: Viscosidad del agua, en $\text{KN seg} / \text{cm}^2$

K: Constante de permeabilidad (empírica), en cm^2 . (Ver cuadro 11)

I_p : Gradiente de presiones, en KN/cm^3 .

Si se reemplaza el valor de I_p por su equivalente i , se tiene:

—

La ecuación anterior se puede expresar como:

Dónde:

—

2.2.20. Prueba directa en los suelos del lugar “in situ”

Entre los ensayos “in situ”, los métodos que se citan generalmente corresponden a los ensayos Lugeon (habitualmente realizado en macizos rocosos fracturados), Lefranc (llevado a cabo generalmente en suelos relativamente permeables) y Slug Test (también en suelos permeables.)

En el Cuadro 1 se muestran algunos ensayos de campo para la determinación del coeficiente de permeabilidad, según el suelo en estudio.

Cuadro 1 Ensayo de campo.

Método	Suelos de aplicación	Norma a seguir
Ensayo de carga variable	Perforaciones y pozos	-
Ensayo de carga constante	Perforaciones y pozos	-
Slug test	Suelos profundos	ASTM D 4044
Pozos de bombeo	Todo tipo de suelos	ASTM D 4050
Ensayos de campo varios	Acuíferos en suelo y roca	ASTM D 4043
Disipación de cono	Suelos de baja a media permeabilidad	-

Referencia: Angelone S, Garibay T, Cauhapé M (2009).

Propiedad de Drenaje	Buen Drenaje				Mal Drenaje	Pr
Aplicación en Presas de tierras y Diques	Secciones permeables de Presas y Diques				Sección impermeable de P	
	Grava Limpia	Arenas limosas mezclas de Grava y Arena Limpia		Arena muy fina. Limos orgánicos e Inorgánicos Mezclas de Arena, Limo y Arcilla morena Glac Depósitos de Arcilla estratificados etc.		
Tipos de Suelos					"Suelos impermeables" que han sido modificados por los efectos de la vegetación y del interperismo	
	Prueba directa de los suelos en su posición original (Pozos de bombeo) confiable si se conduce aproximadamente. Requiere experiencia					
Determinación directa del coeficiente de permeabilidad	Permeámetro de carga constante requiere poca experiencia				Permeámetro de carga variable rango de permeabilidad inestable requiere mucha experiencia para una correcta interpretación	Ace
	Confiable requiere poca experiencia					
Determinación indirecta del coeficiente de permeabilidad	Calculo de la distribución granulométrica (formula de A. Hazen) aplicable únicamente a Gravas y Arenas limpias sin cohesión					
					Prueba Horizontal de capilaridad requiere muy poca experiencia. Especialmente útil para la prueba	

Referencia: Juarez Badillo E., Rico Rodríguez A. (2005).

2.2.21. Factores que influyen en la permeabilidad de los suelos.

Relaciones de Vacíos y Porosidad: la proporción de vacíos en un elemento de suelo se expresa en función de la Relación de Vacíos, Razón de vacíos o Índice de

— —

Ambas propiedades, n y e son parámetros adimensionales, y con frecuencia n se expresa en porcentaje. Como se observa, e vincula el volumen de vacíos con una magnitud constante, para un determinado tipo de suelo, en el tiempo; en tanto n lo hace con un valor que varía en el tiempo (por cargas, desecamiento, o humectación). Estas dos relaciones se pueden vincular de la siguiente manera:

— —

—
——
—

——

——

2.3. Definición de términos básicos

AASTHO: La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos, tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme.

ASTM: American Society for Testing Material donde sus miembros mantienen un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba en casi todas las industrias, con un casi monopolio en las industrias petrolera y petroquímica.

AutoCAD: Programa o software de diseño asistido por computadora en dos o tres dimensiones con el que se pueden realizar dibujos y planos de proyectos.

Canalículos: son canales pequeños entre partículas de suelos los cuales están llenos de líquido.

Capacidad de una vía: Es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada en su diseño original.

Capacidad Portante: La capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales:

Si la función del terreno de cimentación es soportar una determinada tensión independientemente de la deformación, la capacidad portante se denominará carga de hundimiento.

Si lo que se busca es un equilibrio entre la tensión aplicada al terreno y la deformación sufrida por éste, deberá calcularse la capacidad portante a partir de criterios de asiento admisible.

De manera análoga, la expresión capacidad portante se utiliza en las demás ramas

de la ingeniería para referir a la capacidad de una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma.

Carretera: Adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

Cohesividad: La cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

Comportamiento Plástico: Es la propiedad mecánica de un material inelástico, natural, artificial, biológico o de otro tipo, de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.

Consolidación: Un proceso de reducción de volumen de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos), provocado por la actuación de sollicitaciones (cargas) sobre su masa y que ocurre en el transcurso de un tiempo generalmente largo. Producen asentamientos, es decir, hundimientos verticales, en las construcciones lo cuales pueden llegar a fracturar la estructura colocada sobre el suelo.

Diseño: Es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Estratificación: Es la propiedad que tienen las rocas sedimentarias de disponerse en capas o estratos, uno sobre otros en una secuencia vertical. Un estrato es un cuerpo tabular de roca sedimentaria, de composición esencialmente homogénea, limitado por sus superficies planas denominadas planos de estratificación, que

representan cambios en las condiciones de sedimentación.

Granulometría: Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a 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.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Investigación de Campo donde Hernández A., Fernández C. y Baptista J. (1991) concluyeron que “El trabajo de campo y los cuadernos de campo para los apuntes de observaciones y dibujos, son unas expresiones muy populares y que se refiere a los métodos de investigación sobre el terreno, tradicionalmente de las ciencias naturales y de las sociales, como la antropología cultural. Es el que no se hace en el gabinete de investigación o trabajo de laboratorio, sino en el lugar de los hechos.”(p.10).

Se denomina Proyecto Factible la elaboración de una propuesta viable, destinada a atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico. El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2003), plantea: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades “(p. 16).

3.2. Diseño de la investigación

Modalidad Proyecto Factible: la UPEL (1998) define el Proyecto Factible como un estudio "Que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales.

La propuesta que lo define puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades”.

3.3. Nivel de investigación

Con relación al nivel de conocimiento la misma se encuentra situada dentro de los parámetros de la investigación descriptiva, ya que posibilita efectuar una conveniente percepción del comportamiento de los distintos procesos de una manera específica, estableciendo los diferentes procesos de una forma particular y determinando los diferentes componentes que lo forman. Con respecto a esto Arias F. (2006), “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”

El estudio del problema de la investigación, con llevará a estudiar de qué forma se puede conocer de manera anticipada la permeabilidad de los suelo y con ello el diseño del pavimento flexible de una vialidad.

3.4. Población y muestra

Según Ramírez J. (2009) “La población, es la reunión de individuos, objetos, ilimitados por el ámbito en estudio a realizar”. El Cálculo de la población se llevará a cabo en la urbanización Lomas de la Hacienda, municipio San Diego del Estado Carabobo. Por otro lado, la muestra se refiere al subgrupo de la población del cual se realizará el estudio y debe ser representativo de dicha población (Hernández, Fernández y Baptista, 2009). En este sentido para el presente trabajo las muestras se extraerán del tramo en estudio del municipio San Diego Edo. Carabobo.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Según Ander-Egg (2009: p 12).) “la técnica responde a cómo hacer, para alcanzar un fin o hechos propuestos, pero se sitúa a nivel de los hechos o etapas prácticas, tiene un carácter práctico y operativo”.

Así mismo, Chávez (2007), “argumenta que los instrumentos de investigación son los medios que utiliza el investigador para medir el comportamiento o atributos de las variables, entre los cuales se destacan los cuestionarios, entrevistas y escalas de clasificación, entre otros”.

Entre las técnicas a utilizar están la observación directa, de acuerdo a Sabino, C. (2011), señala que: "La observación directa es aquella a través de la cual se puedan conocer los hechos y situaciones de la realidad social". (p. 134). También se tiene la . Revisión documental la cual según Arias (2006), lo define como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”. Por medio de la recopilación documental se obtendrá información de datos a partir de documentos escritos o no escritos propios de la empresa, que contienen información que puede ser utilizada dentro de la investigación.

Así mismo se aplicará la encuesta que según Arias (2012:73) la define como “una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de sí mismos, o en relación con un tema en particular”. Siguiendo este orden de ideas, la encuesta no es más que un instrumento conformado por una serie de preguntas denominado cuestionario (ver apéndice A) con secuencia lógica la cual tiene como finalidad obtener información valiosa acerca de algún tema en específico. La misma será de tipo dicotómica, de respuestas cerradas.

Además se realizarán estudios de las unidades de análisis como las normas, textos, entre otros; así como todos los datos necesarios que se deben incluir en la planilla para el ensayo en el laboratorio.

- Recopilación de datos y materiales para elaboración ensayos de permeabilidad.
- Ubicación de los puntos de extracción de muestras de suelos en el Sector San Diego, Municipio San Diego.
- Ensayos de las muestras de suelos.
- Clasificación de las muestras de suelos.
- Conteo Vehicular

3.6. Validación del Instrumento

Para Hernández Sampieri, (2010), lo define como “el grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con expertos en el tema”. (p. 204). Es decir, con personas conocedores al área consubstancial al problema planteado, en la medida, que permita tales instrumentos ser sometidos a observaciones y corregirlos. Es por ello que se enviará a expertos para su validación con sus respectivas tablas de especificaciones (ver apéndice B)

3.7 Confiabilidad del Instrumento

Medina, I. (2008), la confiabilidad KR es una técnica aplicable a cuestionarios de preguntas cerradas con opciones de respuestas dicotómicas a binarias (Si-No, tomando como uno para las respuestas “Si” y cero para las respuesta “No”), cuyo procedimiento se basa en la relación de aciertos y desaciertos y varianza del total de aciertos. A continuación se presenta (ver Figura 5) la fórmula para calcular la confiabilidad de un instrumento por medio del método KR-20. (Ver apéndice C)

$$r_{rr} = \frac{k}{k-1} * \frac{st^2 - \sum p.q}{st^2}$$

$$p = \frac{\sum x}{n} ; \quad q = 1 - p ; \quad st^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n} ; \quad \bar{x} = x / n$$

3.8 Fases metodológicas

A continuación se describen por medio de fases, el procedimiento que se ejecutará para el cumplimiento los objetivos específicos planteados en el Capítulo I de este trabajo, a través de los cuales se alcanzará el objetivo general de investigación propuesto.

Fase I. “Visita y diagnóstico en el campo del sector en estudio”;

Para el desarrollo de esta fase el investigador debe usar técnicas de investigación que le permitan, de manera directa e inmediata, lograr obtener una percepción de la situación actual del Sector. A tales efectos se emplea la técnica de la observación directa, la cual, a decir de Arias (1999), consiste “en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. (p.67) producto de lo cual se logra identificar la realidad al momento de la práctica de la observación sobre las condiciones actuales

Fase II. “Toma de muestras del suelo para realizar ensayos de permeabilidad y clasificar el suelo”;

Esta fase de investigación es una de las más importantes, ya que se obtendrá por medio de los ensayos en el laboratorio todas las variables para calcular el coeficiente de permeabilidad y con esto proceder al diseño del pavimento flexible.

Fase III: “Diseño del pavimento flexible adecuado al tipo de suelo y según el tráfico vehicular de la zona en estudio”;

En esta última fase, se presenta la propuesta definitiva del pavimento a diseñar, con la información recolectada se realiza el cálculo del espesor de la sub base, base y carpeta de rodamiento ideales para la vialidad y tramo en estudio.

El Método a utilizar para el diseño del pavimento flexible se corresponde con la metodología del Instituto del Asfalto (Revisión 1981), aquí expuestas en la bases teóricas. Verificando y apegándose a los lineamientos acerca de la elaboración de

carreteras y drenajes que se encuentran dentro de las respectivas normas COVENIN INVEAS (Revisión Dic.2004).

Fase IV: “ diseño de la sección transversal adecuada que está entre las urbanizaciones Lomas de Hacienda y San Antonio, en el Municipio San Diego del Estado Carabobo”.

En esta última fase se tomará en cuenta la cantidad de afluencia vehicular para determinar el número de canales de la vía y hombrillo. La velocidad será de acuerdo a la Norma Venezolana para proyectos de carretera de 1997.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

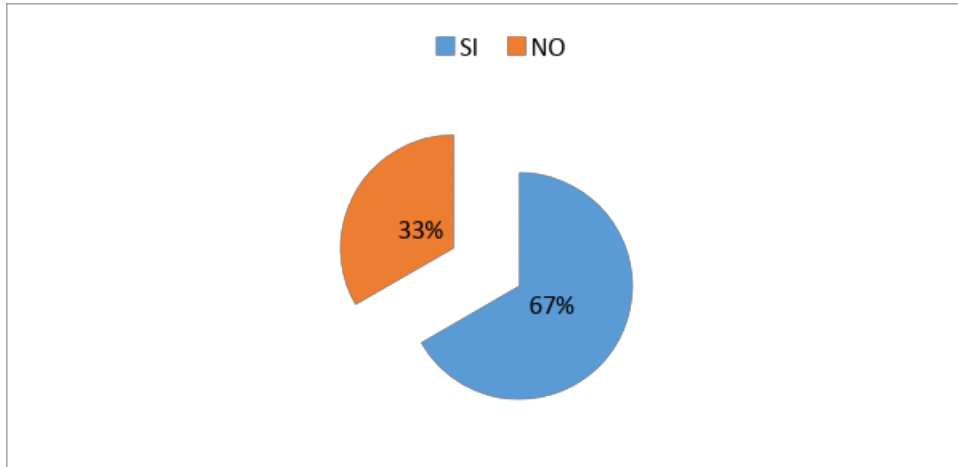
En este capítulo se presentan los resultados obtenidos para cada fase planteada en el proyecto de estudio, dando a conocer los procedimientos y lineamientos a seguir para la elaboración de la vialidad propuesta.

4.1 Diagnosticar la condición actual que presenta la vía entre la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio. En el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

4.1.1. Resultado de la encuesta

Se aplicó la encuesta a 30 habitantes de la comunidad arrojando el resultado que se muestra a continuación en base al estudio estadístico de las seis preguntas.

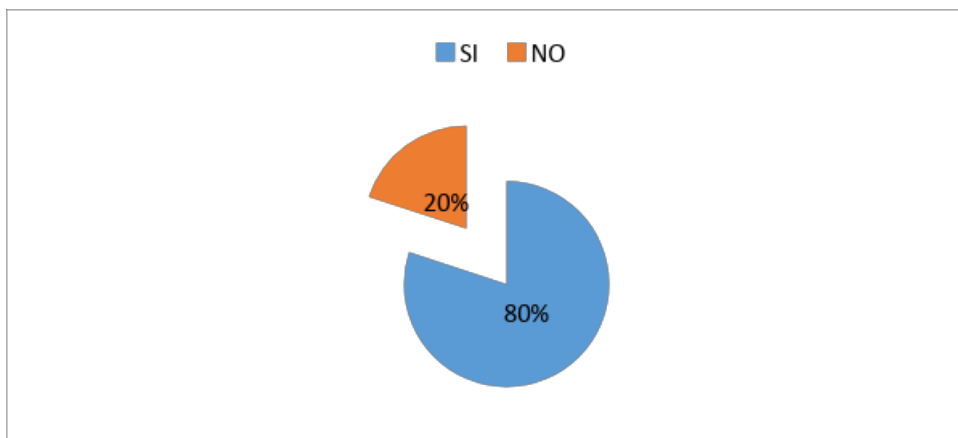
1 ¿Usa usted como vía principal la Variante de San Diego?



Gráfica 1 Usa usted como vía principal la Variante de San Diego.
Fuente **Guayapero & Boggio, 2018**

Se observa que un 67% respondió que sí y un 33% que no

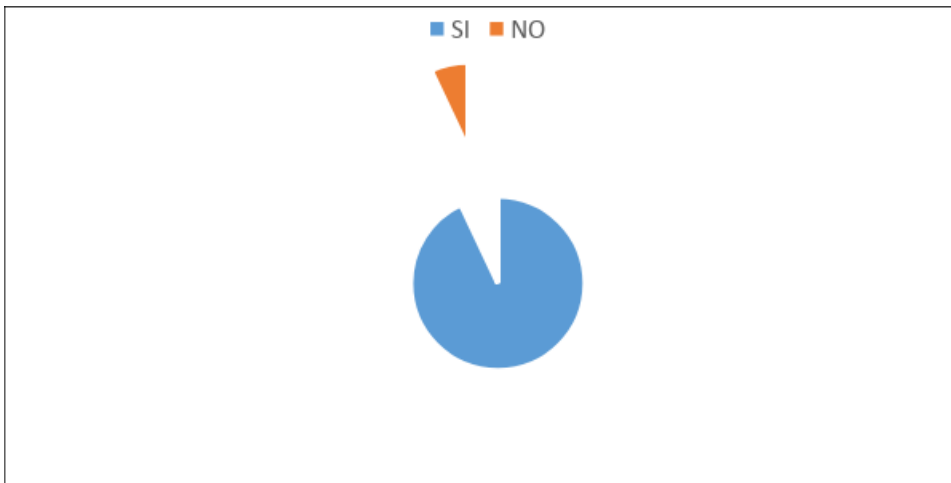
2- ¿Cree usted que sería factible que se realice una vía que comunique la urb. Lomas de la Hacienda con la urb. San Antonio?



Gráfica 2 Cree usted que sería factible que se realice una vía que comunique la urb. Lomas de la Hacienda con la urb. San Antonio
Fuente **Guayapero & Boggio, 2018**

Para 80% es factible y solo un 20 % dice que no

3- Si se realiza esta vía usted la usaría

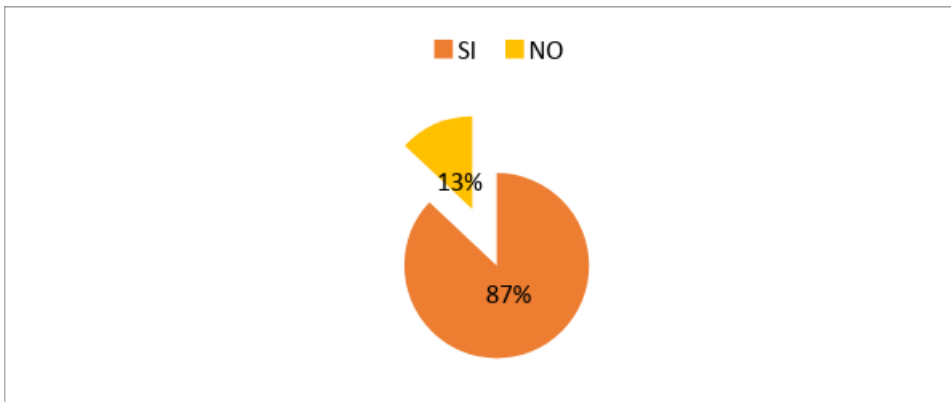


Gráfica 3 Si se realiza esta vía usted la usaría.

Fuente **Guayapero & Boggio, 2018**

Se observa que solo 7% no la usaría mientras 93% sí

4- ¿Usaría con frecuencia esta vía, por lo menos 3 días a la semana?



Gráfica 4 Usaría con frecuencia esta vía, por lo menos 3 días a la semana

Fuente **Guayapero & Boggio, 2018**

Se observa que solo 13% no la usaría mientras 87% sí.

5-¿Considera que cerrar la vía alterna ha contribuido a evitar accidentes viales al usar la variante?

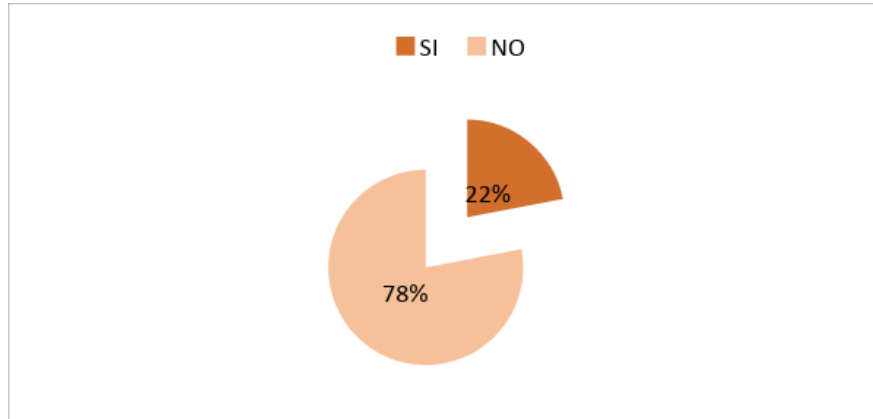
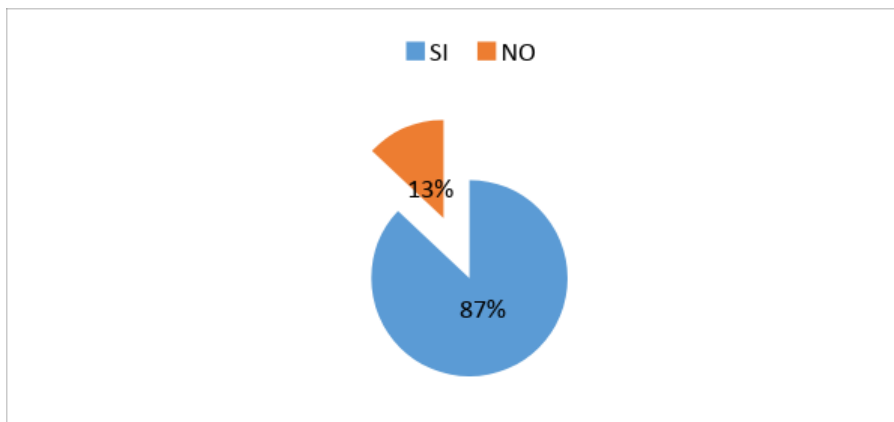


Gráfico 5 Considera que cerrar la vía alterna ha contribuido a evitar accidentes viales al usar la variante.
Fuente **Guayapero & Boggio, 2018**

Se observa que 78% no lo considera mientras 22% sí.

6- ¿Las personas tiene que caminar más para llegar a sus hogares con la vía cerrada?



Gráfica 6 Las personas tienen que caminar más para llegar a sus hogares con la vía cerrada

Fuente **Guayapero & Boggio, 2018**

Se observa que 13% no lo considera mientras 87% sí.

4.1.2 Descripción de la red vial existente

La vía que va desde la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio, es una vía provisional que todavía se encuentra en pavimento de tierra, cuenta con una sección transversal producto de un diseño improvisado sin culminar, que une ambas urbanizaciones. Este tramo sirve de enlace con la avenida Don Julio Centeno, siendo una de las principales vías de la red vial de San Diego, lo que permite a los habitantes de dichas urbanizaciones minimizar el tiempo de traslado.

Mediante la observación de la vialidad existente, se obtuvo las siguientes medidas de la vía, longitud del tramo a solucionar $L= 1266$ metros, teniendo como punto inicial el Pto.A de coordenadas (611514.00 m E, 1135415.00 m N) en la Urbanización Lomas de la Hacienda y como punto final de coordenadas (612762.00 m E, 1135277.00 m N) Urbanización San Antonio, teniendo un ancho regular de 6,00 metros, con pendientes muy poco pronunciadas a lo largo del trayecto, denominada

Av. 172 por el desarrollo urbanístico de la alcaldía de San Diego.



Figura 5

Fuente: Google maps 2018, Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018

4.1.3. Análisis del tránsito

En Venezuela para el dimensionamiento de un pavimento es necesario determinar los efectos que las cargas de estos vehículos causarán sobre el pavimento, por lo cual se debe conocer el número y tipo de vehículos que circularán por una vía, así como la intensidad de la carga y la configuración del eje que la aplica.

Para poder aplicar la metodología de diseño de pavimentos flexibles propuesta es necesario tener un estudio del tránsito vehicular que hace uso frecuente de la vialidad en estudio.

Los resultados obtenidos están en los Anexos y los periodos con mayor flujo vehicular, en cada lugar de estudio, están en las tablas 10 a la 12.

Tabla 8: Conteo Vehicular de la mañana en la vía que une a la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio.

Lunes de 6:00 am a 7:00 am Sentido Este-Oeste					
Horario	Motos	Vehículos Livianos	Autobuses	Carga Pesada	Total
6:00 am-6:15 am	2	203	0	0	205
6:15-6:30 am	0	189	0	0	189
6:30-6:45 am	8	362	0	0	370
6:45-7:00 am	2	122	0	2	126
Sumatoria	12	876	0	2	890
% de Cantidad Vehículos	1,35	98,43	0	0,22	100%

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 9: Conteo Vehicular del mediodía en la vía que une a la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio.

Lunes de 12:00 m a 1:00 pm Sentido Este-Oeste					
Horario	Motos	Vehículos Livianos	Autobuses	Carga Pesada	Total
12 m-12:15 pm	4	128	0	5	137
12:15-12:30 pm	6	103	0	0	109
12:30-12:45 pm	3	88	0	2	93
12:45-1:00 pm	5	164	0	4	173
Sumatoria	18	483	0	11	512
% de Cantidad Vehículos	3,52	94,33	0	2,15	100%

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 10: Conteo Vehicular del mediodía en la vía que une a la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio.

Lunes de 6:00 pm a 7:00 pm Sentido Este-Oeste					
Horario	Motos	Vehículos Livianos	Autobuses	Carga Pesada	Total
6:00 pm-6:15 pm	8	134	0	0	142
6:15-6:30 pm	0	98	0	0	98
6:30-6:45 pm	1	172	0	0	173
6:45-7:00 pm	0	202	0	0	202
Sumatoria	9	606	0	0	615
% de Cantidad Vehículos	1,46	98,54	0	0	100%

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tomando en cuenta la normativa COVENIN 614-1997, donde su objetivo es presentar la determinación de los parámetros de tránsito que se requieren para el diseño estructural de los pavimentos en carreteras y vías interurbanas, la cual establece la siguiente reglamentación en cuanto a cargas máximas:

6.000 kg. en eje simple de 2 cauchos

13.000 kg para ejes simples de (4) cauchos

20.000 kg para combinación de dos con (4) cauchos cada uno (tipo tándem).

27.000 kg en tres ejes simples consecutivos de 4 cauchos cada uno

4.2. Realizar el estudio de permeabilidad en la rasante de la vía cada 20 mts y profundidades de 1m.

Una vez delimitado el tramo en estudio se procedió a realizar la exploración del suelo cada 20 mts a una profundidad aproximada de 1 metro (Ver figura 7 y tabla 11) 6), tomando muestras del mismo en cada perforación para ser analizadas en laboratorio realizando ensayo granulométrico para proceder a realizar la clasificación del suelo y el análisis de permeabilidad.



Figura 6. Exploración del suelo.
Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 11 Tasa de permeabilidad

Tasa de permeabilidad en mm/h	
Horas	Mm
1	80
2	95
3	100

4	100
5	100

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Para determinar la tasa de permeabilidad se revistió completamente las paredes del hoyo con material plástico para impermeabilizarlas, luego se colocó agua en el hoyo hasta que ésta alcanzara unos 10 cm de profundidad. Al principio el agua se filtró con bastante rapidez y se tuvo que reponer a medida que desaparecía. La filtración disminuye cuando los poros del suelo se saturan de agua. Entonces se podrá medir la permeabilidad del horizonte de suelo en el fondo del hoyo cerciórese de que el agua contenida en el hoyo tiene unos 10 cm de profundidad como antes, como no fue así se añadió agua hasta alcanzar nuevamente esa profundidad. Al cabo de una hora se introduce en el agua una vara de medir y se anotó la profundidad exacta del agua arrojando como resultado 80 mm luego se colocó agua para llevar nuevamente el nivel a 100 mm, se dejó transcurrir 1 hora y se mide la profundidad de nuevo arrojando como resultado 95 mm. Estas profundidades se midieron cada hora hasta que el nivel se estabilizó en 100 mm como lo indica la tabla 11.

La tasa de permeabilidad del suelo es una infiltración aceptable debido a que los valores fueron inferiores a 2 mm/h como se indica en la tabla 11, siendo un suelo apto para pavimento flexible debido a que le daría al suelo mayor capacidad para soportar las cargas que éste estará sometido.

4.3. Realizar el estudio granulométrico del suelo.

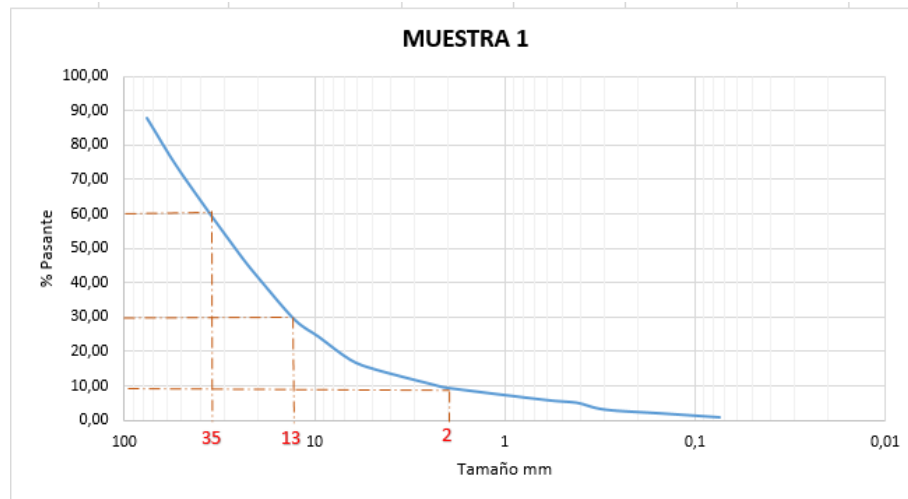
Una vez tomada las muestras del suelo se procedió a realizar el estudio granulométrico en laboratorio (Ver figura 8).



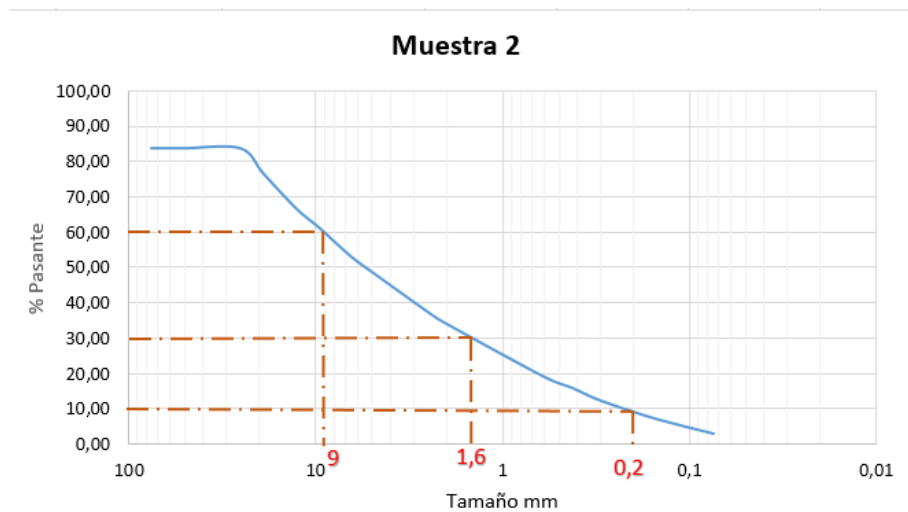
Figura 7. Exploración del suelo.
Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018

De las 63 muestras tomadas se escogió de manera representativa 6 de ellas, debido a que al realizar el ensayo las curvas arrojadas fueron muy similares, por no existir variabilidad considerable en las muestras captadas en el sitio; se visualizó la textura, color, y la granulometría de cada una de ellas. Se escogió 6 de ellas porque no se obtuvieron cambios significativos, indicativo que se presenta un suelo uniforme en el área en estudios. donde la muestra 1 representa el material del suelo recaudado desde la calicata 1 hasta la 10 (Ver figura 8), la muestra 2 representa el material del suelo recaudado desde la calicata 11 hasta la 20 (Ver figura 9), la muestras 3 representa el material del suelo recaudado desde la calicata 21 hasta la 30 (Ver figura 10), la muestra 4 representa el material del suelo recaudado desde la calicata 31 hasta la 40 (Ver figura

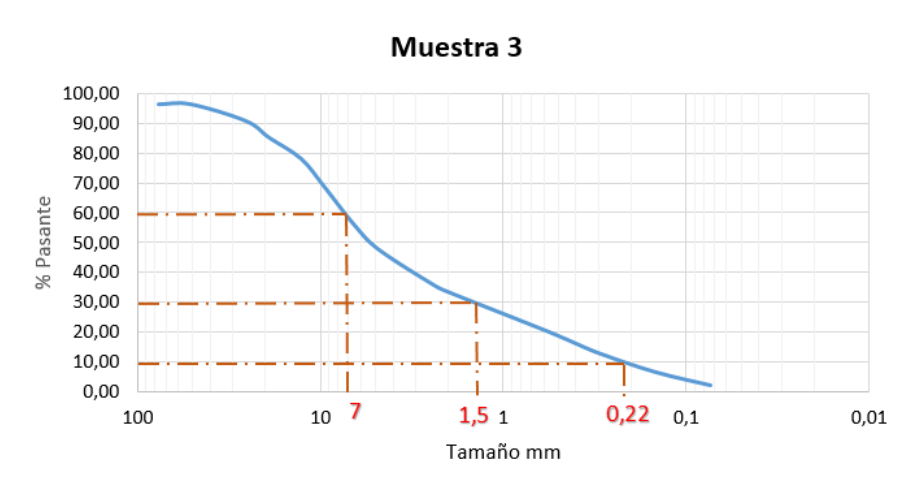
11), la muestra 5 representa el material del suelo recaudado desde la calicata 41 hasta la 50 (Ver figura 12) y la muestra 6 representa el material del suelo recaudado desde la calicata 51 hasta la 63 (Ver figura 13), debido a que arrojaron valores similares mostrándose en los siguientes gráficos:



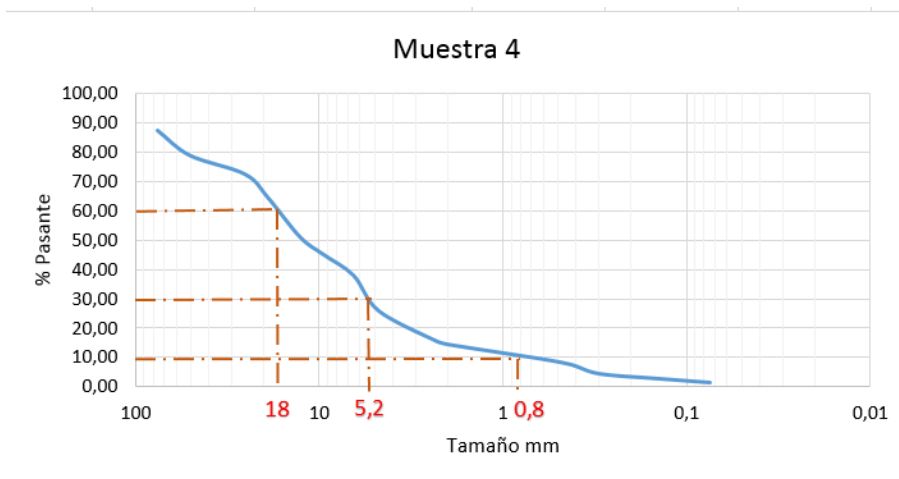
Gráfica 7. Curva granulométrica de muestra 1.
Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018



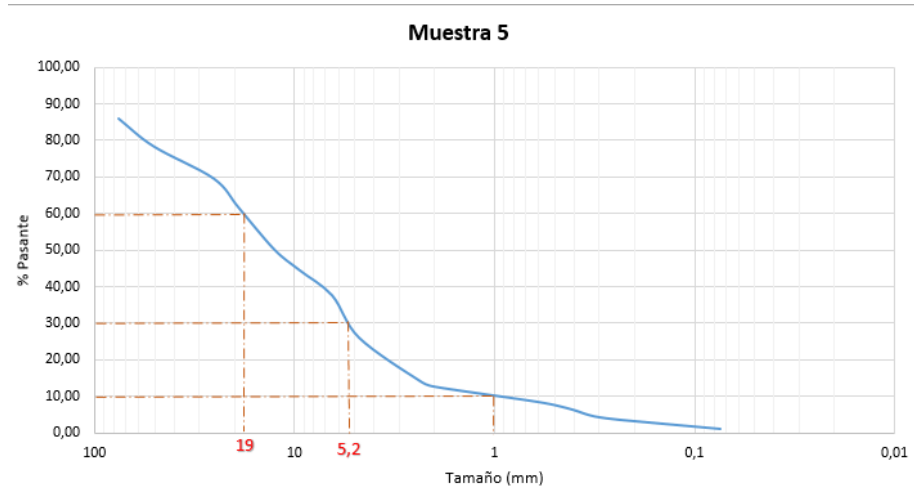
Gráfica 8. Curva granulométrica de muestra 2.
 Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018



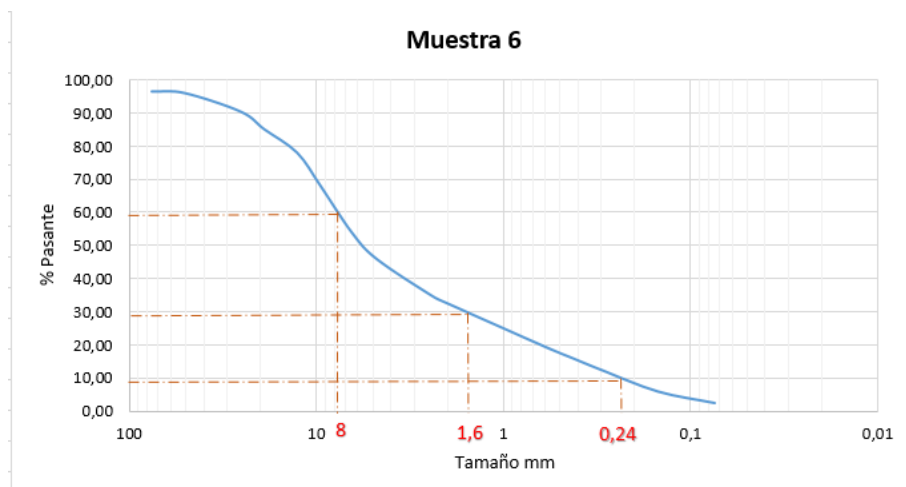
Gráfica 9. Curva granulométrica de muestra 3.
 Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018



Gráfica 10. Curva granulométrica de muestra 4.
 Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018



Gráfica 11. Curva granulométrica de muestra 5.
Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018



Gráfica 12. Curva granulométrica de muestra 6.
Fuente. Elaborado por, Guayapero & Boggio, 2018

Este estudio es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados en bases de vías dependen de este análisis. Se calculó los

coeficientes de uniformidad (Cu) y los coeficientes de curvatura (Cc) con los tamaños D10 para el 10% , D30 para el 30% y D60 para el 60%, obteniendo resultados satisfactorios en los rangos debidos mostrandose en las siguientes tablas:

Tabla 12. Gradado de muestra 1.

% Que pasa	Diametros (mm)	Cu	Cc	Cu > 4	Cu > 6	1 < Cc < 3
D10	2	17,50	2,41	Gravas bien gradadas	Arenas bien gradadas	Suelo bien gradado
D30	13					
D60	35					

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 13. Gradado de muestra 2.

% Que pasa	Diametros (mm)	Cu	Cc	Cu > 4	Cu > 6	1 < Cc < 3
D10	0,2	45,00	1,42	Gravas bien gradadas	Arenas bien gradadas	Suelo bien gradado
D30	1,6					
D60	9					

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 13. Gradado de muestra 3.

% Que pasa	Diametros (mm)	Cu	Cc	Cu > 4	Cu > 6	1 < Cc < 3
D10	0,22	31,82	1,46	Gravas bien gradadas	Arenas bien gradadas	Suelo bien gradado
D30	1,5					
D60	7					

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 13. Gradado de muestra 4.

% Que pasa	Diametros (mm)	Cu	Cc	Cu > 4	Cu > 6	1 < Cc < 3
D10	0,8	22,50	1,88	Gravas bien gradadas	Arenas bien gradadas	Suelo bien gradado
D30	5,2					
D60	18					

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 13. Gradado de muestra 5.

% Que pasa	Diametros (mm)	Cu	Cc	Cu > 4	Cu > 6	1 < Cc < 3
D10	1	19,00	1,42	Gravas bien gradadas	Arenas bien gradadas	Suelo bien gradado
D30	5,2					
D60	19					

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Tabla 13. Gradado de muestra 6.

% Que pasa	Diametros (mm)	Cu	Cc	Cu > 4	Cu > 6	1 < Cc < 3
D10	0,24	33,33	1,33	Gravas bien gradadas	Arenas bien gradadas	Suelo bien gradado
D30	1,6					
D60	8					

Fuente: Elaboración propia, Guayapero & Boggio, 2018

Dando así gravas y arenas bien graduadas con el coeficiente de uniformidad y suelos bien gradados con el coeficiente de curvatura. Cumpliendo con los requerimientos principal objetivo el cual es el diseño de pavimento de la zona en estudio.

Partiendo con los datos del conteo vehicular y el porcentaje de vehículos pesados, se diseña el pavimento con un crecimiento esperado del 4% anual, límite legal de carga por eje sencillo de 18.000 lbs (8.100 kg). Siendo la vía una carretera urbana del tipo local, por medio de la tabla 14 se tiene que el promedio del peso bruto del tránsito pesado estimado debe variar entre 15.000 a 25.000 lb.

Tabla 12 Rangos de promedios de pesos brutos.

Rangos estimados en porcentajes de vehículos pesados y promedios de pesos brutos que podrían emplearse.		
Descripción de la calle o carretera.	Porcentaje de tránsito pesado.	Promedio de pesos brutos (1.000 lbs).
Calles de ciudades	5 o menos	15-25

Carreteras urbanas		
Área metropolitana	5-15	20-30
Interestatales	5-10	35-45
Caminos rurales locales	10-15	15-25
Carreteras interurbanas		
Estatales	5-20	30-40
Federales	10-25	35-45

Fuente: Carlos Crespo Villalaz. (pag.222)

4.4 Diseño del pavimento flexible por el procedimiento del Instituto del Asfalto (Revisión 1981).

Siendo una carretera urbana de área metropolitana (Ver tabla 12), por lo que se supondrá un valor intermedio de 25.000 lb como promedio de pesos brutos.

Tránsito Inicial Promedio diario anual (TDP) = 668 Vehículos

Porcentaje de vehículos pesados = 2,15 %

Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño = 50% (para 2 carriles).

El número de vehículos pesados en el carril de diseño será:

— —

- a) Este valor se marca en la línea “C” del nomograma de “Análisis de Tránsito” (figura 5 Anexa)
- b) Como el promedio de pesos brutos de vehículos pesados es de 25, se marca este valor en el eje “D” del nomograma de “Análisis de Tránsito”.

Se unen los puntos marcados en “C” y en “D” con una recta y se prolonga hasta encontrar a la línea auxiliar “B”.

Marcar sobre la línea “E” del nomograma “Análisis de Tránsito” el valor de Carga Legal por eje sencillo (18.000 lb = 8.100 kg).

Unir con una recta los puntos marcados sobre las líneas “B” y “E” y prolongarla hasta la línea “A”

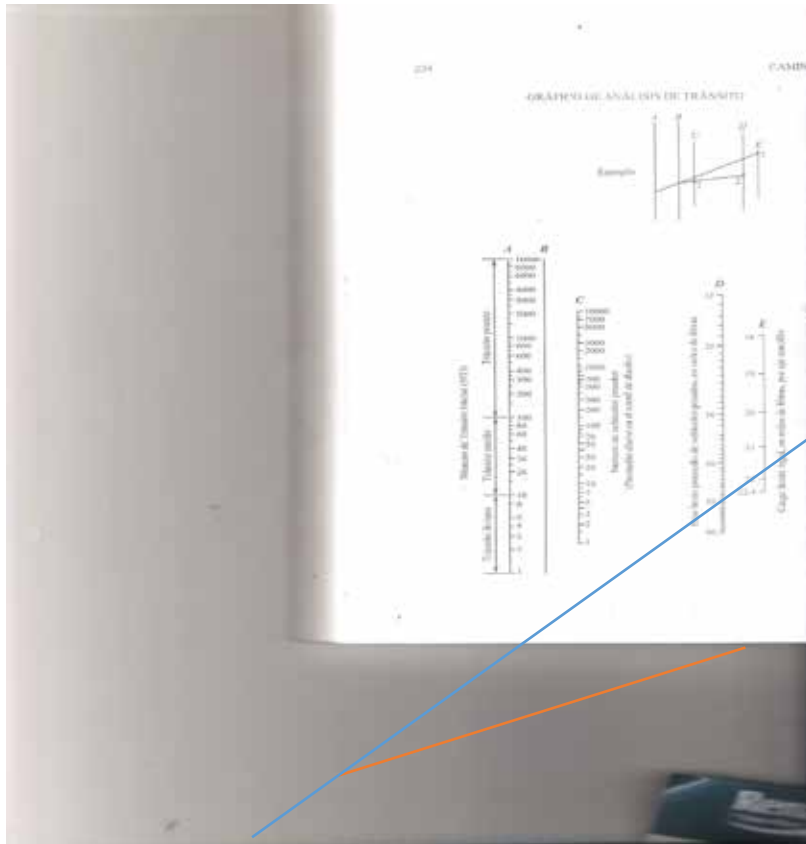


Figura 8. Abaco para Análisis del Tráfico

Fuente: Carlos Crespo Villalaz (Pág. 224)

Leer en la línea “A” el número de tránsito inicial. Tránsito pesado según el ábaco siguiente es igual a 2,6 vehículos.

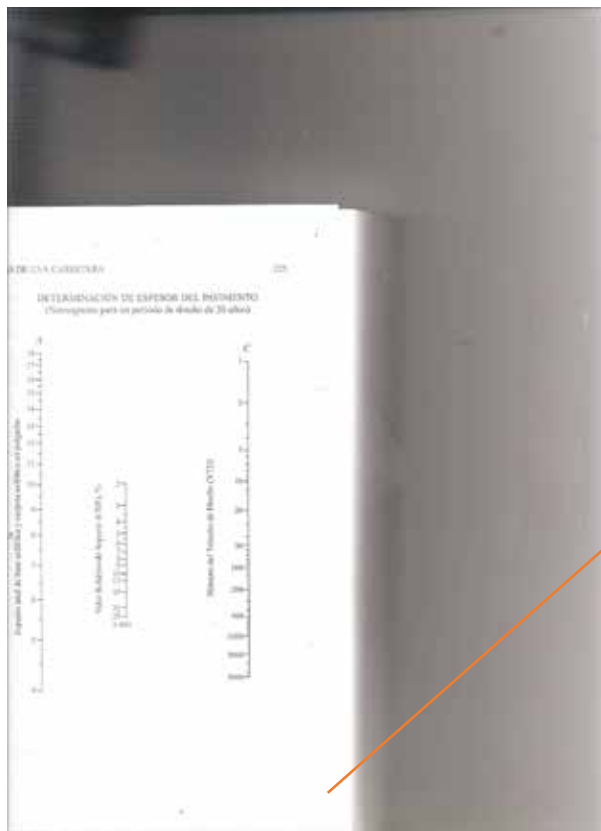
Como el periodo de diseño es de 20 años y la razón de crecimiento del tránsito es del 4%, en la (Ver tabla 7) se obtiene un factor de ajuste inicial de 1,49 por lo que el Número de Tránsito Diaria (NTD) para 20 años será de:

Estando en una zona semi lluviosa el valor del CBR del suelo es de 6% (datos tomados de la siguiente tabla 13), esta tabla se utilizará sólo cuando no sea posible, práctico o económico ensayos de laboratorio sobre los materiales que conforman la sub-rasante del pavimento.

Tabla 13. Módulo de Elasticidad Estacional (MR) y CBR equivalente de la sub-rasante en función de la calidad del material.

Módulo de Elasticidad Estacional (MR) y CBR equivalente de la sub-rasante en función de la calidad del material				
	MR		CBR	
Calidad del material de la sub-rasante	Estación lluviosa	Estación Seca	Estación lluviosa	Estación Seca
Muy bueno	8.000	20.000	5,3	18,5
Bueno	6.000	10.000	4,0	6,7
Regular	4.500	6.500	3,0	4,3
Malo	3.300	4.900	2,2	3,3
Muy malo	2.500	4.000	1,7	2,7

Fuente: Salamé, Luis (Pág. 24)



Empleando el ábaco para diseño de espesores (Base asfáltica y carpeta asfáltica) se obtiene, para “Tránsito pesado” un espesor de 4,6 pulg.

Figura 9. Abaco para Determinación del Espesor del Pavimento
Fuente: Crespo, Villalaz (Pág. 225)

Por norma se usa un espesor de carpeta asfáltica mínima de seis (6) cms o el 20% del espesor del pavimento flexible, por lo tanto el espesor de la base sería de:

Se propone usar una base de material granular triturado, por lo tanto el espesor resultante debe ser afectado por (1,25 para material triturado y por 1,50 para material sin triturar).

El pavimento flexible, empleando material triturado en la base será de:

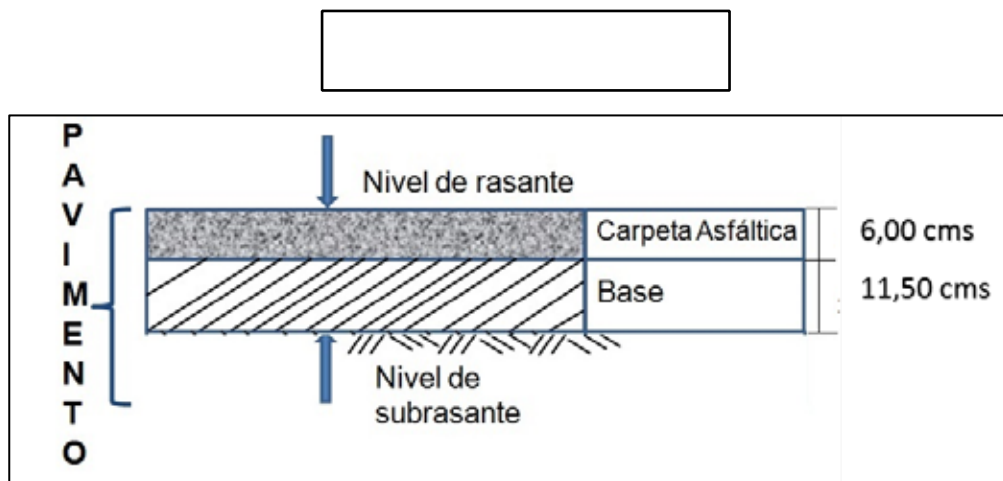


Figura 10: Estructura definitiva del Pavimento Flexible
Diseño: Guayapero & Boggio, 2018. (Mayo 2018)

4.5 Diseñar la sección transversal adecuada en la vía que está entre las Urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio, en el Municipio San Diego del Estado Carabobo.

Se definió la sección transversal de la vía tomando en cuenta distintos factores que influenciaron directamente los criterios a aplicar, se tomó como criterio principal el hecho de que la vialidad será una continuidad de la entrada a la Urbanización Lomas de la Hacienda desde la autopista Bárbula-Yagua, la cual posee un canal y un hombrillo por cada sentido, en segundo lugar el proyecto pretende dar un ancho acorde para dar mejor servicio y fluidez vehicular, se decidió diseñar con una sección que posea un (01) canal de 3,60 mts y hombrillo de 1,80 mts.(ver figura 8 y tabla 15) Por sentido dando un total de sección de 5,40m por sentido y 10,80mts de sección transversal, además que contara con una canal para escurrir las aguas de lluvia, cumpliendo con la norma COVENIN-97, la disposición mínima para vías troncales rurales de este tipo.

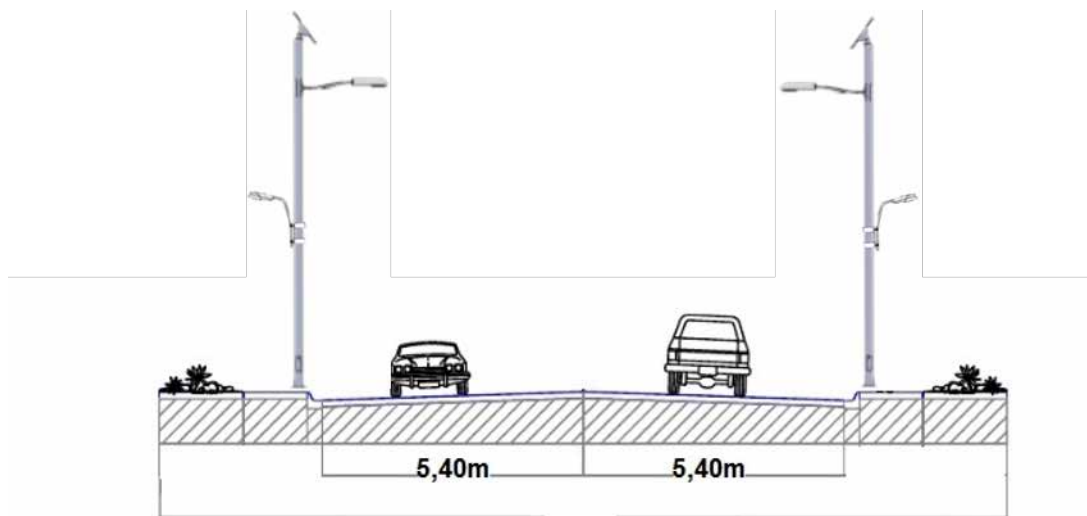


Figura 11 Diseño geométrico

La velocidad escogida para proyectar y relacionar los elementos geométricos de la vía fue de 40 Km/h y 60 Km/h, estudio basado en la norma venezolana para proyectos de carreteras 1997 correspondiente.

Tabla 14. Sección de vía en un (01) sentido

l canales de 3,560 m c/u	3,60
l hombrillo externo de 1,80 m	1,80
TOTAL CALZADA	5,40

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta la situación actual que se presenta en la vía que une la Urbanización Lomas de la Hacienda con la Urbanización San Antonio del Municipio San Diego, bajo una serie de estudios efectuados y posteriores al análisis de los mismos se llegó a la conclusión que para cubrir la demanda de la comunidad, además de garantizar el bienestar, seguridad y comodidad de la misma, se debe realizar una propuesta de diseño de pavimento que cubriera con las necesidades y al mismo tiempo fuera de alta calidad, para que los que la transiten puedan llegar a su destino final de manera más rápida y que su vehículo sea expuesto al menor desgaste posible.

Culminado este proyecto y cumpliendo con los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

El conteo vehicular nos arroja un tránsito pesado es escaso, debido a que la vialidad no está previamente diseñada.

La permeabilidad del suelo es menor, por tanto los valores obtenidos en la tabla 11 la hace apta para el diseño del pavimento, debido a que es un proceso fundamental en la ejecución de la obras para terraplenes o carreteras.

La vialidad que une las Urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio del Municipio San Diego, debe ser rehabilitada con un pavimento flexible según el diseño acá calculado, con una capa asfáltica y una base granular.

Previo al proceso de construcción del pavimento se requiere que se acometan una serie de trabajos como lo son:

Identificación e inventario de los servicios públicos: Acometidas de Aguas blancas, aguas servidas y pluviales.

Estudio topográfico y reconocimiento físico donde se realizará la propuesta.

La sección transversal de la vía es de un canal y un hombrillo por cada sentido.

RECOMENDACIONES

Proponer un estudio de Impacto Ambiental ya que cuando se realiza este tipo de proyectos se alteran o modifican de ecosistemas, generación de concentraciones de contaminantes, talas de bosques, entre otros; será algunos daños que tendrá el desarrollo de la vialidad sobre el medio ambiente.

Realizar un estudio hidrológico e hidráulico para la correcta recolección de las agua de lluvias.

Realizar estudio topográfico del terreno para luego hacer ajustes importantes en el terreno mediante un terraplén.

Colocación de alumbrado público de paneles fotovoltaico ya que es independiente de la red eléctrica, reduciendo así los costos de operación.

Colocar las señalizaciones y demarcación en la vía.

La colocación del asfalto debe hacerse en condiciones atmosféricas adecuadas como lo estipulan las normas, con mezcla asfáltica tipo III o IV deberá cumplir con lo expuesto en la norma Covenin 2000-8 parte I.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Quinta Edición. Caracas: Episteme.
- Bañon, L. (1999). Manual de Carreteras. Trabajo fin de carrera. Universidad de Alicante, Escuela Politécnica Superior.
- Bruestten, Francisco (2011). **“Propuesta para la construcción de la carretera del sector agrícola La Arenosa-Pirapira-Las cuevas del Municipio Libertador, Estado Carabobo”**. Tesis, Universidad José Antonio Páez. San Diego.
- Carrillo S. y Espinel D. (2010). **“Diseño, construcción y puesta en marcha de un modelo físico, para la medición en el laboratorio de la permeabilidad en suelos granulares, de acuerdo a la norma inv e-130-07”**, Universidad Católica de Colombia.
- Crespo, Carlos (2004). “Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puertos y Puentes”. 3era Edición, México.
- Da Silva (2013). **“Desarrollo de una Metodología para Estudiar las Condiciones Operativas en un Sector Urbano que Presente Condiciones Críticas”**

- Orientadas a Evaluar Alternativas para Mejorar la Movilidad Vehicular y Peatonal**". Tesis, Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Hernández, M. y Maldonado J. (2015), "**Diseño y elaboración de un permeámetro de carga constante para el estudio de la permeabilidad y clasificación de muestras de suelos**", tesis de grado para la Universidad José Antonio Páez
- Juares Badillo E., Rico Rodríguez A. (2005). **Mecánica de los Suelos Tomo I Fundamentos de la Mecánica de los Suelos**, Editores LIMUSA, México.
- La Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1997). **Límite de peso para vehículos de carga (614-1997)**. Fondorma. Caracas.
- Lambe, T. W. & Whitman, R. V. (1997). **Mecánica de suelos**. México. ISBN 968-18-1894-6 URL: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718
- López Alfaro E. (2012). **Estudio experimental de la permeabilidad de materiales depositados en pilas de lixiviación**.
- López, J. y Spizuoco, E (2011): Propuestas de mejoras del flujo vehicular en la intersección de la vía de acceso al C.C. Metrópolis con la Av. Don Julio Centeno, San Diego-Estado Carabobo. Trabajo de Grado. Universidad José Antonio Páez. Valencia.
- Pedro, J. (2014) "**Análisis de permeabilidad absoluta por medio de métodos indirectos aplicado a suelos arenosos del Río Cauca en el Sector Cencar - Valle del Cauca**". Tesis de grado, Universidad Santiago de Cali-Colombia.
- Salamé, L. (1990). "Método de Diseño de Pavimentos Flexibles para Vías de Bajo Volumen de Tráfico".

Electrónicas

- Corredor, G (2008). Maestría en Vías Terrestres Módulo III Diseño de Pavimentos I. <http://sjnavarro.file.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf>
- Problemática del tránsito vehicular. <http://traficovehicularsibd.weebly.com/>

Agencia Venezolana de Noticias (2013). Incremento de la Población Venezolana.

<http://www.avn.info.ve/contenido/poblaci%C3%B3n-venezolana-se-increment%C3%B3-m%C3%A1s-41-millones-personas>

Melendi, D. Población Mundial.

<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/PoblacMund.htm>

Reducción de la congestión vehicular (2002).

<http://www.cepal.org/es/publicaciones/36111-hacia-la-reduccion-de-la-congestion-vehicular-la-cepal-contribuye-con-nuevos>

Rojas, B. (2012). Congestión vehicular en el Estado Carabobo.

<http://transportecarabobo.blogspot.com/>

Gaceta Municipal de Naguanagua. Tránsito en el Municipio Naguanagua.

www.alcaldianaguanagua.gov.ve/PDF/Ordenanzas/OM0000B13.pdf

Llovera B, Mónica. (2011). Artículo donde se hace referencia a la falta de ejecución de proyectos viales en el Estado Carabobo:

<http://entretodosdigital.blogspot.com/2011/02/falta-de-ejecucion-de-proyectos-viales.html>

La Comisión Venezolana de Normas Industriales. (1997). Límite de peso para vehículos de carga (614-1997). Fondorma

Sánchez, F. (2013). El problema de la vialidad en Venezuela.

<http://blogramcodes.blogspot.com/2013/02/el-problema-de-la-vialidad-en-venezuela.html>

ENCUESTA

ITEMS	SI	NO
1. Usa usted como vía principal la variante San Diego.		
2. Cree usted que sería factible que se realice una vía que comunique la urb. Lomas de la Hacienda con la urb. San Antonio		
3. Si se realiza esta vía usted la usaría		
4. ¿Usaría con frecuencia esta vía, por lo menos 3 días a la semana?		
5. ¿Considera que cerrar la vía alterna ha contribuido a evitar accidentes viales al usar la Variante?		
6. ¿Las personas tiene que caminar más para llegar a sus hogares?		

TABLA DE ESPECIFICACIONES

Instrumento: Cuestionario dirigido a los usuarios que hacen vida en el sector y quienes harán uso de la vía en estudio, **ESTUDIO DE LA PERMEABILIDAD Y DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA VÍA ENTRE URBANIZACIÓN LOMAS DE LA HACIENDA Y URBANIZACIÓN SAN ANTONIO. MUNICIPIO SAN DIEGO - ESTADO CARABOBO.**

ÍTEM	1		2		3	
	Si	No	Si	No	Si	No
Aspectos						
1.La redacción del ítem es clara	X		X		X	
2.El ítem tiene coherencia interna	X		X		X	
3.El ítem induce a la respuesta	X		X		X	
4.El ítem mide lo que se pretende	X		X		X	

ÍTEM	4		5		6	
	Si	No	Si	No	Si	No
Aspectos						
1.La redacción del ítem es clara	X		X		X	
2.El ítem tiene coherencia interna	X		X		X	
3.El ítem induce a la respuesta	X		X		X	
4.El ítem mide lo que se pretende	X		X		X	

CONFIABILIDAD

COEFICIENTE DE KUDER & RICHARDSON CUESTIONARIO APLICADO A 30 HABITANTES																															
ENCUESTADOS																															
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL
1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0,23
2	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0,22
3	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0,2
4	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0,23
5	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,23
6	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0,23
	5	6	3	1	3	2	5	5	4	2	2	5	3	3	4	4	5	6	2	4	4	5	4	4	5	3	2	4	4	4	

P	Q	P*Q
0,9	0,3	0,3
0,6	0,4	0,2
0,8	0,5	0,1
0,9	0,4	0,2
0,6	0,4	0,2
0,7	0,3	0,2
Vt=	65	1,40

ESCALA DE INTERPRETACIÓN DEL COEFICIENTE KJER & RICHARDSON	
RANGO	MAGNITUD
0,81 a 1	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,01 a 0,20	Muy Baja
Fuente :Ruiz 2002	

CALCULO DEL COEFICIENTE DE KUDER & RICHARDSON	
CALCULO DEL COEFICIENTE KUDER RICHARDSON	
$KR \left(\frac{N}{N-1} \times \frac{Vt - \sum P*Q}{Vt} \right) KR (20) = 0,79$	

