UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO DE MANABÍ"
FACULTAD DE INGENERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TECNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:
GARCIA MARCOS WALTER ANDRES
ZAMBRANO BENAVIDES JORGE ALEY

TEMA:

"DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AVENIDA SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTÓN MANTA - MANABÍ"

DIRECTOR: ING. FABIAN ESPINALES

AGOSTO DEL 2017

MANTA – MANABÍ - ECUADOR

Certificación

Ing. Fabián Espinales
Director

CERTIFICO

Que el presente Proyecto técnico fue elborado en su totalidad por los señores: WALTER ANDRES GARCIA MARCOS y JORGE ALEY ZAMBRANO BENAVIDES, como requisito parcial para la obtención del título de Inginiero Civil.

Manta, agosto del 2017.

_____

Ing. Fabián Espinales
DIRECTOR DE PROYECTO TÉCNICO

Declaración de autoria

Declaramos ser los autores del proyecto “DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AVENIDA SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTÓN MANTA-MANABÍ”, dicho documento es inédito de nuestra exclusiva autoria.

Para que conste de tal manera firmamos.

Sr. Walter Andrés Garcia Marcos
CC. 131351199-8

Sr. Zambrano Benavides Jorge Aley
CC.131199961-7

Dedicatoria

La redacción de este proyecto técnico se la dedico de manera especial a mi Sra. madre Marisol Marcos Espinoza y mi Sr. Padre Walter Garcia Vélez. Quienes fueron mi apoyo incondicional para culminar mi meta trazada en mi vida académica, de la misma manera a mis hermanos, sobrinitos.

Y a mí parientes cercanos quienes con su muestra de ejemplo me dieron ese aporte fundamental para que siga en pie de lucha y obtener mi título profesional.

Sr. Walter Andrés Garcia

Este trabajo de titulación se lo dedico con todo mi amor a mi amada esposa e hijo por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada dia más y asi poder luchar para que la vida nos depare un mejor futuro.

A mis queridos padres y hermanas quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

Sr. Zambrano Benavides Jorge Aley

Agradecimiento

Agradezco a Dios por sus bendiciones y poder lograr mi formación académica, a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería, a sus Autoridades, docentes, que, con sus conocimientos, respaldo, paciencia, estímulo y asesoramiento científico, me brindaron la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

De manera especial a mis padres quienes fueron mi principal apoyo y paciencia para culminar mi etapa profesional.

Sin duda a las Autoridades del Cantón de Manta, y al personal Administrativo de la Compañía Constructora V. S. A. por la colaboración que brindaron para la ejecución de mi proyecto.

Sr. Walter Andrés Garcia

Agradezdo a Dios por otorgarme una familia maravillosa, quienes han creido en mi siempre, dándome ejemplos de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A docentes y personal administrativo de esta noble institución, que con sus conocimientos y experiencias contribuyeron en distintas fasetas de mi formación profesional.

A las Autoridades del Cantón de Manta, y al personal Administrativo de la Compañía Constructora V. S. A. por el brindarnos el apoyo necesario para elaborar este proyecto.

Sr. Jorge Aley Zambrano B.

Indice

Contenido

Certificación ii

Declaración de autoria iii

Dedicatoria iv

Agradecimiento v

Indice vi

Resumen Ejecutivo xiii

Abstract xv

Introducción xvi

Novedad del Tema xvi

Actualidad del tema xvi

Planteamiento Del Problema xvii

Antecedentes xvii

Justificacion xviii

Formulacion Del Problema xix

Hipótesis xix

Objetivo xix

Objetivo General xix

Objetivos Especificos xix

Métodos Y Materiales xx

Topografia xx

Trasado de la Via xxi

Estudio Geotecnico xxi

Diseño De Pavimento xxii

Sistema De Drenaje xxii

Resultados Esperados xxii

Estructura del Documento xxiii

Capitulo 1 1

1. Aspectos generales del proyecto 1

1.1. Descripción General 1

1.2. Localización física del proyecto 1

1.2.1. Macro Localizacion 1

1.2.2. Micro Localización 3

1.3. Climatologia 3

1.3.1. Caractericas Generales 3

1.3.2. Precipitacion 5

1.3.3. Temperatura 7

1.4. Suelo 8

1.5. Horizonte de proyecto 9

1.6. Equipamiento y personal de trabajo 9

1.7. Topografia 10

1.8. Estudios de suelos 11

Capitulo 2 12

2. Diseño de la Vía 12

2.1. Levantamiento Topografico 12

2.1.1. Metodologia del Levantamiento 12

2.1.2. Procesamiento de la informacion 13

2.2. Definición Del Trazado 13

2.2.1. Normas De Diseño (Nevi-12) 14

2.2.2. Alineamiento Horizontal 15

2.2.3. Curvas horizontales 15

2.2.4. Aliniemiento Vertical 21

2.2.5. Tangentes verticales 21

Capitulo 3 26
3. Estudios de suelos 26
3.1. Generalidades 26
3.2. Toma de muestras 27
3.2.1. Muestras alteradas. 27
3.3. Ensayo de granulometría 28
3.4. Clasificación de los suelo 31
3.5. Ensayo de Compactación 34
Capitulo 4 46
4. Consideraciones para diseño de pavimento 46
4.1. Tipo de Pavimento 46
4.1.1. Pavimentos flexibles 47
4.1.2. Pavimento rígido 48
4.2. Identificación de materiales para las capas del pavimento 49
4.2.1. Cargas de transito 52
4.2.2. Diferentes magnitudes de carga por eje 53
4.2.3. Configuraciones de ejes 53
4.2.4. Presiones de contacto 54
4.2.5. Velocidad vehicular.- 54
4.2.6. Trafico De Diseño 54
4.2.6.2. Tráfico generado 55
4.2.6.3. Tráfico desviado 55
4.2.7. Metodología del Estudio de Tráfico 55
4.2.8. Proyecciones de tráfico 56
4.2.9. Proceso de cálculo del tpda. 56
4.2.10. Tráfico Futuro. 58
4.2.11. Crecimiento de PIB de Transporte 59

4.2.12. Proyecciones por Indicadores 60

4.2.13. Calculo Del TPDA Proyectado..... 60

4.2.14. Distribución vehicular por dirección. 61

4.2.15. Distribución vehicular por carriles..... 62

4.2.16. Distribución vehicular por tipo de vehículo 62

Capitulo 5..... 75

5.1. Diseño del drenaje transversal 75

5.1.1. Ubicación de alcantarilla en planta 75

5.1.2. Parámetros para el diseño de alcantarillas..... 76

5.1.3. Tiempo de concentración 80

5.1.4. Calculo del caudal de capacidad..... 83

Capitulo 6..... 85

6.1. Presupuesto referencial y programacion de obra 85

6.2. Presupuesto referencial 85

6.3. Analisis de precios unitarios 86

Capitulo 7..... 97

7.1 Planos de detalle..... 97

Conclusiones 98

Recomendaciones 99

BIBLIOGRAFÍA 100

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Macro localizaciòn del proyecto 2
Tabla 2 Estudio de suelo 11
Tabla 3 Clasificacion functional de las vias en base al TPDA 14
Tabla 4 Tasa de sobreelevacion recomendada por AASHTO 17
Tabla 5 Radios minimos y grados maximos de curvas horizontals para distintas velocidades de diseño 18
Tabla 6 Elementos de la curva circular 20
Tabla 7 Valores de X y L para el calculo de la tangente intermedia minima 21
Tabla 8 Pendientes maximas 22
Tabla 9 Indice K para el calculo de longitudes de curva convexa 24
Tabla 10 Indice K para el calculo de longitudes de curva concave 24
Tabla 11 Datos de la curva 1 25
Tabla 12 Tamices 29
Tabla 13 Clasificacion de los suelos por el metodo AASTHO 32
Tabla 14 Distribución granulométrica 33
Tabla 15 Metodo B 36
Tabla 16 Ensayos de compactaciòn 37
Tabla 17 Ensayos de CBR 44
Tabla 18 Contenido Del agua 45
Tabla 19 Curvas de penetraciòn 45
Tabla 20 Porcentaje que pasa a traves de los tamices de malla cuadrada para sub-base 50
Tabla 21 Recomendaciones para uso de material de base 51
Tabla 22 Porcentaje en peso que pasa a traves de los tamices de malla cuadrada para sub-base clase 3 51
Tabla 23 Volumen de vehículos. 57
Tabla 24 Conversion a vehiculos de diseño 57
Tabla 25 Tasas de crecimiento poblacional 2001-2010 58
Tabla 26 Indices de crecimientos automotriz 2003-2012 59
Tabla 27 Indices de crecimiento del PIB de transporte 2003-2012 59
Tabla 28 Ponderacion de los indicadores de crecimiento 60
Tabla 29 Reparticion del transito 62
Tabla 30 Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras 64

Tabla 31 Valores de desviacion Estandar 65
Tabla 32 Periodos de analisis recomendado por AASTHO 65
Tabla 33 Peso y dimensiones del vehiculo tipo 3s3 66
Tabla 34 Valor de CBR 68
Tabla 35 Definision de la calidad del drenaje 69
Tabla 36 Espesores minimos 73
Tabla 37 Coeficientes de escorrentia 78
Tabla 38 C Ecuaciones representativas de la zana 80
Tabla 39 Expresiones de tiempo de concentracion 81
Tabla 40 Calculo deCaudal 83
Tabla 41 Calculo de tuberia 84
Tabla 42 Presupuesto referencial 85
Tabla 43 RB-01 Desbroce y limpieza 86
Tabla 44 RB-02 Replanteo y nivelación 87
Tabla 45 RB-03 Excavacion con maquinaria 88
Tabla 46 RB-04 Relleno con material de sitio 89
Tabla 47 RB-05 Desalojo de material 90
Tabla 48 RB-06 Acabado de obra básica 91
Tabla 49 RB-07 Sub-base clase 2 92
Tabla 50 RB-08 Base clase 3 93
Tabla 51 RB-09 Asfalto RC para imprimación 94
Tabla 52 RB-10 Carpeta asfáltica 95
Tabla 53 Programacion de Obra Y Cronograma Valorado 96

ÌNDICE DE GRÀFICOS

Gráfico 1 Mapa de localizacion 2
Gráfico 2 Mapa de ubicacion de estaciones metereologicas 5
Gráfico 3 Valores Pluviométricos febrero 2016 6
Gráfico 4 Isoyetas Anual 7
Gráfico 5 Mapa de Isotermas Anual 8
Gráfico 6 Mapa general de suelos del Ecuador 9
Gráfico 7 Levantamiento topogràfico 10
Gráfico 8 Esquema de camino basico C2 15
Gráfico 9 Esquema de la tangente intermedia minima 20
Gráfico 10 Esquema de tipos de curvas verticales 23
Gráfico 11Seccion tipica de un pavimento flexible 47
Gráfico 12 Seccion tipica de un pavimento rìgido 48
Gráfico 13 Diferentes magnitudes de cargas pore je 53
Gráfico 14 Configuracion de ejes convencionales 54
Gráfico 15 Grafica para hallar a_1 en function del modulo resiliente del concreto asfaltico 70
Gráfico 16 Variacion de coeficiente a_2 con diferentes parametros de Resistencia de la base granular 71
Gráfico 17 Variacion de coeficiente a_3 con diferentes parametros de Resistencia de la sub-base 71
Gráfico 18 Diseño structural de pavimento 72
Gráfico 19 Espesores del pavimento de diseño 74
Gráfico 20 Ubicacion de alcantarilla 76
Gráfico 21 Àrea de proyecto. 77
Gráfico 22 Zonificacion de intensidades 79

Resumen Ejecutivo

La elaboración del presente trabajo tiene como título **“**DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AVENIDA SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTON MANTA - MANABI” y se ha elegido el tema con el objetivo de aportar al desarrollado de mi ciudad y mejorar su anillo vial, y por ende darle un bienestar a la población de este sector para que se pueda transitar sin ningún inconveniente.

Este Modelo de gestión vial, permitirá obtener una visión sistemática y estratégica de la situación, para determinar lo que se ha hecho, apreciar lo que se está haciendo, y recomendar las posibles acciones futuras, puesto que constituye parte importante del proceso de rendición de cuentas cuando se trata de un modelo de generación urbana y rural como es el caso, en vista que conduce a una opinión independiente en torno al grado de desarrollo urbanístico.

En las últimas décadas, el ámbito urbano se ha convertido en un importante foco generador de viajes, además de constituir un reflejo del cambio de hábitos de desplazamiento de la sociedad y caracterizarse por ser un área donde se concentra una elevada demanda de movilidad durante periodos cortos de tiempo.

Todo ello ha venido acompañado de importantes efectos negativos, entre los que se encuentra la contaminación atmosférica y acústica derivada de la circulación de los vehículos, los elevados niveles de congestión registrados en determinadas zonas durante periodos conflictivos del día y, por último, los accidentes de tráfico y las víctimas originadas como consecuencia de los mismos.

Por un lado, los ayuntamientos podrán utilizar esta guía como una herramienta de apoyo en el planteamiento del diseño y construcción de nuevos tramos de red viaria urbana y en la gestión y conservación de las vías que integran la red urbana de circulación que se encuentra en servicio. Los trabajos ya mencionados tienen un procedimiento ya establecido, los cuales están basados en diferentes

normas como: la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12); la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (ASSHTO); y la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM).

Abstract

This work is designed as a "ROAD DESIGN CONNECTING THE SAN JUAN AVENUE TO THE LA REVANCHA DEL CANTON MANTA - MANABI" and has chosen the theme with the aim of contributing to the development of my city and improving its ring road, and Thus giving them a well-being to the population of this sector so that it can be transited without any inconvenience.

This Road Management Model will provide a systematic and strategic view of the situation, to determine what has been done, to appreciate what is being done, and to recommend possible future actions, as it constitutes an important part of the accountability process When it comes to a model of urban and rural generation as is the case, in view that leads to an independent opinion about the degree of urban development.

In the last decades, the urban environment has become an important generator of travel, as well as being a reflection of the changing habits of society and characterized by being an area where a high demand for mobility is concentrated during short periods of time.

All of this has been accompanied by significant negative effects, including air and noise pollution from vehicle traffic, high levels of congestion in certain areas during conflicting periods of the day and, finally, Trafficking and victims arising as a result of them.

On the one hand, city councils will be able to use this guide as a support tool in the design and construction of new stretches of urban road network and in the management and conservation of roads that make up the urban circulation network that is in service.

Introducción

Novedad del Tema

La ciudad de Manta a lo largo de los últimos años ha tenido un crecimiento demográfico muy alto, lo que conlleva a que su expansión de paso a nuevos barrios. El desorden demográfico, por así decirlo, con el que se ha desarrollado la ciudad ha provocado que en primera instancia se creen los asentamientos urbanos y luego se dote de servicios. Esta situación es un factor adverso, que influye en que el ingreso a estos sitios se lo realice por medio de vías alternas inadecuadas

Una vía de comunicación sea esta: terrestre, marítima, ferroviaria, etc.., por ser un elemento muy importante en el desarrollo de una ciudad, hace que cada vez más se creen técnicas y tecnologías a nivel mundial, para poder optimizar recursos en la elaboración de proyectos.

En la actualidad, se cuenta con muchas herramientas tecnológicas, que son de gran ayuda para un diseño vial, por lo que en este proyecto se pretende hacer buen uso de las mismas.

Se usarán software de vanguardia como:

AutoCAD, civil 3d, para generar la superficie del terreno, el diseño del trazado, el diseño del corredor y los cálculos de volúmenes de movimientos de tierra.

Google earth para la implantación del proyecto en el sitio real y generar fotografías aéreas.

Actualidad del tema

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Manta responsable del desarrollo urbano y del acceso a barrios en el cantón, ha trazado

puntos transcendentales para fomentar la urbanización, teniendo en cuenta el bienestar en la comunidad. Por tal razón, actualmente en el sector San Juan se está planificando la zona industria, parque metropolitano y área de desarrollo a nivel de vivienda, que constituye un proyecto visionario del cantón Manta. El Plan desarrollo a nivel de vivienda tiene como objetivo primordial generar al cantón una zona de nuevos asentamientos urbanísticos, cerca de círculo especializado para el asentamiento de industrias, promoviendo el desarrollo sostenible del cantón para el plan de Buen Vivir, con la coneccion vial La Revancha-San Juan se expandirá la urbanística de la ciudad hacia ese sector del cantón, y beneficiando a muchas personas que laburan en el parque industrial.

Planteamiento Del Problema

Antecedentes

El diseño de una vía en cualquier parte del planeta conlleva el desarrollo social de una comunidad, ya que brinda de manera inmediata la comunicación terrestre entre continentes, países, ciudades, barrios, etc., dinamizando así las relaciones entre ellos; convirtiéndose una carretera en un factor primordial para el crecimiento de un pueblo.

En Ecuador, estos últimos años se ha realizado una gran inversión en carreteras de primer orden para conectar a las ciudades, estas han sido realizadas por parte del Gobierno Central, Prefecturas y Municipios.

Sin embargo, aún falta mucho que hacer, debido a que nuestras ciudades han tenido un crecimiento desordenado, en donde primero se llevan a cabo los asentamientos de los habitantes (invasiones) y luego se dota de servicios.

La ciudad de Manta no se escapa de esta situación complicada, y muchos de los barrios marginales de esta ciudad se crearon de esta manera. La poca intervención de los Gobiernos Municipales en crear planes de crecimiento ordenado, provoca que carreteras que fueron diseñadas para alta velocidad, cada vez más se vayan convirtiendo en vías para acceder a estos barrios.

Los ciudadanos del barrio “la Revancha”, han tomado la vía del paso lateral de Manta o circunvalación como vía para ingresar a sus viviendas, esto se está tornando en un problema que debe resolverse con anticipación.

Justificacion

La elaboración de este proyecto, tiene como finalidad generar a los habitantes del barrio “La Revancha”, ubicado en la zona sur-oeste de la ciudad de Manta, un acceso seguro, rápido y fluido a la vía circunvalación; ya que actualmente los habitantes de esta zona tienen que hacer el ingreso y salida por el barrio Urbirrios, lo cual ocasiona congestionamiento en horas puntuales en la vía circunvalación.

Dicho congestionamiento es producido porque en este sector se han ubicado semáforos inteligentes para la protección del peatón ya que existen zonas escolares como la Unidad Educativa Replica Manta, zonas de servicio público como el Registro Civil y próximamente el Centro de Investigación Forense, por lo tanto, todo esto dificulta el tránsito fluido vehicular, eh ahí la necesidad de abrir una vía de acceso que conecte al barrio “La Revancha” directamente con la avenida San Juan, puesto que esta es la única ruta arterial transversal a la vía circunvalación que conecta con el centro de la ciudad; recalcando que esta vía es importante porque enlazará a la zona San Juan que está proyectada en el municipio como zona industria, parque metropolitano y área de desarrollo a nivel de vivienda; por tanto permitirá que barrios colindantes como Urbirrios, Los Geraneos, San Francisco, 2 de agosto, Cristo del consuelo, Urbirrios 2 se beneficien de este acceso, distribuyendo de este modo el tránsito vehicular de una mejor manera puesto que según las estadísticas anuales en los últimos 10 años el parque automotor ha crecido del 7% al 10%, alegando que existen quejas de los transportista ya que la vía circunvalación fue destinada desde 1998 como vía de acceso rápido y hoy en día es interrumpida por los diversos semáforos antes mencionados, lo que obliga al conductor a reducir la velocidad a 70km/h cuando fue diseñada para velocidades que oscilan entre los 90km/h, aclarando que está futura conexión vial servirá de gran ayuda a la

ciudadanía y al parque automotor.

Formulacion Del Problema

¿Es necesario realizar un diseño vial para mejorar la conexión entre la Avenida San Juan y el barrio “La Revancha” de Manta?

Hipótesis

Con la creación del diseño vial para unir la avenida San Juan y el barrio “La Revancha” tendrá una mejor distribución vehicular y otra ruta de circulación más fluida en horas puntuales**.**

Objetivo

Objetivo General

Diseñar una vía que conecte la avenida San Juan y el barrio “La Revancha” de Manta.

Objetivos Especificos

- Realizar el Levantamiento Topográfico del sitio donde se ejecutará el proyecto.
- Elaborar el diseño geométrico y altimétrico de la vía.
- Realizar el estudio geotécnico del trazado de la vía.
- Diseñar la estructura del pavimento.
- Diseñar un sistema de drenaje adecuado para controlar el desalojo de las aguas lluvias.
- Calcular los volúmenes de obra, de presupuesto y la programación de obra del proyecto.

Métodos Y Materiales

En esta presentación se establece únicamente un marco teórico preliminar para proceder al proyecto técnico.

En el desarrollo del proyecto de titulación se acudirá a la revisión de especificaciones técnicas, información científica y bibliográfica accesible mediante los medios tecnológicos.

El marco teórico que se desarrollará en el proyecto de titulación, será planteado para cada uno de los factores de diseño, con el que se pretende realizar la conexión entre la vía San Juan de Manta y el barrio “La Revancha”.

El estudio de este proyecto, podrá servir como documento de información, consulta y referencia para la comunidad estudiantil o entidades públicas o privadas, que tengan a cargo la implementación de proyectos similares.

Una vez evaluada la factibilidad y relevancia de los objetivos específicos, se expondrá a nivel de proyecto técnico el marco teórico que se considere válido para la correcta perspectiva de las actividades a ser realizadas. Por tal motivo, se describirá algunas de las principales especificaciones técnicas e información científica, en la que se fundamentará cada una de las partes constitutivas del proyecto de titulación.

Topografia

El levantamiento topográfico proporcionará la información necesaria para realizar el diseño geometrico, se partirá en los puntos geodésicos instalando BM`S que permitirá el replanteo de dicha obra en ejecución. Los levantamientos se elaborarán según lo estipula la norma ecuatoriana vial en la sección 2 A. 300 “ESTUDIO DE GEODECICA Y TOPOGRAFIA”

Sea considerado tres grupos de trabajo:

- **Trabajo Organización. -** Consiste tener los equipamientos necesarios para la topografía como son: estación total, prismas, cinta métrica, estaca, clavos, machete, pintura, chaleco reflectivos y casco.
- **Trabajo de Campo. -** Consiste en la colocación de punto geodésico, levamiento de la vía a diseñarse, ubicación de punto de referencia del instituto geográfico militar "IGM".
- **Trabajo de Gabinete. -** Consiste en el procesamiento de la información de campo como: descarga de punto al computador, importación de punto al AutoCAD civil 3D, generación y corrección de la triangulación de la superficie.

Trasado de la Via

Previamente a realizar cualquier diseño vial, se deben considerar varios criterios de diseño para el avance de los estudios viales. Estos criterios se basan en la norma vial de la sección 2 A. 400. "criterios básicos de trazado" =NEVI12, 2013 =

Con los datos de la topografía se prosigue a diseñar el alineamiento horizontal y vertical mediante el uso de Software AutoCAD CIVIL 3D, considerando varios parámetros para cada alineamiento.

- Alineamiento Horizontal. - velocidad de diseño; tipos de curvas horizontales, radio mínimo de curva, distancia de visibilidad de curva horizontales.
- Alineamiento Vertical.-. pendiente mínima, curva verticales K para el cálculo de la longitud de la curva vertical convexa y cóncava.

Estudio Geotecnico

Se realizarán los trabajos geotécnicos requeridos para el diseño estructural del pavimento interviniendo estrictamente en los volúmenes de obra para cada diseño, así también como el costo referencial.

La mecánica del suelo es fundamentada en los estudios de laboratorio para obtener las propiedades mecánicas del suelo. Los estudios de laboratorio se describen a continuacion:

- Ensayo de Granulometría
- Ensayo de Compactación
- Ensayo CBR

Diseño De Pavimento

Para el diseño de pavimento se tomara en cuanta los resultado obtenidos en el estudio de suelo y se procederá a diseñar la estructura vial con la especificaciones según la norma ecuatoriana vial sección 2 P. 102 “NORMA DISEÑO DE CARRETERA” “ NEVI12,2013”. Se calculará el espesor requerido del pavimento mediante el método para el diseño de pavimento AASHTO-93.

Sistema De Drenaje

Se diseñará un sistema de drenaje adecuado para evacuar las aguas lluvias que afecten el deterioro del pavimento, se diseñará de acuerdo a la norma ecuatoriana vial sección 2 B. 200. “DISEÑO HIDRAULICO” NEVI12. 2013.

Para realizar el sistema de drenaje se utilizará el AutoCAD CIVIL 3D, para determinar las aguas de lluvias, y con datos de la estación meteorológicas MO453 ubicada en el cantón Manta, se diseñará el dispositivo de drenaje mediante una hoja de cálculo del SOFTWARE MICROSOFT EXCEL.

Resultados Esperados

- OBJETIVO 1. “Realizar el Levantamiento Topográfico del sitio donde se ejecutará el proyecto.” Se obtendrán a través del levantamiento topográfico la configuración del terreno.
- Objetivo 2.” Elaborar el diseño geométrico y altimétrico de la vía”. Usando AutoCAD Civil 3D se realizará el trazado vial que cumpla con los

requerimientos técnicos tanto horizontal como verticalmente.

- Objetivo 3. “Realizar el estudio geotécnico del trazado de la vía”. Se obtendrán muestras del suelo mediante perforaciones que se realicen en el posible eje de la vía. Para realizarle los respectivos ensayos de granulometría, limite líquido, limite plástico, ensayo de compactación y CBR.

- Objetivo 4.” Diseñar la estructura del pavimento”. Usando los resultados obtenidos del estudio de suelo se diseñará la estructura del pavimento.

- Objetivo 5. “Diseñar un sistema de drenaje adecuado para controlar el desalojo de las aguas lluvias”. Se propondrá un sistema de drenaje mediante datos hidrográficos y topográficos del sitio.

- Objetivo 6. “Calcular los volúmenes de obra, de presupuesto y la programación de obra del proyecto”. Se cuantificará los volúmenes de obra, se calculará el presupuesto referencial, y finalmente se realizará la programación de obra para la ejecución del proyecto.

Estructura del Documento

A continuacion se enunciará los capítulos que se presentará en el proyecto técnico con su contenido más relevante.

CAPÍTULO I – MEMORIA DESCRIPTIVA

- Descripcion general.
- Ubicación y Localización del Proyecto.
- Climatologia.
- Equipos y personal de trabajo.

CAPÍTULO II – MEMORIA DE CÁLCULO.

- Topografía general.

- Trazado de la vía.
- Estudio del suelo.
- Diseño del pavimento.
- Diseño del Drenaje.

CAPÍTULO III – PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN

- Cálculo de volúmenes de obra.
- Presupuesto referencial.
- Programación de obra.

CAPÍTULO IV – MEMORIA GRÁFICA

- Planos.

Capitulo 1

1. Aspectos generales del proyecto

1.1. Descripción General

Este proyecto está concebido sobre una franja topográfica de 2.5 KM longitud aproximadamente, conectando a la vía que conduce hacia el sector de San Juan de Manta con la vía de ingreso hacia el barrio La Revancha de Manta. A lo largo de su recorrido el proyecto a traviesa terrenos con vegetación propia del sector e intersecta a las vías que conducen a los sectores de Urbirrios, 20 de Mayo y barrio Los Geranios. Se debe considerar que esta vía ayudara a la movilidad vehicular y peatonal.

El proyecto será diseñado de tal forma que se acomode de manera beneficiosa a la condición del sitio en función de las normativas recomendaciones de diseño brindada por la norma ecuatoriana vial “NEVI” para garantizar la seguridad y comodidad de la vía.

1.2. Localización física del proyecto

1.2.1. Macro Localizacion

El proyecto “Diseño vial para conectar la avenida San Juan con el barrio La Revancha del canton Manta-Manabí”, se encuentra ubicado al sur-este del cantón Manta de la provincia de Manabí y se accede a la misma desde el km 1,9 de la via que conecta a la avenida circunvalación con el barrio La Revancha, registrando las siguientes coordenadas:

Proyección:	U.T.M.
ZONA:	17S.
DATUM:	WGS-84

DESCRIPCION	LATITUD	LONGITUD	COTA
INICIO EN LA ABSCISA 0+000.00, QUE CORRESPONDE A LA VIA DE ACCESO AL BARRIO LA REVANCHA	529995,689	9890273,69	115,1
FIN EN LA ABSCISA 2+535.62 EN EL KM 1.5 DE LA AVENIDA SAN JUAN	528669,359	9892146,28	28,115

Tabla 1 Macro localizaciòn del proyecto

El inicio del proyecto se da en el km 1,9 de la via que conecta al barrio La revancha con la avenida circunvalación, con un recorrido que finaliza a la altura del km 1.5 de la avenida San Juan.

El desarrollo del trazado de la via se observa en el mapa general de implantación que se indica a la carta topográfica del Instituto Geográfico Militar "IGM": "MIVA 2 3490 I".

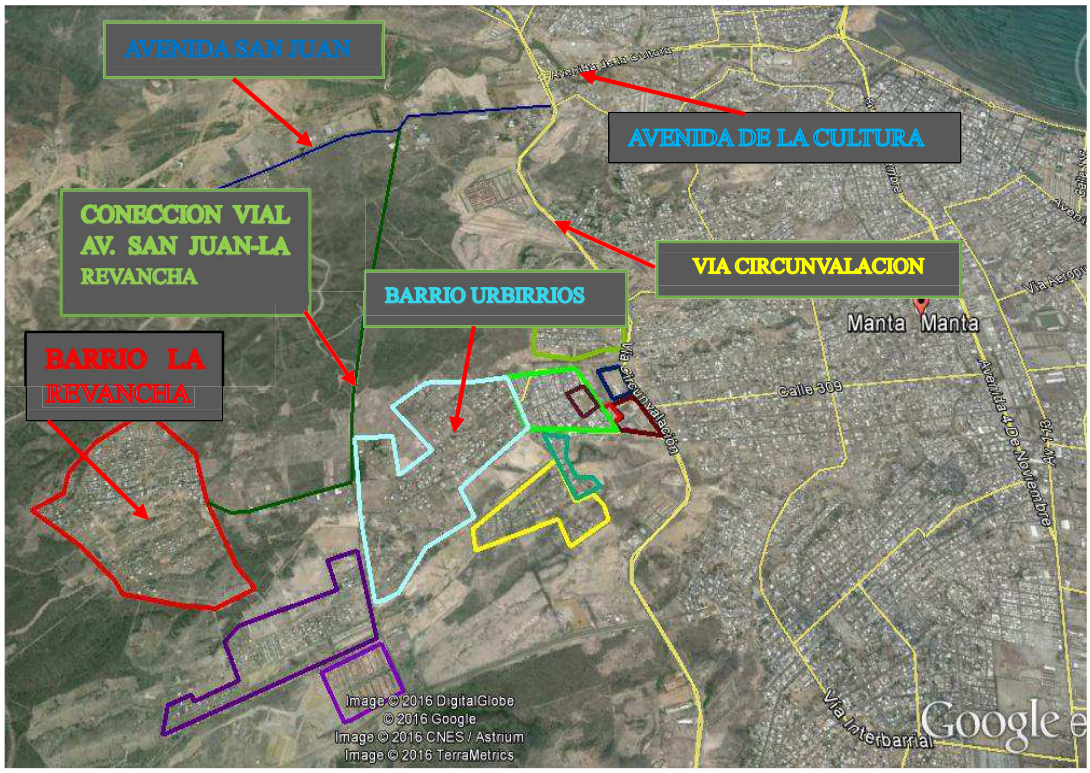


Gráfico 1 Mapa de localizacion

Elaborado por autores

1.2.2. Micro Localización

La vía a proyectarse atraviesa terrenos con topografía irregular en algunos tramos, es decir terrenos con planicie y también con ondulaciones además de relieves con pendientes altas y bajas.

A los lados del eje de la vía existe vegetación nativa, propias de un bosque seco, con sus características plantas como el ceibo, guayacanes, cactus, entre otros.

1.3. Climatologia

1.3.1. Caractericas Generales

Los desplazamiento de masas de aire y aguas determinan las características climátologicas de la región de la Provincia de Manabí, estas masas tienen su origen en el pacifico, cuando se localizan en el perfil costanero se genera lluvias de gran intensidad en los meses de diciembre a Mayo siendo Marzo el mes donde alcanza su máxima intensidad, pero a medida que dicha masas y aire se desplaza a gran intensidad hacia el norte comienza la temporada seca y se extiende hasta los meses de noviembre y diciembre.

Manabí por ser una provincia costanera de gran extensión territorial, su orografía influye en el tipo de clima que existirá en determinada zona, por lo tanto están establecidos tres tipos de clima de occidente a oriente. Las temperaturas por lo general son constantes, sin experimentar mayores cambios

- Clima tropical Mega térmico. - Semi – arido: afecta a la franja costanera donde las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm, la temperatura es anuales a 24ºC

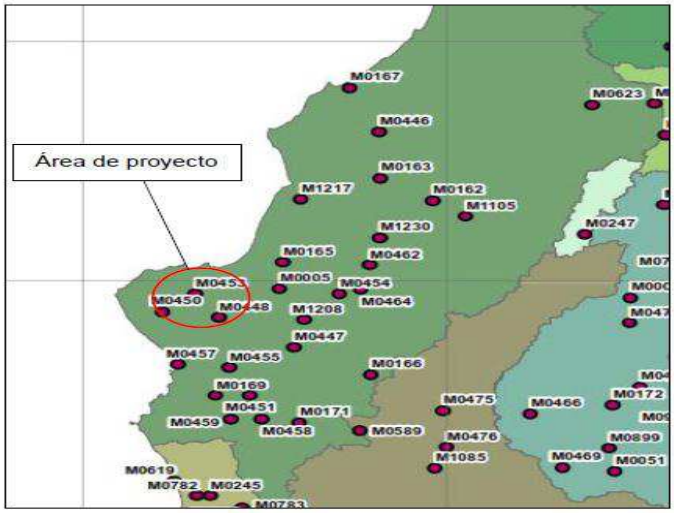
- Clima tropical Mega térmico Semi Húmedo: se presenta en una franja longitudinal en la que la precipitación varia de 500 mm a 1000 mm anuales, la estación seca es muy marcada la temperatura media es de 25ºC.

- Clima Tropical Mega térmico húmedo: el clima tropical mega térmico húmedo se presenta en la zona oriental de la Provincia. La precipitación varía entre 1000mm y 2000mm, la temperatura media es de 25ºC.

Hay que acotar que a lo largo de la costa ecuatoriana se dan fenómenos climatológicos que provocan variaciones en los niveles de lluvias, el fenómeno característico se denomina “El fenómeno del niño” afecta a la región de la provincia de Manabí generando fluctuaciones del clima. El niño es un fenómeno climático relacionado con el calentamiento del pacifico el cual se manifiesta erráticamente cíclico provocando estrago al incremento de las lluvias.

El sector de Manta corresponde a la formación ecológica m.e.t “MONTE ESPINOSO TROPICAL” y existe una marcada diferencia entre la estación seca y la lluviosa comienza en enero y termina en abril o mayo. La mayoría de lluvias se presentan como chubascos intensos, pero de poca duración, y en el verano caen en forma de garuas o llovizna ocasional. La velocidad media y frecuencia del viento tiene un promedio de 10m/hr (GAD. MUNICIPAL DE MANTA 2014)

Para el presente proyecto se ha considerado la estación meteorológica M0453 CHORRILLO MANABI. Perteneciente al Instituto Nacional de meteorológica e Hidrología (INAMHI),



M0451	EL ANEGADO	PV	MANABI	1G 28' 46" S	80G 32' 19" W	Activa
M0452	ZAPOTE	AU PV	MANABI	0G 55' 42" S	80G 2' 50" W	Activa
M0453	CHORRILLOS	PV	MANABI	1G 3' 15" S	80G 41' 20" W	Activa
M0454	RIO CHICO EN ALAJUELA	PV	MANABI	1G 3' 16" S	80G 17' 33" W	Activa
M0455	JOA-JIPIJAPA	PV	MANABI	1G 21' 45" S	80G 35' 40" W	Activa
M0457	PUERTO CAYO	PV	MANABI	1G 21' 10" S	80G 44' 15" W	Activa
M0458	COLIMES DE PAJAN	PV	MANABI	1G 34' 42" S	80G 30' 21" W	Activa

Gráfico 2 Mapa de ubicacion de estaciones metereologicas
INAMHI, Anuario metereologico

1.3.2. Precipitacion

Muchas obras de ingeniería civil son profundamente influenciadas por factores climáticos, entre los que se destaca por su regularidad las precipitaciones pluviales. En efecto, un correcto dimensionamiento del drenaje garantiza la vida útil de una carretera, una vía férrea, un aeropuerto.

Estación	Precipitación (mm)	Estación	Precipitación (mm)
Santo Domingo	345.5	Puerto Cayo	49.8
Puerto Ila	475.6	Portoviejo	131.4
La Maná	470.5	24 de Mayo	281.0
El Corazón	268.8	Olmedo	**506.9**
Pichilingue	386.1	Campozano	319.3
Zapotal	381.5	Nobol	180.9
Vinces	475.0	Guayaquil DAC	218.7
Isabel María	F/D	Salinas	47.1
Baba	222.8	Puerto Limón	383.2
Chillanes	109.4	San Simón	70.9
Cañar	15.0	Huigra	30.5
Milagro	311.6	Solano	422.7
Ingenio San Carlos	453.8	Guale	**519.6**
La Troncal	**545.1**	América Lomas	206.3
Puerto Inca	251.6	Colimes de Balzar	305.9
Naranjal	116.5	Manglaralto	65.3
Chone	246.9	Colonche	159.5
Calceta	377.8	Balsas (Los Ceibitos)	200.2
Bahía	95.4	Limoncito	130.2
Manta	133.0	Sabana Grande	163.5

Gráfico 3 Valores Pluviométricos febrero 2016
(INAMHI, ANUARIO METEREOLOGICO No. 20-2016)

La información espacial temporal cercana al área del proyecto permite conocer como se indica en la figura 1 – 4 que el rago de precipitaciones media esta en el orden.

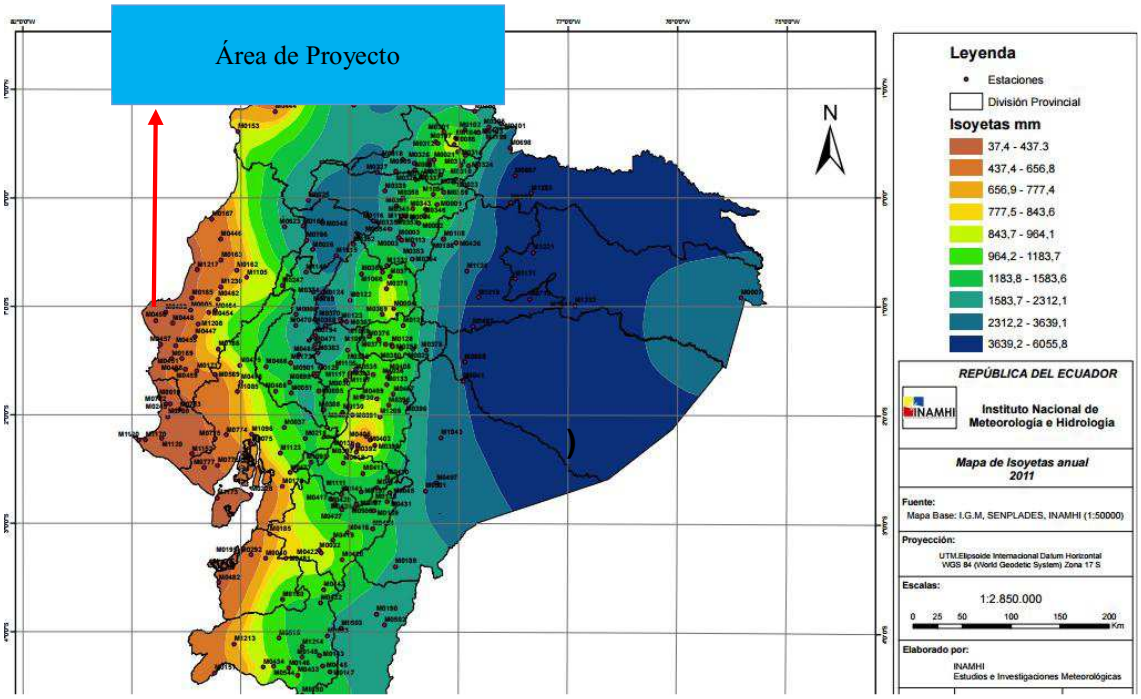


Gráfico 4 Isoyetas Anual
Fuente (INAMHI, ANUARIO METEOROLOGICO

1.3.3. Temperatura

La temperatura promedio en el Cantón Manta es de 25º C. entre los meses de febrero y abril se presentan los días con mayor temperatura y entre julio y septiembre se manifiestan días con menor temperatura.

El rango de temperatura media cercana al área de proyecto esta fluctuando entre 24,2 – 25.1ºC, como lo indica la información espacial temporal.

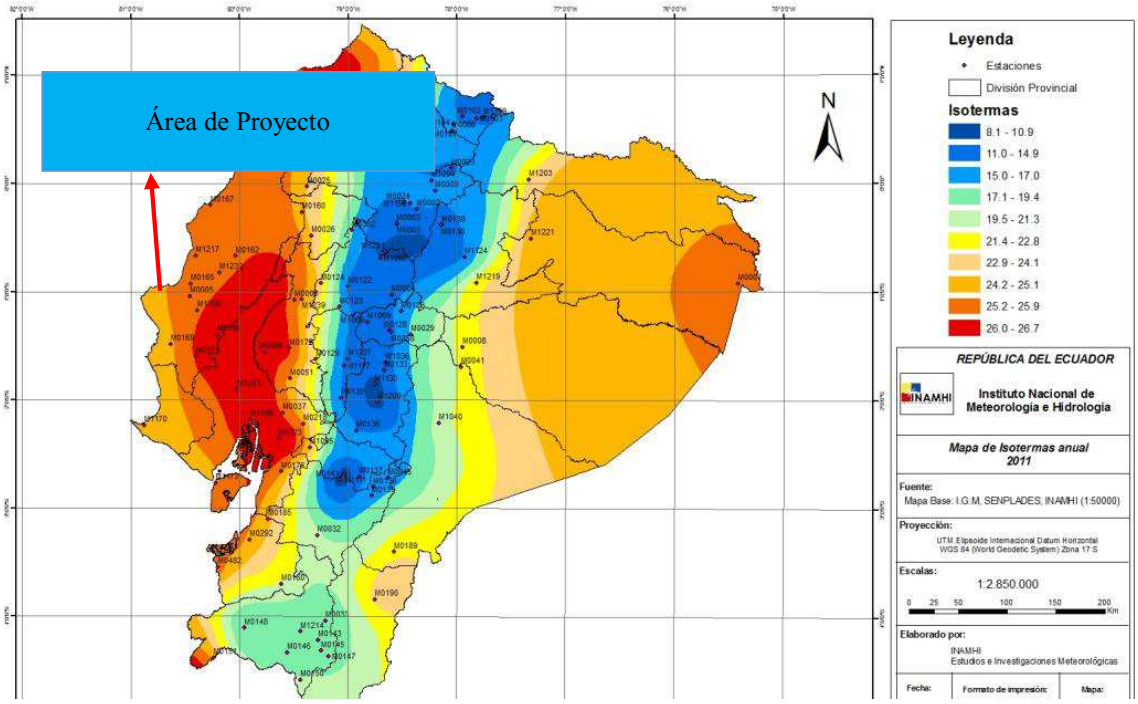


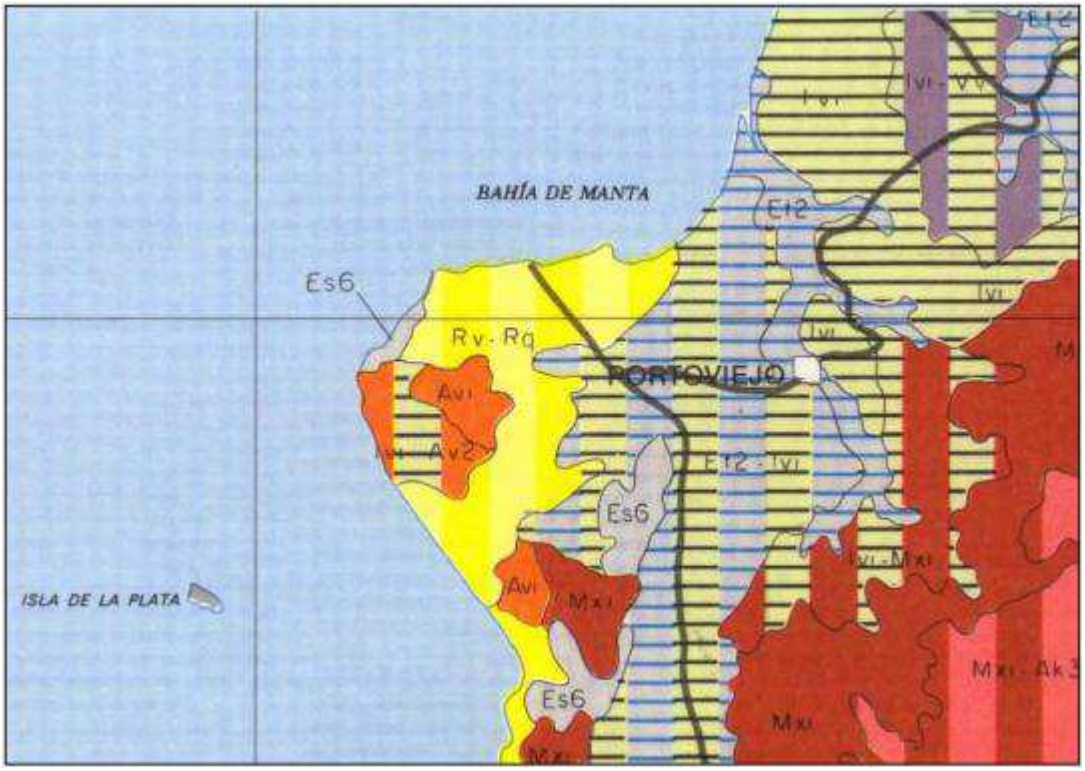
Gráfico 5 Mapa de Isotermas Anual
INAMHI, ANUARIO METEREOLOGICO

1.4. Suelo

Según el mapa general de suelos del Ecuador proporcionado por el IGM indicado, el suelo propio del área del proyecto se clasificaría según el departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en orden “Aridisoles”, que son suelos minerales de zonas aridas, con incipiente evidencia de desarrollo; generalmente de colores claros con vegetación desertica. En Sub-orden se clasifica como “Argids” con horizonte de acomulacion de arcilla (argilico) y como gran grupo se clasifica como “ Paleargids”

El material de origen es sedimiento reciente y /o antiguo provenientes de depósitos marinos y fluvio marinos, arcillas, arena y arenisca.

Se determinara el tipo de suelo y características del suelo donde se implantara la via en capítulos siguientes, en base a estudios que se realizaran a la zona



CLASIFICACION DEL SUELO SOIL TAXONOMY (USDA)			MATERIAL DE ORIGEN		CLIMA ZONAS DE HUMEDAD Y TEMPERATURA		FISIOGRAFIA Y RELIEVE	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS		SIMBOLOGIA
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO								
ARIDISOLES: Suelos minerales de zonas áridas; con horizonte subyacente de desarrollo; generalmente de colores claros; con vegetación desértica.	ARGIDS Con horizonte de acumulación de arcilla (argílico)	PALEARGIDS	Sedimentacion reciente y/o antiguo	Depósitos marinos y fluvio marinos: arcillas, arenas y areniscas con conchiferas	Muy seco	Cálido	Relieves planos a ondulados de antiguas playas levantadas y escalonadas y glacis costeros	Con horizonte argílico dentro de 50 y 100 cm; pardo claros; arcillosos o arcillo arenosos; vérticos (se agrietan en seco); profundidad variable; pH ligeramente alcalino		Rv
	ORTHIDS Sin horizonte de acumulación de arcilla (argílico)	CAMBORTHIDS						Sin horizonte argílico	Amarillos; limosos o franco limosos; pH ligeramente alcalino a alcalino	Rq
		SALORTHIDS		Depósitos marinos y/o fluvio marinos: limos y arcillas salinas			Relieves planos de zonas litorales y marinas (salitrales)		Oscuros; arcillo limosos; con abundancia de sales	Ri

Gráfico 6 Mapa general de suelos del Ecuador
Instituto geografico militar

1.5. Horizonte de proyecto

Para el presente proyecto se ha considerado:

- A nivel de pavimento flexible: el horizonte del proyecto es de 10 años

1.6. Equipamiento y personal de trabajo

Para este diseño de la via se cuenta con los equipos necesarios para cada una de las actividades o grupo de actividades realizadas de acuerdo al horizonte

de proyecto considerado. Con los conocimientos adquiridos en nuestros estudios universitarios y en las prácticas pre – profesionales estamos en virtud de desarrollar este tipo de proyecto.

Por tal motivo se describirá el equipamiento y el personal pertinente para las actividades o grupos de actividades realizadas en el proyecto.

1.7. Topografia

En todo proyecto de Ingeniería, la topografía es el punto de inicio para la ejecución de cualquier trabajo, ya que proporciona los datos reales del sitio donde se ejecuta el proyecto, tanto en planimetría como en altimetría

De manera general para llevar a cabo un trabajo topográfico se requiere de los siguientes equipamiento y personal.

	PERSONAL	EQUIPOS
TRABAJO DE CAMPO	TOPOGRAFO (AUTORES)	ESTACION TOTAL
	3 CADENEROS	GPS
	2 MACHETEROS	CINTA DE MEDIR
		FLEXOMETRO
		RADIOS
		ESTACA, MACHETE
		PINTURA
TRABAJO DE GABINETE	AUTORES	COMPUTADORA CON LOS SOTFWARE AUTOCACIVILED, AUTOCAD, DRIVER LEICA, GOOGLE EARTH

Gráfico 7 Levantamiento topogràfico

1.8. Estudios de suelos

El Estudio del suelo es parte esencial para todo el diseño de pavimento por influir de manera directa en su estructura. El equipamiento y el personal de trabajo para identificar el tipo de suelo se describe a continuacion:

	PERSONAL	HERRAMIENTA Y EQUIPOS
TOMA DE MUESTRA	PEON	ABRE HOYO
	PEON	PICO, PALA
	PEON	SACOS
	AUTORES	FLEXSOMETRO
ENSAYO DE GRANULOMETRIA	AUTORES	HORNO
		BALANZA
		TAMICES 3"2"1"3/8"- Nº4 -Nº200
		TARAS
		BROCHAS
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD	AUTORES	HORNO
		BALANZA
		TARAS
		ESPATULA
ENSAYO DE COMPACTACION	AUTORES	MOLDE DE 6"
		MARTILLO DE 10 LB
		TAMIZ Nº4, 3/4", 3/8"
		HORNO DE SECADO
		BALANZA
		ENRASADOR
		HERRAMIENTA DE MEZCLADO
ENSAYO DE C.B.R.	AUTORES	MOLDE 6"
		DISCO ESPACIADOR
		MARTILLO 10Lb
		DIAL
		TRIPODE METALICO
		PISTON DE PENETRACION
		APARATO PARA MEDIR LA EXPANSIÓN
		DISPOSITIVO DE CARGA
		TARAS
		TANQUE DE REMOJO
		HORNO DE SECADO

Tabla 2 Estudio de suelo

Capitulo 2

2. Diseño de la Vía

2.1. Levantamiento Topografico

Tradicionalmente se ha definido a la topografía como una ciencia aplicada, encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la Tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie terrestre. (García, 2013)

El levantamiento que se realizara al terreno por donde se trazara la carretera se lo realizara con aparatos sofisticados de precisión, como lo es La estación total, gps.

La topografía que presenta el terreno por donde se proyecta el diseño de la vía que unirá a la Av. San juan con el barrio la revancha y sus alrededores, es de configuración irregular, y de acceso complejo, sin embargo se cuenta con una trocha abierta, a través de la cual se procederá a realizar el levantamiento de la franja de terreno que servirá de estudio para el diseño de la vía.

2.1.1. Metodologia del Levantamiento

Utilizando imágenes satelitales se pudo determinar superficialmente la ubicación de la vía. Para luego realizar una inspección física del área escogida. En el recorrido se determinó cual sería la abscisa inicial del proyecto y a groso modo la configuración vial.

Los datos obtenidos gracias a la inspección realizada fueron que la vía tendría un aproximado de 2,5km de longitud y el ancho de terreno que presta las facilidades para realizar un buen levantamiento es de 20m.

Para la realización de este trabajo se contó con equipos de topografía (GPS, ESTACION TOTAL, PRISMAS), que sirvieron para georreferenciar la

ubicación de los datos que iban a ser tomados a lo largo del levantamiento.

Se colocaron puntos auxiliares estratégicamente ubicados que permitirían observar el mayor número de puntos desde una estación, ahorrando tiempo en el proceso de recolección de datos.

La persona que opera el equipo topográfico es el encargado de dirigir el levantamiento, y debe tomar muy en cuenta los accidentes geográficos y tratar en lo posible de tomar la mayor cantidad de datos para así tener un levantamiento más acorde a la realidad.

2.1.2. Procesamiento de la informacion

Luego de concluir con los trabajos de campo, estos datos obtenidos se llevan a un procesador en el cual con ayuda del software AutoCAD y AutoCAD civil 3D se realiza la edición y modelación de la zona levantada. Obteniendo como resultado el dibujo final con las características topográficas del terreno.

2.2. Definición Del Trazado

Son muchos los aspectos que intervienen en el momento de decidir por donde va ubicarse una carretera, como por ejemplo, existen aspectos económicos, legales, de accesibilidad, configuraciones topográficas del terreno, entre otras. Luego de haber concretado la ubicación se debe determinar el tipo de camino que se trazara. En este punto tiene gran influencia el servicio que brindara la vía y a qué tipo de trafico fluirá por ella, sin embargo siempre se debe ir de la mano con las normas y reglamentos que regulan los aspectos técnicos de cualquier diseño vial.

En el ámbito nacional las normas o reglamentos que se deben tomar a consideración en materia vial es la norma ecuatorial vial (NEVI-12), por tanto en cualquier estudio de carreteras se deben tomar esta norma como cuerpo regulador de las características indispensables para el diseño de las mismas.

2.2.1. Normas De Diseño (Nevi-12)

Según expone la norma en lo que concierne a estudios viales, para la estructura de la red vial del país, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico al cual serán sometidas las vías en el periodo de diseño. Es decir en función del TPDA. La siguiente tabla muestra la clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificación Funcional de las Vías en base al $TPDA_d$			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte	
		Límite Inferio	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Tabla 3 Clasificacion functional de las vias en base al TPDA
Ministerio de transporte y obras publicas

$TPDA_d$=TPDA del año de diseño

C1=Para carreteras de mediana capacidad

C2=para carreteras convencional básica y camino básico

C3=para camino agrícola forestal

Se define como periodo de diseño (n); al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil.

Tenemos los siguientes periodos n brindados por NEVI

Proyectos de rehabilitación y mejoras n=20 años

Proyectos especiales de nuevas vías n=50 años

Mega proyectos nacionales n=50 años

En base a la información recopilada y considerando la función que tendrá la vía, se tomó la decisión de escoger una carretera de tipo C2 es decir carretera convencional básica. Donde las principales características se presentan a

continuación

Número de carriles: 2

Ancho de carril: 3.0m

Ancho de espaldón: 1.50m

Velocidad del proyecto 60km/h

Pendiente máxima=14%

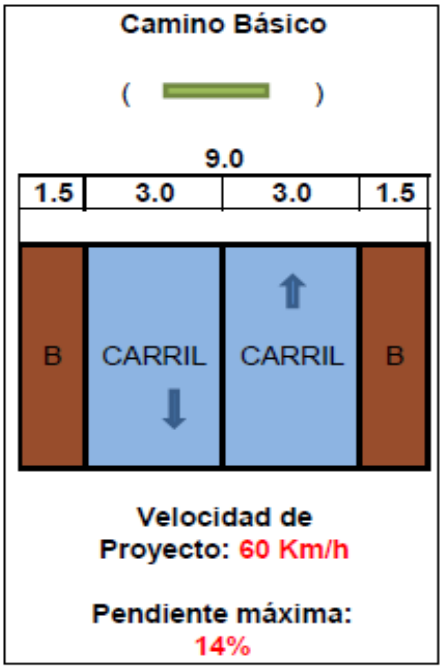


Gráfico 8 Esquema de camino basico C2
Ministerio de transporte y obras publicas

2.2.2. Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección del eje de un camino en un plano horizontal, esto significa que en él se pueden ver cambios de dirección o rumbo (carreteras, de lauro Alonzo & Gabriel rodrigues)

2.2.3. Curvas horizontales

El decidir que dimensión de curva utilizar cuando se transita por un punto de inflexión se da en función de dos elementos: Radio de la curva y grado de la curva.

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. (carreteras, de lauro Alonzo & Gabriel rodrigues)

Para diseñar curvas horizontales se deben tomar en cuenta los siguientes casos

- Tangente seguida por una curva horizontal
- Alineamiento compuesto de tangente y curva horizontal y vertical

A fin de brindar seguridad, confort y economía al flujo vehicular, existen factores que gobiernan el diseño de una curva; como son: radio mínimo de la curva, grado máximo de la curva, peralte máximo o sobreelevación máxima, factores de fricción y longitudes de transición minimas cuando se pasa de tangente a una curva.

A continuación se presenta la ecuación gobernante de los parámetros antes indicados y la velocidad de diseño

$$e + f = v^2/127R$$

Donde:
e=Tasa de sobreelevación en fracción decimal
f=factor de friccion lateral, osea la fuerza de friccion dividida por la masa perpendicular del pavimento
v=velocidad de diseño
R=radio de curva en metros

Factor máximo de friccion lateral y tasa de sobreelevación o peralte

Los factores principales que influyen en friccion lateral son: tipo de llanta que usa el vehiculo, el tipo y estado de la capa de rodadura del pavimento y la velocidad del vehiculo. Mientras que las condiciones para el peralte son: condiciones climáticas, tipo de área, sea urbana o rural, frecuencia de los vehículos de baja velocidad y las condiciones del terreno.

Los valores para el factor de friccion lateral que presenta la AASHTO varia entre 0.17 y 0.10 y esta en función inversa a la velocidad para todo tipo de

carreteras rurales y urbanas con velocidades entre 30 y 110km/h.

El peralte o sobreelevación se la diseña con el fin de brindar seguridad a los vehículos cuando transitan en curvas cerradas a una determinada velocidad, ya que se contrarresta las fuerzas centrifugas y el efecto adverso de la friccion que se produce entre la llanta y la calzada. Para diseñar el peralte se consideran las condiciones meteorológicas y topográficas, por tanto existe una tabla que considera estos factores y se presenta a continuación.

Tasa de Sobreelevación, "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Tabla 4 Tasa de sobreelevacion recomendada por AASHTO
Ministerio de transporte y obra publica

Este proyecto se enmarca en el tipo de área rural montañosa, por tanto se tiene una tasa de sobreelevación o peralte (e) del 10%

Velocidad de diseño

La velocidad de diseño que tendrá esta vía será la determinada en la sección de definición del trazado donde:

Velocidad de diseño =60km/h

Radio mínimo de curvatura

Conocido el máximo factor de sobreelevación (e), se puede calcular el radio mínimo de curvatura horizontal despejando la ecuación del numeral 2.2.2, donde la ecuación queda de la siguiente forma:

$$R = V^2/127(e+f)$$

Donde:

e=10%

$$R = \frac{(\frac{60km}{h})^2}{127((\frac{10}{100})+0.15)} = 113.386m$$

f=0.15

V=60km/h

R=?

La ecuación que determina el grado de curvatura (angulo sustentado en el centro de un circulo de radio R por un arco de 20m), es la siguiente:

$$Gc = \frac{1145.92}{R}$$

$$Gc = \frac{1145.92}{115} = 9º57´52.28´´$$

Para corroborar el valor los valores obtenidos, se comparan con la siguiente tabla obtenida del MTOP

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado	
30	0.17	26.2	25	45°50'
40	0.17	46.7	45	25°28'
50	0.16	75.7	75	15°17'
60	0.15	113.4	115	9°58'
70	0.14	160.8	160	7°10'
80	0.14	210.0	210	5°27'
90	0.13	277.3	275	4°10'
100	0.12	357.9	360	3°11'
110	0.11	453.7	455	2°31'
120	0.09	596.8	595	1°56'

Tabla 5 Radios minimos y grados maximos de curvas horizontals para distintas velocidades de diseño
Ministerio de transporte y obras publicas

Por lo tanto el radio mínimo de la curva es de 115m.

Calculo de curvas horizontales

A continuación se presenta un esquema con los principales elementos de una curva horizontal, y el cálculo de una curva del proyecto con sus detalles.

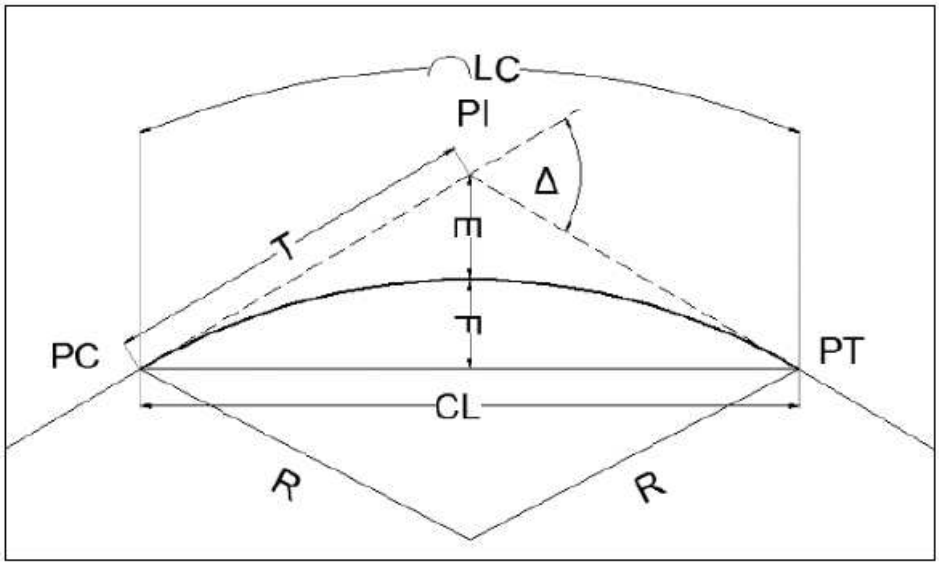


Grafico 2-2 Elementos de una curva circular con sus elementos
Elaborado por autores

Donde:

PC: Punto donde empieza la curva

PI: Punto donde se intersectan las tangentes

PT: Punto donde termina la curva

R: Radio de la curva

Δ: Angulo de deflexión de las tangentes

LC: Longitud de la curva (longitud del arco entre PC y PT)

T: Tangente (distancia entre el PI y el PT)

E: External (distancia minima entre el PI y la curva)

F: Ordenada media(longitud de la flecha en el punto medio de la curva)

CL:Cuerda larga(es la recta comprendida entre el PC y el PT)

A continuación se muestra el desarrollo de los elementos de la curva Nº1 de las siete curvas que tiene el proyecto.

DATOS DE LA CURVA	
Δ	9º45`44``
Δ	9,762
ABCSISA DEL PI	299,02
RADIO (R)	490

ELEMENTO	FORMULA	CALCULO	RESULTADO
TANGENTE (T)	T=R*tan(Δ/2)	T=R*tan(Δ/2)	41,845
CUERDA (L)	C=2*R*sen(Δ/2)	C=2*R*sen(Δ/2)	83,387
FLECHA (F)	F=R*[1-cos(Δ/2)]	F=R*[1-cos(Δ/2)]	1,777

EXTERNAL €	E=R*[sec(Δ/2)-1]	E=R*[sec(Δ/2)-1]	1,784
LONG. DE LA CUERDA (Lc)	Lc=π*R*Δ/180	Lc=π*R*Δ/180	83,488
PUNTO DE INICIO DE LA CURVA (Pc)	Pc=Pi-ST	Pc=Pi-ST	257,175
PUNTO DONDE TERMINA LA CURVA (Pt)	PT=Pc+Lc	PT=Pc+Lc	340,663
CENTRO DE LA CURVA (cc)	Cc=Pc+(Lc/2)	Cc=Pc+(Lc/2)	298,919
DEFLEXION POR METRO (α)	α=Δ/2Lc	α=Δ/2Lc	0,058

Tabla 6 Elementos de la curva circular

Para ver los cálculos de las demás curvas circulares revisar el anexo A- cálculo de curvas circulares.

Tangentes intermedias mínimas entre curvas circulares

Existen los casos en que se deben diseñar dos curvas circulares seguidas ya sea por la topografía del terreno o por el mismo diseño de la vía, en estos casos es necesario realizar una tangente intermedia la cual permite la transición hacia el peralte en las dos curvas.

Para determinar esta tangente se utilizo la ecuación que brinda las derogadas normas de diseño geométrico del MTOP, debido a que en las normas actuales(NEVI-12) no existe mayor detalle para este parámetro.

$$TIM = \frac{4}{3} \times L + 2 \times x$$

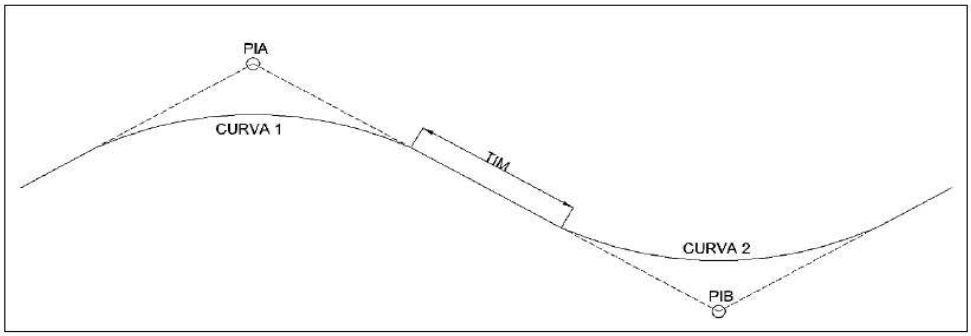


Gráfico 9 Esquema de la tangente intermedia minima

Elaborado por autores

Para obtener valores de L y x se tiene la siguiente tabla.

Velocidad de Diseño (km / h)	X (m)		L (m)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Hasta 69	10	10	22	35
60 - 79	10	13	34	44
80 - 100	16	16	45	50

Tabla 7 Valores de X y L para el calculo de la tangente intermedia minima
Normas geometricas de diseño MTOP

Remplazando los valores minimos de L y x, tenemos

$$TIM = \frac{4}{3} \times 34 + 2 \times 10 = 65.333M$$

2.2.4. Aliniemiento Vertical

Es la representación longitudinal del eje de un camino en el plano vertical, esto es, ver el camino a través de sus niveles, cotas y alturas longitudinales y transversales. El proyecto de alineamiento vertical se inicia con la nivelación del trazo definitivo o alineamiento horizontal (planta del camino), lo cual nos da el perfil del terreno natural.

Los elementos que los componen son las tangentes verticales y las curvas verticales.

2.2.5. Tangentes verticales

En un eje vertical las tangentes son las líneas rectas que unen dos curvas verticales, y entre sus principales características están: longitud y pendiente. (Cooper, 2015, pág. 76)

Longitud

La longitud de una tangente es la distancia medida entre el fin de una curva y el principio de la siguiente y se representa como TV. el punto de intersección de dos tangentes consecutivas se denomina PIV, y la diferencia algebraica entre

dos pendientes como m.

pendiente.

La pendiente de una tangente vertical es la relación entre el desnivel y la distancia horizontal entre dos puntos de las mismas. Para en alineamiento vertical, se definen algunos parámetros que tienen relación con las tangentes verticales como la pendiente máxima y mínima

pendiente máxima

Este valor queda definido por la velocidad de tráfico para la cual ha sido diseñada la vía y la configuración del terreno, la NEVI-13 recomienda que para carreteras principales e utilicen los siguientes valores:

Orografia		Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montaños	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)	20	8	9	10	12
	30	8	9	10	12
	40	8	9	10	10
	50	8	8	8	8
	60	8	8	8	8
	70	7	7	7	7
	80	7	7	7	7
	90	6	6	6	6
	100	6	5	5	5
	110	5	5	5	5

Tabla 8 Pendientes maximas
Ministerio de transportes y obras publicas

pendiente minimas

Contraria a la pendiente máxima esta no se define por la velocidad del proyecto, mas bien esta directamente relacionada con el drenaje de las aguas lluvias que caen sobre el pavimento y a lo largo de las cunetas. Se consideran los siguientes valores según la norma:

Terreno plano: 0.2% a 0.3%

Terreno montañoso: 0.3%

CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas en el

alineamiento vertical, esta logra dar un paso gradual y cómodo de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida.

Las curvas verticales pueden darse tanto cóncavas como también convexas, como muestra la figura:

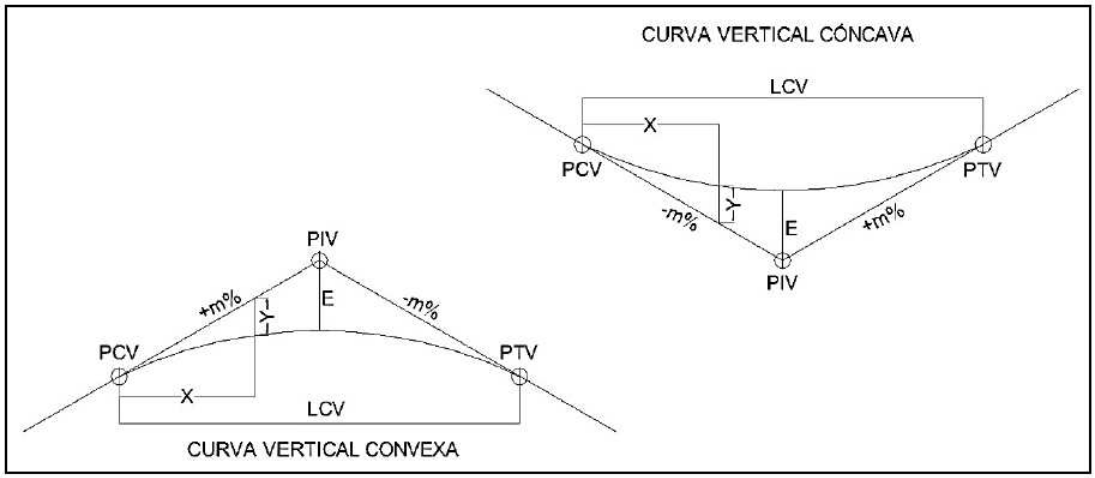


Gráfico 10 Esquema de tipos de curvas verticales

Elaborado por autores

Para definir el valor de la longitud de la curva se debe seleccionar un índice de curvatura K, de tal manera que la longitud será igual al producto entre el índice K y el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$LCV = K \times A$$

Para determinar el valor del índice K en curvas cóncavas y convexas, se muestra la siguiente tabla

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438
El índice de curvatura es la Longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K= L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica				

Tabla 9 Indice K para el calculo de longitudes de curva convexa
Ministerio de transporte y obras publicas

Velocidad (Km/h)	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38
El índice de curvaturas es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) K = L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

Tabla 10 Indice K para el calculo de longitudes de curva concave
Ministerio de transportes y obras publicas

CACULO DE CURVAS VERTICALES

A continucion se presentan los calculos realizados para el diseño de la primera curva vertical del Proyecto con todos sus elementos. Si la diferencia algebraica entre pendientes es menor a 1% no se considera el diseño de una curva debido a que es intrascendente, ademas esta diferencia se corrige durante la contruccion.

DATOS DE LA CURVA 1

TIPO	CONCAVA
m1	-3,96%
m2	0,35%
ABSCISA PIV	437,83
COTA PIV	96,396
LCV	150
LCV/2	75

ELEMENTOS DE LA CURVA VERTICAL			
ELEMENTO	**FORMULA**	**CALCULO**	**RESULTADO**
ABSCISA PCV	PCV=DM PIV-LCV/2	PCV=DM PIV-LCV/2	362,83
ABSCISA PTV	PTV=PIV+LCV	PTV=PIV+LCV	512,83
COTA PVC	CPCV=(m1*LCV/2)-CPIV	CPCV=(m1*LCV/2)-CPIV	99,366
COTA PTV	CPCV=(m2*LCV/2)+CPIV	CPCV=(m2*LCV/2)+CPIV	96,6585
A	A=m1-m2	A=m1-m2	-4,31%
EXTERNA E	E=A*LCV/8*100	E=A*LCV/8*100	-0,808125

CORRECCION DE COTA Y	Y=E*4*(X/LCV)^2

ABCISAS		PENDIENTES	X(m)	Y(m)	COTA TANGENTE	COTA DE RASANTE EN CURVA
PCV	362,83		0	0,000	99,366	99,366
	372,83	-3,96%	10	-0,014	98,970	98,984
	382,83		20	-0,057	98,574	98,631
	392,83		30	-0,129	98,178	98,307
	402,83		40	-0,230	97,782	98,012
	412,83		50	-0,359	97,386	97,745
	422,83		60	-0,517	96,990	97,507
	432,83		70	-0,704	96,594	97,298
PIV	437,83		75	-0,808	96,396	97,204
	442,83	0,35%	70	-0,704	96,414	97,117
	452,83		60	-0,517	96,449	96,966
	462,83		50	-0,359	96,484	96,843
	472,83		40	-0,230	96,519	96,748
	482,83		30	-0,129	96,554	96,683
	492,83		20	-0,057	96,589	96,646
	502,83		10	-0,014	96,624	96,638
PTV	512,83		0	0,000	96,659	96,659

Tabla 11 Datos de la curva 1

El desarrollo de las otras curvas verticales que componen este estudio, se las puede encontrar en el anexo B-“Calculo de curvas verticales”

Capitulo 3

3. Estudios de suelos

Un estudio profundo de suelo es determinante para conocer el tipo de suelo existente y de ahí establecer la profundidad, y que tipo de fundaciones se construirán (Perry, 2016)

3.1. Generalidades

El suelo por donde pasara una obra vial es de fundamental importancia debido a que este influirá directamente en el diseño de la estructura del pavimento, por ende el estudio de los mismos se los debe realizar al igual que los estudios topográficos es decir antes de la fase constructiva de una carretera. El estudio se lo realiza en dos fases, la primera antes de la elección de la ruta y la segunda ya cuando se eligió una ruta definitiva.

Primera fase de estudio

Esta fase consiste en determinar el tipo de suelo que tiene el área por donde se piensa ubicar la vía. Se realizan perforaciones paralelas al posible eje longitudinal, para este proyecto se realizaron perforaciones a la altura de la abscisa 0+00,0+500,1+000,1+500.

El proyecto vial que inspira este estudio, da como resultado en los ensayos realizados en los laboratorios con un suelo tipo **LIMO-ARCILLOSO** en el área por donde se tiene previsto que pasara la vía.

Segunda fase de estudio

Los estudios que se dan en esta fase deben ser más minuciosos y detallados debido a que a esta altura del proyecto ya se ha establecido el eje por donde se trazara el diseño vial. Los estudios en la fase uno de ser el caso se deben complementar y adentrar en más detalles en esta etapa.

3.2. Toma de muestras

Es el proceso de obtención de una parte del material que constituye el terreno por donde se ubicara el proyecto, para luego desarrollar los estudios pertinentes en el laboratorio. Para determinar las propiedades de un suelo en laboratorio es preciso contar con muestras representativas de dicho suelo. (Mecánica de suelos y cimentaciones, villalaz)

Se obtuvieron muestras para este proyecto a través de calicatas realizadas cada 500 metros a lo largo de la vía

3.2.1. Muestras alteradas.

Son aquellas en las que no se toma precaución para que se mantengan intactas las características del suelo original, es decir, es cuando el material va disgregado o fragmentado. Se las obtienen a través de excavaciones manuales o con herramientas especiales. Las muestras deben ser representativas de cada capa de suelo que atraviesen hasta llegar al estrato más profundo que se determine. El número de muestras y el espacio entre muestra y muestra será determinado por la homogeneidad del suelo y el tipo de estudio de suelo que se trate, por lo general para extraer una muestra se utilizan las siguientes herramientas.

- Pico, palas y abre hoyos
- Pasteadoras
- Barrenas helicoidales
- Sacos
- Hojas para identificación
- Fundas plásticas

3.2.2. Muestras inalteradas

Son las muestras obtenidas de un suelo donde estas no pierden su humedad ni estructura, es decir conservan las características del suelo de donde

se las obtuvo Mayormente están se obtienen de suelos finos que se pueden moldear sin disgregarse.

Identificación de los suelos

Para cualquier obra civil es de fundamental importancia el determinar las características mecánicas del suelo en donde se cimentara una estructura, para el caso específico de una vía el realizar ensayos de suelos con estudios específicos de las características físicas y mecánicas darán como pauta para el diseño final del pavimento.

3.3. Ensayo de granulometría

El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo (crespo villalaz, mecánica de suelos y cimentaciones), y consiste en separar las partículas de un suelo con sus diferentes tamaños mediante tamices, como indica la norma.

Normas

- AASHTO T 88-00
- Astm d 442

Alcance

Se busca establecer la distribución del tamaño delas partículas que conforman el suelo a estudiar.

Equipos

Horno.-controlado termostáticamente, que pueda mantener la temperatura en 110±5ºC(230±ºF) para secar la muestra.

Balanza.-Debe tener la capacidad suficiente, legible a 0.1% de la masa de la muestra, o mejor, y según la norma AASHTO M 231.

Tamices

Designación Estándar mm	Designación alternativa
75	3 in
50	2 in
25	1 in
9.25	3/8 in
4.75	N° 4
2.00	N °10
0.425	N° 40
0.075	N° 200

Tabla 12 Tamices
Norma AASTHO T 88-00

Envases adecuados para el manejo y secado de la muestra. Cepillo y brocha para el aseo de las mallas de los tamices.

Muestra de ensayo

Tal como se describe en la norma AASHTO T 87; ASTM D 2217, para preparar la muestra, esta debe analizarse en dos secciones: la parte que pasa el tamiz de 4,760mm (Nº4) y la parte que es retenida. Para este proyecto solo se analizara el material que no es retenido en el tamiz Nº4 debido a que aparentemente el suelo es agregado fino.

Análisis granulométrico de la fracción fina.

Este análisis se lo realizara por tamizado y/o sedimentación según las características que presente la muestra y la información requerida.
Se podrán tamizar en seco al material arenoso que contenga muy poco limo y arcilla, donde sus terrones en estado seco se desintegren con facilidad. Por otro lado los materiales limosos y arcillosos cuyos terrones en estado seco no se desintegren fácilmente se podrán realizar el ensayo por la vía húmeda.
Las partículas cuyos tamaños sea mayor al tamiz de 0,074mm(Nº200) se

realizara por tamizado seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074mm(Nº200).

Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074mm(Nº200).

a. A través de cuarteo separe 200g para suelo arenoso y 65g para suelo arcilloso y limoso, pesándolo con exactitud de 0.02g. Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndolo con agua y dejando en remojo para que los terrones se ablanden.
b. Se procede a lavar la muestra sobre el tamiza de 0,074mm(Nº200) con abundante agua, teniendo cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las que queden retenidas.
c. Se recoge el contenido en un recipiente, se procede a secar en el horno a temperatura de 110±5ºc (230±9ºF).
d. Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado anteriormente.

Cálculos

Se calcula los pesos retenidos o parciales en cada tamiz y luego los pesos acumulados. Para determinar el porcentaje retenido que pasa por cada tamiz, se divide el peso retenido acumulado de cada tamiz entre el peso total de la muestra y se multiplica por 100

$$\%\ Retenido = \frac{Peso\ acumulado\ en\ cada\ tamiz}{Peso\ total} * 100$$

Se calcula el porcentaje que pasa

$$\%\ Pasa = 100 - \%Retenido\ acumulado$$

De acuerdo a la granulometría de un suelo, la clasificación es la siguiente:

- Agregado grueso.- Material retenido en el tamiz 4.75mm (Nº4).
- Agregado Fino.- Material que pasa por el tamiz de 4.75mm(Nº4)
- Relleno material.- Fracciones de agregado fino que pasa por el tamiz de 0.60mm (Nº30).

- Polvo mineral.- Fracciones de agregado fino que pasa el tamiz 0.075mm(Nº200).

3.4. Clasificación de los suelo

Debido a que en la naturaleza existe una gran variedad de suelo, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos para clasificarlos. Donde cada uno de los métodos tiene su campo de aplicación según la necesidad y uso que los haya fundamentado.

En la actualidad los sistemas más utilizados para la clasificación de suelos en estudios viales son los de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASTHO) y el Unifield Soil Classification System (S.U.C.S.)

Para este proyecto se utilizara el método de clasificación de suelos AASHTO.

Clasificacion de suelos AASHTO

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A-1 al A-8. En este sistema los suelos inorgánicos se clasifican en 7 grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se dividen en un total de 12 subgrupos. Los suelos con elevada proporción de material orgánico se clasifican como A-8 En la siguiente tabla se presenta las características de los diferentes grupos y subgrupos y la clasificación

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO AASHTO											
CLASIFICACIÓN GENERAL	Materiales granulares (35%, o menos, pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
GRUPOS	A-1	A-1-b	A-2					A-4	A-5	A-6	A-7
											A-7-5
SUBGRUPOS	A-1-a		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.00 mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
N° 40 (0.425 mm)	30 máx.	50 máx.	51 min.	-	-	-	-	-	-	-	
N°200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35máx.	35máx.	36máx.	36máx.	36máx.	
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425 mm):											
Límite líquido	-		-	40 máx.	41 min.	40máx.	41min.	40máx.	41min.	40máx.	41min.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11min.	11min.	10máx.	10máx.	11min.	11min.
Terreno de fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno	Excelente a bueno				Regular a malo			
*El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual o menor a LI-30. *El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es mayor que LI-30.											

Tabla 13 Clasificacion de los suelos por el metodo AASTHO
Montejo Fonseca 2016

A continuación se presenta los resultados de la calicata de la abscisa 0+000 donde la muestra queda encasillada como un suelo granular del grupo A-5 que corresponde a material limo-arcilloso. Los resultados de las demás perforaciones las encontraran al final de este documento en el anexo “C” – Ensayos de granulometría.

GRANULOMETRÍA (ASTM D-422)					
TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
3"					
2 ½"					
2"					
1½"					
1"					
3/4"					
1/2"				(100,00)	
3/8"	-	-	-	(100,00)	
N°4		-	-		
< N°4	-	-	-	(100,00)	
N°8		-			
N°10	6,60	6,60	5,35	(94,65)	
N°40	11,70	18,30	9,48	(85,17)	
N°50					
N°100					
N°200	15,20	33,50	12,32	(72,85)	
< N°200	89,87	89,87	**72,85**		
TOTAL	**123,37**				

GRAVA	**100 %**
ARENA	**27 %**
FINOS	**73 %**

ANTES	**160,8** grms
DESPUÉS	123,37 grms

		HUMEDAD NATURAL:	**30,34** %
CLASIFICACIÓN:		LIMITE LIQUIDO:	**44,16** %
SUCS	**MH**	ÍNDICE PLÁSTICO:	**8,38** %
AASHTO	**A-5**	ÍNDICE DE GRUPO:	**8,4**

NOMBRE TIPICO	**Limos inorgànicos, alta a media plasticidad, consistencia muy dura.**

Tabla 14 Distribución granulométrica

Lo presentado en la tabla de distribución granulométrica, las cuales nos permite clasificar el suelo en relación al tamaño de sus partículas, tenemos que para el caso del material que se tomó en la abscisa 0+000, la mayor cantidad de suelo de la muestra corresponde a LIMO-ARCILLA AL 73%.

Los resultados de las demas calicatas se presentan en el anexo C-Ensayos de granulometria

3.5. Ensayo de Compactación

Conocido también como Proctor, su objetivo es determinar la humedad óptima de un suelo. La humedad óptima es aquella humedad para la cual la densidad del suelo es máxima.

Para este proyecto se procederá con el Método “B” según la AASHTO, para la ejecución de los ensayos de compactación.

Método B

Equipos

- Moldes: de 6 in (152.4mm)
- Extractor de muestras
- Pisón con su guía: manual o mecánico
- Horno de secado a 110±5ºC(230±9ºF)
- Balanza con lectura de 1g
- Enrasador, no menos de 10 in (254mm) de longitud.
- Tamices;3/4 in (19.0mm),3/8(9.5mm) y Nº 4(4.75mm)
- Herramientas de mesclado

Muestra de ensayo

Para el Método B la masa mínima es de 7kg

Procedimiento

Se necesita mínimo para una muestra en el método B 7kg

Procedimiento

- En caso de que la muestra este muy húmeda, dejar secar en el ambiente o con una máquina secadora pero no a más de 60ºC(140ºF).
- Usando el tamiz Nº4 (4.75mm), pasar una cantidad de suelo y desechar el material que ha sido retenido en el tamiz
- Preparar 3 o 4 muestras de 7kg(16lb)

- Humedecer la muestra con agua hasta llegar a un 4% aproximadamente por debajo de la humedad óptima.
- Determine y registre la masa del molde y base.
- Compactando el suelo forme un espécimen en el molde con collar, formándolo por 5 capas iguales de altura total compactada de 125mm (5in) aproximadamente.
- Cada capa debe ser compactada por 56 golpes del pisón distribuidos uniformemente, dejándolo caer libre desde una altura de 457mm(18in)
- Luego del proceso de compactación remueva el collar de extensión quitándole el material adherido en el colar, recortar el suelo excedente compacto de la parte superior del molde usando el borde recto de la regla.
- Determinar la masa del molde y del espécimen.
- Realice un corte vertical para obtener dos muestras para determinar el contenido de humedad. Tomar una muestra de material de una de las caras cortadas, pesar y secar, para determinar el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASTHO T 265.
- Preparar nuevamente una muestra de suelo pero aumentar el contenido de humedad del material de 1% a 2% y repetir el procedimiento antes indicado para cada incremento de agua.
- Continuar esta serie de determinaciones hasta que haya una disminución de la masa humeda, W1, por metro cubico del suelo compactado.

Este método de prueba se realiza para mezclas de suelos que poseen un 40% o menos retenido en el tamiz Nº4 (4.75mm). El material que fue retenido en estos tamices queda determinado como una partícula extra grande (partículas gruesas).

Próctor Modificado AASTHO T – 180 Martillo: 10libras (4.536 ± 0.009) kg – Altura de caída: 18 in (457 ± 2) mm	
	MÉTODO B
Material	Pasa el tamiz No. 4
Molde	6''
No. de capas	5
No. de golpes por capa	56
Volumen del molde	2032.22 cm3

Tabla 15 Metodo B
Universidad tecnica particular de Loja

Cálculos:

Los cálculos a realizar para cada ensayo son: Contenido de humedad, densidad húmeda del suelo, densidad seca del suelo.

$$w = \frac{P1 - P2}{P2 - P4} * 100$$

$$Dh = Peso\ de\ la\ muestra/Volumen$$

$$Ds = \frac{Dh}{1 + \frac{W}{100}} * 100$$

Donde:

W: Porcentaje de humedad en el espécimen

P1: Masa del recipiente y suelo mojado

P2: Masa del recipiente y suelo seco.

P4: Masa del recipiente

Ds: Peso unitario seco (kg/cm3) del suelo compactado

Dh: Peso unitario húmedo (kg/cm3) del suelo compacto

Relación de humedad-densidad

Los cálculos se realizan para definir el contenido de humedad y la densidad en kg/cm3 de las muestras compactadas. La densidad serán graficadas como las ordenadas y el contenido de humedad como las abscisas.

A continuación se presentan los resultados de la calicata en la abscisa 0+000 del ensayo de compactación, los resultados de los ensayos de compactación de las demás perforaciones se presentan al final del documento como anexo "D"- Ensayos de compactación.

COMPACTACION - (PROCTOR ESTANDAR AASHTO T-99 Y MODIFICADO AASHTO T-180)

PROYECTO:	DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AVENIDA SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTON MANTA- MANABI		
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE MANABI-MANTA	**SONDEO:**	1
ESPESORES:	h=1.2m	**MATERIAL:**	TERRENO NATURAL
MUESTRA:	Dm 0+000	**FECHA DE ENSAYO:**	25/01/2017

MASA DEL CILINDRO (P7)	4143
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	903
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm	45,72

TIPO DEL ENSAYO	Modificado
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPA	25

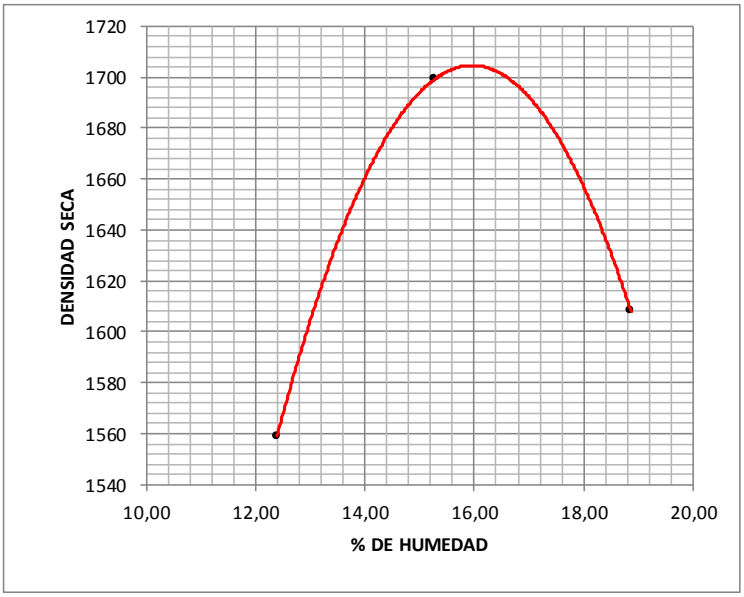
Como muestra el grafico se tiene que la densidad seca máxima es de 1705Kg/cm3 para una

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	3		6		9							
RECIPIENTE Nº TARA	b	f	j	r	w	o						
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	145,63	154,23	122,34	126,23	128,74	126,32						
TARA + SUELO SECO (GRS.)	132,25	141,25	110,24	113,21	112,35	112,68						
PESO AGUA	13,38	12,98	12,10	13,02	16,39	13,64						
PESO DE TARA	28,36	32,15	29,58	29,54	27,59	38,54						
PESO SUELO SECO	103,89	109,10	80,66	83,67	84,76	74,14						
CONT. DE AGUA %	12,88	11,90	15,00	15,56	19,34	18,40						
CONT. PROM. AGUA %	12,39		15,28		18,87							

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	5725	5912	5869			
MASA DE SUELO HÚMEDO	1582	1769	1726			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1752	1959	1911			
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1559	1699	1608			



DENSIDAD SECA MAXIMA :
1705 Kg/m3
% DE HUMEDAD OPTIMA:
15,96 %

Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

humedad optima de 15,96%

Tabla 16 Ensayos de compactaciòn

Ensayo de C.B.R.

Este ensayo consiste en comparar la presión que se necesita para penetrar un pistón en una muestra de suelo dada. El valor del CBR, es la relación expresada como un porcentaje, entre la presión necesaria para que el pistón penetre los primeros 2.5mm y la presión necesaria para obtener la misma penetración en el material, los valores que se presentan son variables por ejemplo en arcillas plásticas va desde el 2% a 3% y en materiales granulares de buena calidad hasta el 70%.

Alcance

Se describe el procedimiento para determinar la relación de soporte de california CBR (California Bering Ratio) del suelo, de subrasante, capas de base, subbase y de afirmado.

Este ensayo se lo realiza normalmente sobre suelo preparado en laboratorio en condiciones definidas de humedad y densidad (Contenido óptimo de agua y densidad máxima).

Equipo

- Moldes.- Deben ser de forma cilíndrica con diámetro interior de 152.40±0.66mm (6.0±0.026in) y con altura de 177.80±0.46mm (7.0±0.018in), con un collar de 50mm (2.0in) de altura aproximadamente y un plato de base perforada que debe ajustarse a cualquier extremo del molde. Las perforaciones de la base no excederán de 1.6mm
- Disco espaciador.- Circular, hecho de metal con un diámetro de 150±0.8mmy 61.37±0.25mm de altura.
- pisón.- En concordancia con la norma AASHTO T 99 (compactación con Proctor estándar) o con la norma AASHTO Y-180(compactación con Proctor modificado)
- Aparato para medir la expansión.- Debe poseer una placa de metal perforada de 149.2±1.6mm, donde sus perforaciones sean de 1.6mm de

diámetro. Esta placa debe tener un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura.

- Un trípode cuyas patas puedan a poyarse en el borde del molde, montado y bien sujeto que lleve en el centro un dial (deformimetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, permitiendo controlar la posición de este y medir la expansión.
- Diales (deformimetro).-Dos diales: Tendrán un recorrido de 25mm (1in), con una aproximación de 0.02mm (0.001in).
- Pesos de la sobrecarga.-Uno o dos pesas anulares con una masa total de 4.54±0.02kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de 2.27±0.04kg (5±0.10lb). Las pesas anulares y ranuradas deberán tener un diámetro de 149.2±1.6mm y un agujero de 54.0mm.
- Pistón de penetración.- Un pistón cilíndrico de metal con un diámetro de 49.63±0.13mm(1.94±0.005in), área=1935mm2(3in2) y una longitud no inferior a 102mm(4in)
- Dispositivo de carga.- UN aparato de compresión capaz de aplicar carga creciente uniforme a una proporción de 1.3mm/min (0.05in/min), usando el pistón de penetración en el espécimen.
- Tanque de remojo.-Con capacidad para mantener el nivel de agua a 25mm (1in) sobre la parte superior de los moldes.
- Horno.- Controlado termostáticamente y con capacidad de mantener la temperatura a 110±5ºC(230±9ºF) para el secado de las muestras.
- Recipientes para contenido de humedad.- Como los especificados en la norma AASHTO T 265
- Tamices.- Se necesitan los siguientes: 4.75mm (No.4), 19.0mm (3/4in) y 50.0mm (2 in).
- Material diverso.- Cucharas, reglas, mescladoras, papel filtro, balanzas etc.

Muestra de ensayo

En concordancia con las normas AASHTO T-180 y AASHTO T-99 para la compactación en un molde de 152.4mm (6 in) excepto:

- Cuando más del 75% en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.0mm (3/4 in), se usa todo el material para preparar los especímenes en la compactación. El material que pase por el tamiz de 2” y es retenido en el tamiz de 19.0mm, sea superior a un 25% en peso, este material se separa y se remplaza por una cantidad igual de material que pasa por el tamiz de 19.0mm y es retenido en el tamiz de 4.75mm (No 4).
- La relación de soporte para un rango de contenido de agua.- DE una muestra que tenga una masa de 35kg(75lb) o más, seleccione una porción representativa de aproximadamente 11kg(25lb) para una prueba de humedad-densidad y dividida el resto de la muestra para obtener tres porciones representativas de aproximadamente 6.8kg(15lb) cada una.
- La relación de soporte para un rango de contenido de agua.- De una muestra que tiene una masa de 113kg(250lb) o más, seleccione al menos cinco porciones representativas que tengan una masa aproximadamente de 6.8kg (15 lb) cada una, para el desarrollo de cada curva de compactación.

Procedimiento.

a. Relación de soporte del optimo contenido de agua:
b. Determinar la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido (AASHTO T-99 o AASHTO T-180).
c. Según la norma AASHTO T-265 determinar la humedad natural del suelos, se debe añadir la cantidad de agua que sea necesaria para llegar a la humedad optima que determinado con el método indicado en el ítem anterior.
d. Se debe compactar tres especímenes, para que sus densidades compactadas vayan desde 95% (o más baja) a 100% (o más alta) de la densidad seca determinada.
e. Empalme el molde a la base del plato coloque el collar de extensión y pese con una aproximación de 5g (0.01lb)
f. Inserte el disco espaciador dentro del molde y coloque un papel filtro en la parte superior del disco.

g. Mezcle cada una de las tres porciones de 6.8kg (15lb) ya preparadas con suficiente agua para obtener el contenido de humedad optimo mediante la siguiente formula

$$\%de\ agua\ añadir = \frac{H - h}{100 + h} * 100$$

Donde:

H=humedad prefijada

H= humedad natural

h. Compacte la primera porción en el molde, usando tres capas iguales y el pisón apropiado, si la densidad máxima fue determinada por la norma AASHTO T-99, o cinco capas iguales si la densidad máxima fue determinada por la norma AASHTO T-180, para una altura total compactada de 125mm, compactando cada capa con 65, 30 y 10 (AASHTO) 0 con 56, 25 y 10 (ASTM) con el más bajo número de golpes seleccionado para dar una densidad compactada de 95% o menos de la densidad máxima.

i. Determine el contenido de humedad el material que se está compactando, al inicio y final de la compactación (dos muestras). Cada muestra con humedad deberá tener mínimo una más de 100g para suelos finos y para suelos granulares mínimo 500g. La determinación del contenido de humedad será de acuerdo con la norma AASHTO T 265.

j. Una vez compactado el suelo, retire el collar de extensión y con el enrasador recorte el suelo compactado en la parte superior del molde, Las irregularidades de la superficie deben ser rellenadas con material más pequeño.

k. Retire el disco espaciador y coloque un papel filtro en el plato base perforado e invierta el molde, sujete el plato base perforado al molde y coloque el collar. Determine la masa del molde y el espécimen con una aproximación de 5g (0.01lb)

l. Compacte las otras dos porciones de 6.8kg (15lb). Siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, excepto por el número intermedio de golpes por capa que debe ser usado para compactar el segundo

espécimen y el número más alto de golpes por capa que debe ser usado para compactar el tercer espécimen.

Remojo

a. Se coloca sobre la superficie de la muestra en el molde la placa perforada con vástago y sobre esta los pesos anulares suficientes para originar una sobrecarga equivalente a la originada por las capas de material que van sobre el material que se está probando.
b. Coloque el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura de encerado antes de sumergir
c. Sumerja el molde en el tanque de agua
d. Coloque el trípode con el dial encima del molde y haga una lectura inicial (sumergido)
e. Mientras los especímenes están en remojo se debe mantener el nivel de agua aproximadamente 25mm (1 in) por encima de los mismos. Mantener el espécimen en remojo durante 96 horas (cuatro días)
f. Al final de las 96 horas, haga una lectura del dial final en los especímenes sumergidos y la expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformimetro antes y después de la inmersión como un porcentaje con respecto a la altura de la muestra del molde con la siguiente expresión:

$$\%expansion = \frac{Cambio\ longitud(mm) duranteremojo}{127mm} * 100$$

g. Retire los moldes del tanque de remojo, vierta el agua retenida en la parte superior del miso y se deja el molde durante 15 minutos, después quite los pesos de sobrecarga y el plato ranurado.
h. Tome registro del peso del molde más suelo después de saturar.

Prueba de penetración

- La aplicación de sobrecarga.- Aplique una sobrecarga de pesas anulares igual a las usadas durante el remojo. Para prevenir el desplazamiento de materiales suaves dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, asiente el pistón de penetración con un peso de 44N (20 lb) después de poner la primera sobrecarga en el espécimen.

- Pistón de asentamiento.- Coloque el pistón de penetración, aplique una carga de 44N (1.0lb) y ponga ambos diales, el de penetración y el de carga en cero.
- Aplicación de carga.- Aplique la carga sobre el pistón de penetración, con una velocidad de penetración uniforme de 1.3mm (0.05 in) por minuto.
- Registre la carga cuando la penetración este en 0.64, 1.27, 1.91, 2.54, 3.81, 5.08 y 7.62mm. (0.025,0.050, 0.075,0.100, 0.150,0.200 y 0.300 in). Las lecturas de la carga a la penetración de 10.16mm y 12.70mm (0.400 y 0.500in) pueden ser obtenidas si asi se desea.
- Finalmente se desmonta el molde y tome de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración una muestra y otra en la parte inferior para determinar sus contenidos de humedad.

Cálculos

- Curva de deformaciones.- Trazar la curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), se observa si la curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta el punto de inflexión se toma los valores a 2.54 y 5.08mm (0.1 y 0.02 in) de penetración. Si la curva si presenta un punto de inflexión, la tangente a ese punto cortara el eje de las abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como origen nuevo para determinar las presiones correspondientes a 2.54 y 5.08mm.
- Relación de soporte de california.- Los valores de cargas corregidos se determina para cada espécimen a 2.54mm y 5.08mm (0.10 y 0.20 in) de penetración. La relación de soporte de california son obtenidos en porcentajes, dividiendo los valores de carga corregidas a 2.54mm y 5.08mm para las cargas normales de 6.9MPa y 10.3MPa (1000psi y 1500psi), respectivamente, y multiplicando estas relaciones por 100

$$CBR = \frac{Valor\ de\ carga\ corregida}{carga\ normal} * 100$$

El CBR es generalmente seleccionado a 2.54mm de penetración. Si la relación a 5.08mm de penetración es mayor a la penetración de 2.54mm, la prueba será realizada orea vez. Si la prueba de chequeo da un resultado

similar, a la relación a 5.08mm de penetración se usara esta.

Diseño de CBR para un solo contenido de agua

Usando los datos obtenidos de los tres especímenes, trace la gráfica CBR vs. Densidad Seca. El diseño de CBR puede determinarse al porcentaje deseado de la densidad seca máxima, normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido.

Diseño de CBR para el rango de contenido de agua

Trace los datos de la prueba a los tres esfuerzos compactados. El trazado de los datos como los mostrados representan las respuestas del suelo sobre el rango del contenido de agua especificado. Seleccione el CBR para informar como el CBR más bajo dentro del rango de volumen del agua que tiene un peso unitario seco entre el mínimo especificado y el peso unitario seco producido por la compactación dentro de un rango de contenido de agua.

A continuación se presentan los resultados de la perforación en la abscisa 0+00 del ensayo de CBR, los demás resultados de las perforaciones se presentan al final del documento en el anexo “E”-Ensayos de C.B.R.

C.B.R. EN LABORATORIO - AASHTO T-193

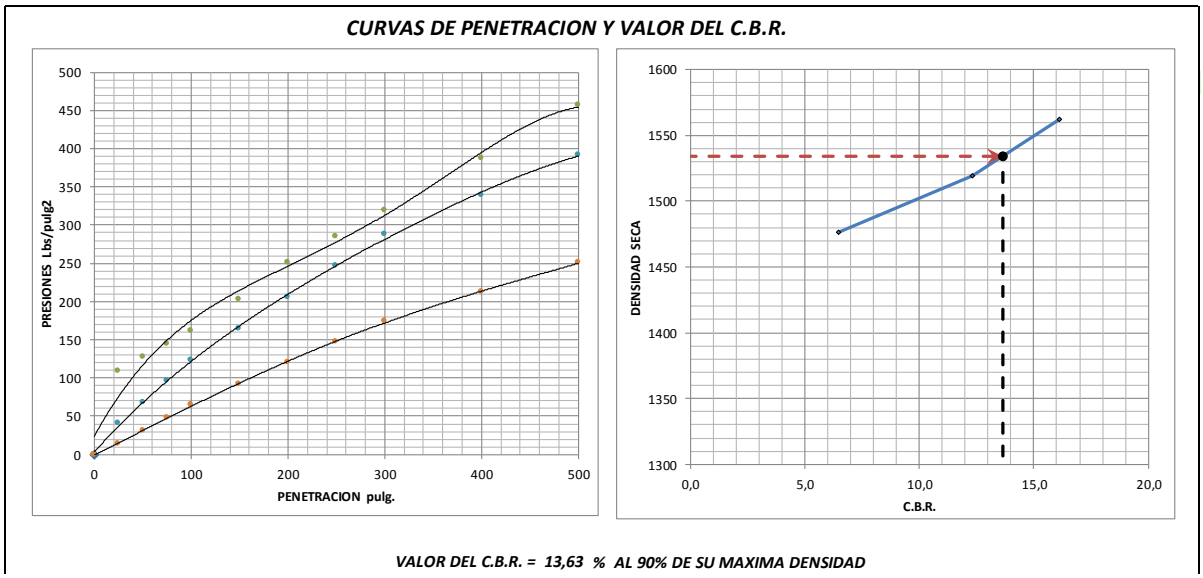
PROYECTO:	DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AV. SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA		
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE MANABI-MANTA	**SONDEO:**	1
ESPESORES:	h=1,2m	**MATERIAL:**	TERRENO NATURAL
MUESTRA:	Dm 0+000	**FECHA DE ENSAYO:**	25/01/2017

Molde Nº	**3**		**16**		**18**	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	61		27		11	
CONDICION	**ANTES DEL REMOJO**	**DESPUES DEL REMOJO**	**ANTES DEL REMOJO**	**DESPUES DEL REMOJO**	**ANTES DEL REMOJO**	**DESPUES DEL REMOJO**
Peso muestra húmeda + molde Gr	**11335**	**12350**	**11189**	**12145**	**11902**	**12173**
Peso del molde Gr	**7113**	**8215**	**7089**	**8256**	**7958**	**8562**
Peso muestra húmeda Gr.	4222	4135	4100	3889	3944	3611
Volumen de la muestra cm.3	**2327**	**2327**	**2319**	**2319**	**2292**	**2292**
Densidad húmeda kg/m.3	1814	1777	1768	1677	1721	1575
Densidad seca kg/m.3	1562	1506	1520	1411	1476	1305

Tabla 17 Ensayos de CBR

Tarro Nº	g	l	g	y	m	d
P. muestra húmeda + tarro Gr.	**145,62**	**135,62**	**124,58**	**134,89**	**136,24**	**134,23**
P. muestra seca + tarro Gr.	**129,02**	**119,25**	**111,23**	**117,98**	**117,25**	**116,25**
Peso agua Gr.	16,60	16,37	13,35	16,91	18,99	17,98
Peso tarro Gr.	**26,35**	**28,23**	**29,56**	**28,46**	**2,54**	**29,32**
Peso muestra seca Gr.	102,67	91,02	81,67	89,52	114,71	86,93
Contenido de humedad %	16,17	17,99	16,35	18,89	16,55	20,68
Contenido promedio de h. %	17,08		17,62		18,62	
Agua absorbida %	1,82		2,54		4,13	

Tabla 18 Contenido Del agua



Teniendo como resultado un CBR de 13.63% al 90% de su máxima densidad para este tipo de material.

Tabla 19 Curvas de penetraciòn

Capitulo 4

4. Consideraciones para diseño de pavimento

Se deben considerar ciertos aspectos al momento de realizar un diseño de pavimento, tales como:

El transito.- Para todo tipo de estructura es factor determinante el reconocer las cargas que soportara la misma, en este caso es de interés para el dimensionamiento de las capas del pavimento las cargas más pesadas por eje esperadas en el carril de diseño durante el periodo de diseño proyectado. Son de fundamental importancia para el cálculo las repeticiones de las cargas del tránsito y la acumulación de deformaciones sobre el pavimento.

La subrasante.- Las dimensiones que vayan a tener las capas del pavimento van a depender en gran medida de la calidad de subrasante que se tenga, ya sea para un pavimento rígido o flexible. Se debe considerar la sensibilidad del suelo a la humedad en lo que respecta a la resistencia y a eventuales variaciones de volumen.

El clima.- El factor climático que afecta en mayor medida a un pavimento es la lluvia, ya que con las lluvias los niveles freáticos se elevan e influyen en la resistencia de la subrasante como también en la compresibilidad y en cambios volumétricos de la misma.

Los materiales disponibles.- Se deben considerar agregados disponibles en canteras del área, que presenten en su producto material de la calidad requerida, con la deseada homogeneidad, considerar las facilidades de explotación y el precio, condicionado en gran medida por la distancia de acarreo.

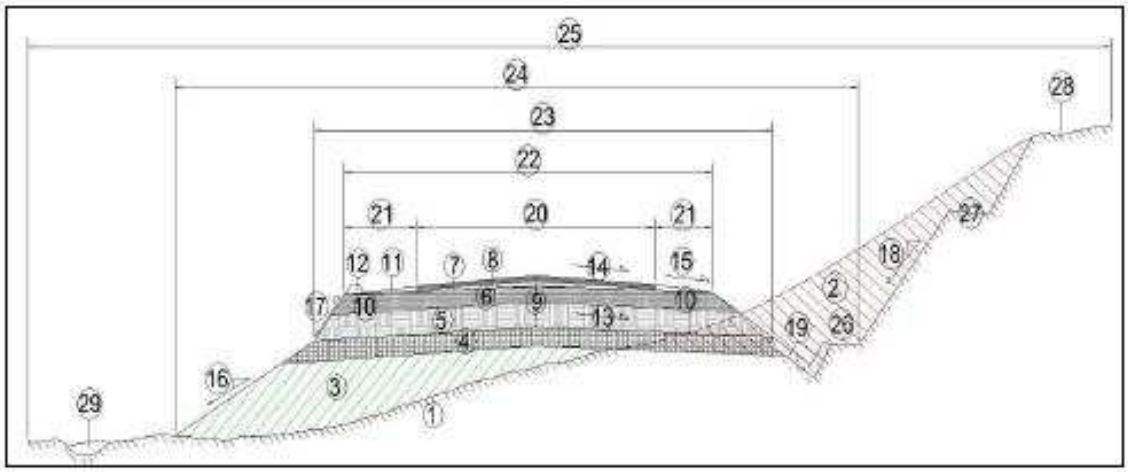
4.1. Tipo de Pavimento

Básicamente en nuestro medio los pavimentos están clasificados en: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Aunque también existen soluciones

intermedias denominados pavimentos semirrígidos o combinados.

4.1.1. Pavimentos flexibles

Este pavimento está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbasEn la siguiente figura se muestra un corte típico de un pavimento flexible:



1. Terreno natural
2. Excavación o corte
3. Terraplén
4. Sub-rasante mejorada
5. Sub-base
6. Base
7. Base asfáltica
8. Capa de rodadura
9. Estructura del pavimento
10. Berma
11. Capa de protección de la berma
12. Bordillo
13. Pendiente transversal de la sub-rasante
14. Pendiente transversal de la calzada
15. Pendiente transversal de la berma
16. Talud del terraplén
17. Talud del pavimento
18. Talud de corte
19. Taludes de la cuneta
20. Ancho de la calzada
21. Ancho de la berma
22. Ancho de la corona
23. Ancho de la sub-rasante
24. Ancho útil de explanación
25. Derecho de zona
26. Sobre banqueo
27. Terraza
28. Canal o zanja de coronación
29. Zanja de drenaje (avenamiento).

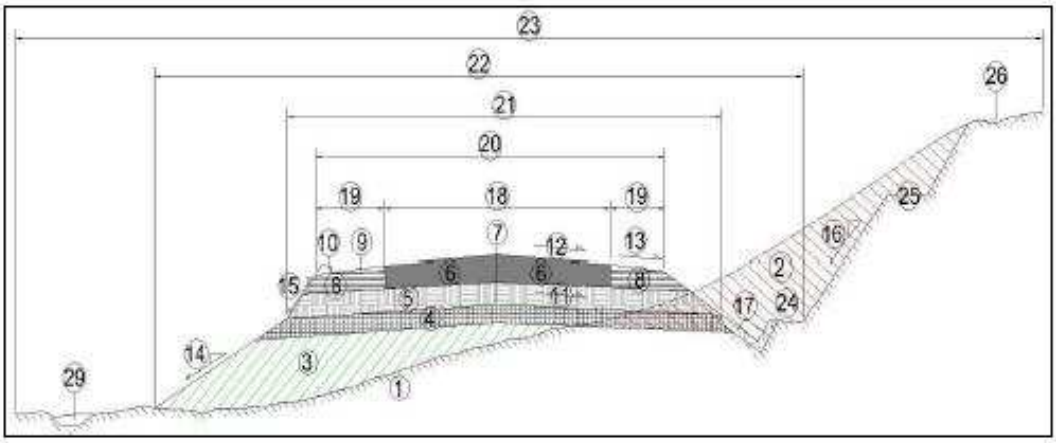
Gráfico 11Seccion tipica de un pavimento flexible

Montejo Fonseca

4.1.2. Pavimento rígido

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por losas de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. (Monteja, 2015, pág. 34)

En la siguiente figura se muestra un corte típico de un pavimento rígido



1. Terreno natural
2. Excavación o corte
3. Terraplén
4. Sub-rasante mejorada
5. Sub-base
6. Losas de concreto hidráulico
7. Junta longitudinal
8. Berma
9. Capa de protección de la berma
10. Bordillo
11. Pendiente transversal de la sub-rasante
12. Pendiente transversal de la calzada
13. Pendiente transversal de la berma
14. Talud del terraplén
15. Talud del pavimento
16. Talud de corte
17. Taludes de la cuneta
18. Ancho de la calzada
19. Ancho de la berma
20. Ancho de la corona
21. Ancho de la sub-rasante
22. Ancho útil de explanación
23. Derecho de zona
24. Sobre banqueo
25. Terraza
26. Canal o zanja de coronación
27. Zanja de drenaje (avenamiento).

Gráfico 12 Seccion tipica de un pavimento rìgido

Montejo Fonseca

4.2. Identificación de materiales para las capas del pavimento

Los materiales necesarios para este trabajo pueden ser explotados fuera de los límites del proyecto o provenir de las excavaciones de las plataformas del camino. Los áridos de necesitan ser tratados, pero se los tamizara para separar las partículas gruesas que salgan de los limites granulométricos.

Los áridos gruesos deben tener un desgaste a la abrasión máximo del 50% y consistirán en partículas resistente y durables, por su lado los áridos finos consistirán en un mezcla de arena y arcilla o limo libre de material orgánico vegetal; la fracción que pase el tamiz No 40 debe contar con índice de plasticidad máximo de 9 y su límite liquido no mayor a 3. La fracción que pase el tamiz No 200 no deberá ser mayor que las dos terceras partes de la fracción que pasa el tamiz No 40.

Sub-base

La formación de esta capa de pavimento consiste en la construcción (provisión, mezclado, colocación, humedecimiento o areacion, extensión y conformación, compactación) de capa o capas de sub-base compuestas por agregados obtenidos mediante procesos de trituración o cribado, cumpliendo con los requerimientos especificados en la sección 816 Sub-base de áridos NEVI. Esta capa se colocara por encima de la sub-rasante o capa de mejoramiento.

Materiales.-Las sub-base se clasifican tomando en cuenta los materiales a emplearse y al tipo de pavimento del cual forman parte. La clase de sub-base que se deberá utilizar en obra será determinada en los planos de detalle. Deben ser materiales limpios, sólidos y resistentes, libres de polvo, suciedad u otros materiales extraños.

Ensayos.- De acuerdo al tipo de sub-base que se emplee se deben verificar las siguientes especificaciones: tener un coeficiente de desgaste menor del 50% de acuerdo al ensayo de abrasión AASHTO T-96 que se realiza en la “máquina de los ángeles”. La parte de material que pase el tamiz No 40 debe presentar un

índice de plasticidad menor o igual a 6 y un límite liquido máximo de 25. Debe tener un CBR mayor o igual a 30%. La granulometría se comprobara de acuerdo a la siguiente tabla.

TAMIZ		SUBBASE CLASE 1		SUBBASE CLASE2		SUBBASE CLASE 3	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
3"	76.2 mm						100
2"	50.4 mm	-	-		100		-
1 1/2"	38.1 mm		100	70	100		-
N° 4	4.75 mm	30	70	30	70	30	70
N° 40	0.425 mm	10	35	15	40		-
N° 200	0.075 mm	0	15	0	20	0	20

Tabla 20 Porcentaje que pasa a traves de los tamices de malla cuadrada para sub-base

Ministerio de tranporte y obras publicas

Base

Descripción.- Consiste en la construcción de capa o capas de base compuestas por agregados cribados o triturado parcial o totalmente, que son estabilizados con agregados finos seleccionados. La base granular se coloca sobre la capa de sub-base terminada, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Materiales.-Los planos determinaran la clase y tipo de base que se utilizara en la construcción del proyecto vial, en concordancia con el tipo de vía y la utilización. A continuación se presenta una tabla con las recomendaciones para el uso de los diferentes tipos de materiales de base.

MATERIAL MODIFICADO	TIPO DE CARRETERA	N° CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso princimalmente en aeropuertos y carrteras con intenso nivel de tráfico	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65. Se incluye franja central desde 2 a 4m	2 a 6	8.000 50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de trafico.	2 a 4	1.000 - 8.000
BASE CLASE 4	Caminos vecinales	2	<1.000

Tabla 21 Recomendaciones para uso de material de base

Ministerio de transportes y obras publicas

En todo caso, el índice de plasticidad del material que pase el tamiz No 40 debe ser menor que 6 y su límite liquido menor de 25. EL coeficiente de desgaste por abrasión menor al 40% y el valor del soporte de CBR igual o mayor al 80%. Para este diseño se consideró una base clase 3, y sus especificaciones se presentan a continuación

TAMIZ		SUBBASE CLASE 3	
		Mín.	Máx.
2"	50 mm		100
1"	25 mm	70	100
3/8"	19 mm	60	90
3/4"	9.5 mm	40	75
N° 40	4.75 mm	30	60
N° 10	2 mm	15	45
N° 40	0.425 mm	10	30
N° 200	0.075 mm	0	15

Tabla 22 Porcentaje en peso que pasa a traves de los tamices de malla cuadrada para sub-base clase 3

MInisterio de transporte y obras publicas

Carpeta asfáltica

Descripción.- Este trabajo consiste en la construcción de la capa de rodadura de hormigón asfaltico constituido por agregados de trituración de una granulometría determinada, relleno mineral si es necesario y material asfaltico diluido, los cuales se mesclan en caliente en una planta central.

La subrasante

Tomando en cuenta los resultados obtenido de los ensayos de granulometría y con la Clasificacion de suelos de AASHTO, tenemos un suelo de grupo A-5, por lo que es considerado como un terreno regular.

4.2.1. Cargas de transito

Sobre una vía o carretera se desplazan o transitan principalmente vehículos, por lo que se hace necesario la determinación de los efectos producidos por las cargas vehiculares sobre el pavimento. (Corro, 2014, pág. 84) La evaluación de este efecto se torna algo complejo ya que el transito sobre una vía es muy mezclado, por lo que se consideran los siguientes factores:

- Diferente tipos de vehículos
- Diferentes magnitudes de carga por eje
- Diferentes configuraciones de ejes
- Diferentes presiones de contacto neumático-pavimento
- Diferente velocidad vehicular.

Tipos de vehículos

Se pueden clasificar en livianos, medianos y pesados.

Vehículo liviano.- Se consideran livianos a aquel vehículo tipo automóvil o derivado de este, con capacidad para transportar hasta 12 pasajeros.

Vehículo mediano.- Se consideran medianos a aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860kg, peso neto vehicular es menor o igual a 2 724kg y cuya área frontal no exceda de 4.18m^2. Este vehículo está diseñado para:

- Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo.

- Transportar más de 12 pasajeros
- Ser utilizados fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

Vehículo pesado.- Se consideran pesados a aquel vehículo cuyo peso bruto vehicular sea superior a 3 860kg, o cuyo peso neto vehicular sea superior a 2 724kh, o cuya área frontal exceda de 4,18m^2.

4.2.2. Diferentes magnitudes de carga por eje

En nuestro país se puede encontrar en las normas NEVI 12,2013, págs. 39,40 una tablas demostrativas de pesos y dimensiones máximas permitidas dependiendo del vehículo. A continuación se presenta un gráfico ilustrativo de las diferentes magnitudes de carga por eje.

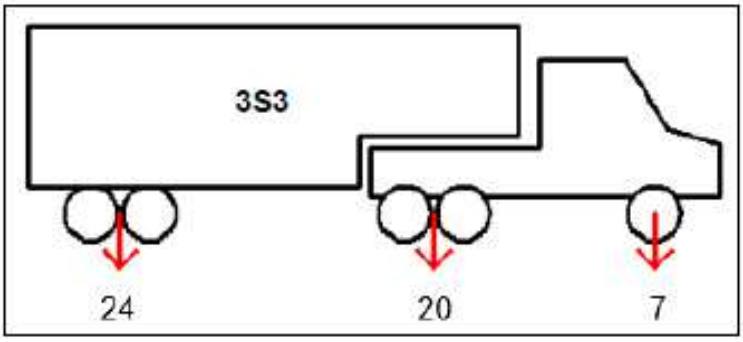


Gráfico 13 Diferentes magnitudes de cargas pore je

Elaborado por autores

4.2.3. Configuraciones de ejes

Para el diseño del espesor del pavimento se lo realiza considerando la carga de una rueda simple. En caso de que existan cargas de ejes con ruedas múltiples sobre el pavimento se deberán convertir a una carga de una llanta por medio del factor (ESWL), para que el método sea aplicable.

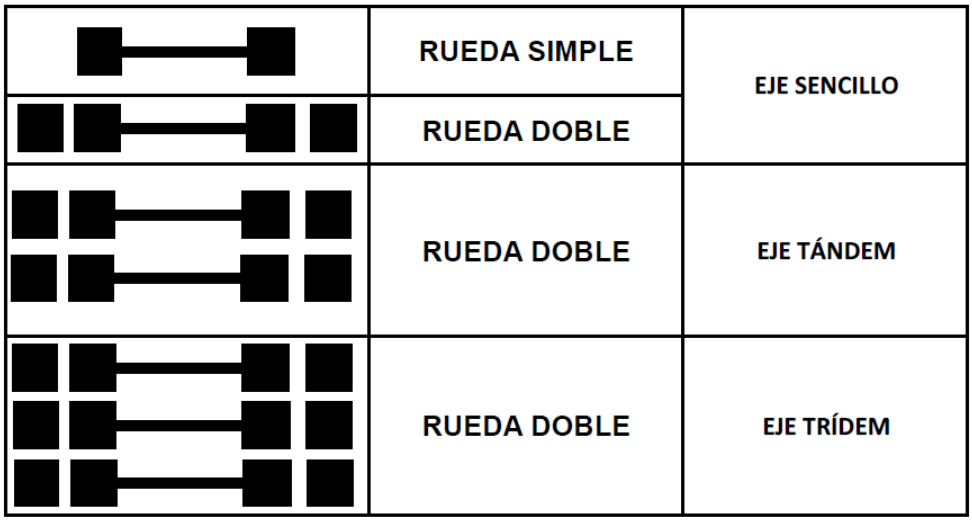


Gráfico 14 Configuracion de ejes convencionales
Elaborado por autores

4.2.4. Presiones de contacto

Las presiones de contacto son de mayor importancia en la carpeta de rodadura ya que si las presiones de inflado y contactos son altas, se requerirán materiales de mejor calidad en la composición de la capa asfáltica.

4.2.5. Velocidad vehicular.-

Cuando un vehículo transita a mayor velocidad por una vía el tiempo de aplicación de su carga se reduce, por ende al incrementar la velocidad de los vehículos las magnitudes de las deformaciones se reducen

4.2.6. Trafico De Diseño

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este período, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dado en vehículos por día:

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

Tránsito promedio diario mensual (TPDM)
Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

4.2.6.1. Trafico actual

Es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es el tráfico que utiliza la carretera en el presente.

Trafico futuro o proyectado

El pronóstico del volumen y composición se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 20 años

4.2.6.2. Tráfico generado

Es el que se origina por las novedades que ofrece una nueva carretera a las mejoras en una existente. Es decir, el uso de carretera a las mejoras en una existente, el uso de la carretera por novedad antes que por necesidad

4.2.6.3. Tráfico desviado

Es el tráfico atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada en acción de ahorros, en tiempo, distancia, o costos.

En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera.

4.2.7. Metodología del Estudio de Tráfico

La metodología para la determinación de los volúmenes de tráfico se basó fundamentalmente en la realización de aforos de tránsito en los tramos de vía,

para estos aforos se ubicó las estaciones de conteo volumétrico en sitios estratégicos. (Badillo, 2015, pág. 23)

El aforo de tráfico, se lo realizó mediante el conteo manual de los vehículos que transitan por la vía de ingreso al Barrio “La Revancha”.

Para elaborar el estudio del TPDA, se eligió el conteo de los automotores que circulan por las vía seleccionada e indicada anteriormente. EL conteo se lo realizo en un periodo de tiempo de 3 días de una misma semana. Este conteo se dio en el mes de Enero del año 2017, en su cuarta semana.
Resultados de los conteos

El principal resultado de los conteos volumétricos de tráfico es la obtención del Tráfico Promedio Diario Anual, TPDA, junto con este se tiene la composición del tráfico que circula en el tramo en estudio.

4.2.8. Proyecciones de tráfico

Para realizar las proyecciones de tráfico, debido a que no se dispone de un banco de datos históricos de tráfico por tratarse de una ruta nueva , se determinaron tasas de crecimiento que permitan determinar las tendencias de tráfico , utilizando otras variables que están relacionadas con el crecimiento vehicular como son:

- Producto Interno Bruto (PIB) del Transporte
- Parque automotor
- Crecimiento poblacional

La metodología se sustenta en la relación directa que existe entre el crecimiento global del país y la población con el crecimiento del tráfico vehicular.

4.2.9. Proceso de cálculo del tpda.

Se han efectuado observaciones de campo o aforos que tuvieron una duración de tres días intercalados en la semana y con ello se tiene información

del tráfico semanal existente. Se ha efectuado el tipo de conteo manual, identificando claramente la composición de tráfico que se genera en la zona de studio

La reclección de datos se realizó durante tres días de una semana, empezando el día martes 24, jueves 26 y sábado 28 de enero del 2017, en horario desde las 6:00.AM Hasta las 18:00PM.

DIAS	AUTOS	CAMIONETAS	FURGONETAS	BUSES	CAMIONES	
					DOS EJES	TRES EJES
MARTES	216	81	19	24	8	3
JUEVES	223	89	21	24	6	4
SABADO	215	93	23	24	3	2
TOTAL	654	263	63	72	17	9
	980			98		
	TOTAL LIVIANOS			TOTAL PESADOS		

Tabla 23 Volumen de vehículos.

Conversion a vehiculos de diseño

Se debe convertir todo el volumen de transito contabilizado a un solo vehículo de diseño de modo que todos compartan la misma carga promedio. Nuestro vehículo de diseño equivaldrá a cuatro vehículos livianos. Vehículos pesados equivaldrá a un vehículo de diseño, y un doble tráiler equivale a dos y medio vehículos de diseño.

	TOTAL LIVIANOS	TOTAL PESADOS
	980	98
FACTOR DE CONVERSION	0,25	1
VEHICULOS DE DISEÑO	245	98
VEHICULOS POR DIA	82	33
TOTAL PESADOS+ LIVIANOS	114	

Tabla 24 Conversion a vehiculos de diseño

4.2.10. Tráfico Futuro.

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo.

Estimaciones de crecimiento en la generación de viajes

Para este análisis, se consideran los datos reportados por la INEC sobre la variación del PIB en el Ecuador, de la población nacional y del parque automotor a través del tiempo (PIB Transporte).

Crecimiento de Población.

En la Tabla que se muestra a continuación contiene las cifras de la tasa de crecimiento poblacional desde el año 2001 al año 2010 del Ecuador según el INEC, el promedio de crecimiento de la población del ecuador es de 1,4.

Población	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ecuador	2,04	4,3	1,5	1,91	1,03	1,24	1,5	1,55	0,94	1,5	1,47	1,44	1,42

Tabla 25 Tasas de crecimiento poblacional 2001-2010
INEC

Crecimiento de parque automotor

En la tabla que se muestra a continuación contiene las cifras del crecimiento de transporte desde el año 2003 al año 2012 fuentes obtenidas del I.N.E.C.(Ecuador). Como se puede apreciar en el Ecuador en los años 2010 y 2011, se obtuvo un incremento considerable debido a programas como RENOVA, vehículos exonerados por sectores de transporte de pasajeros como taxis y busetas y ecológico, para el año 2012 disminuyo a un promedio de 6.2 % debido a las restricciones que implemento el gobierno.

CRECIMIENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR				
AÑOS	Cifras	Resta	% Crecimiento	Promedio
2003	723.176			

2004	764.086	40.910	5,35%	
2005	867.666	103.580	11,94%	
2006	961.556	93.890	9,76%	
2007	920.197	-41.359	-4,49%	
2008	989.039	68.842	6,96%	
2009	905.651	-83.388	-9,21%	
2010	1.171.924	266.273	22,72%	
2011	1.418.339	246.415	17,37%	
2012	1.509.458	91.119	6,04%	
Total			66,45%	7,38%

Tabla 26 Indices de crecimientos automotriz 2003-2012
INEC

Como resultado el porcentaje de incremento promedio del parque automotor estaría en el orden del 6.1% para el Ecuador.

4.2.11. Crecimiento de PIB de Transporte

Se muestra a continuación contienen las cifras del crecimiento del PIB de Transporte entre los años 2003 al año 2012 en el Ecuador (fuente Banco Central del Ecuador), como podemos apreciar, se deduciría que ha existido un crecimiento promedio anual 4.63% desde el 2003, en el aspecto del transporte nacional.

CRECIMIENTO DEL PIB DEL TRANSPORTE		
AÑOS	PIB	Promedio
2003	2,2	
2004	2,1	
2005	2,5	
2006	5,5	
2007	2,0	
2008	5,5	
2009	6,5	
2010	2,1	
2011	7,4	
2012	5,7	
Total	41,7	4,63

Tabla 27 Indices de crecimiento del PIB de transporte 2003-2012
Banco central del Ecuador

4.2.12. Proyecciones por Indicadores

En la Tabla Nª se muestra los índices promedio, los pesos ponderados de cada uno y el porcentaje estimado para un cálculo de las proyecciones. El índice de la población del ecuador muestra un promedio de 1.4% y se considera el de mayor incidencia por lo que representa el ser humano como eje motor de toda actividad por lo tanto se le otorga un peso del 70%

Por su lado, el índice de crecimiento del parque automotor muestra un promedio del 7.38% en el Ecuador. Este se basaría en el número de vehículos nuevos matriculados en el parque automotor y este índice puede crecer o decrecer por factores de matriculación como se observa en la tabla 7.3, este crecimiento está sujeta a la situación económica del país, la misma que está sujeta a situaciones externas por lo que se otorga un peso del 10%.

Respecto al índice del PIB de Transporte, este indicador muestra un promedio de 4.63% para el Ecuador al cual se le ha dado un peso del 20%, este refleja un crecimiento o decrecimiento de la producción o los servicios de transporte a nivel nacional. Se estima que este indicador está en continuo crecimiento y no depende del factor como matriculación que a diferencia del índice de Parque Automotor puede tener una disminución por factores exógenos.

TASA PONDERADA DE CRECIMIENTO			
ÍNDICES	**PROMEDIO**	**PESO**	**%**
Población	1,4	70.00%	0,98
Parque Automotor	7,38	10.00%	0,738
PIB Transporte	4.63	20.00%	0,926
Total			2,644

Tabla 28 Ponderacion de los indicadores de crecimiento
Elaborado por autores

4.2.13. Calculo Del TPDA Proyectado

Los datos obtenidos en la tabla de Trafico Generado y proyectado a 20 añ

os considerando la tasa poderada de crecimiento 2,644 y que esta generalizado para todo tipo de vehículo, guardan similitud con los calculos de trafico utilizand o las Tasas de Crecimiento Anual de Tráfico Vehicular recomendadas por el MT OP, considerando este aspecto y tomando en cuenta que las tasas permiten un a distribución vehicular no generalizada si no por clasificación de vehículo, se u tilizó la mencionada tabla para la asignación del TPDA del proyecto.

Para determinar el TPDA, se usara la siguiente ecuación:

$$TPDA = Tp + TD + td + TG$$

Donde:

Tp=Trafico proyectado

TD=Trafico desarrollado

Td=Trafico desviado

TG=Tráfico generado

Trafico proyectado Tp

$TP = Ta * (1 + i)^n$ Donde n=20 años (periodo de proyección)

$$Tp = 114 * (1 + 2{,}64\%)^{20}$$

$$Tp = 192\ VEHICULOS$$

Trafico desarrollado

$$TD = Ta * (1 + i)^{n-3}$$

$$TD = 160\ vehiculos$$

Trafico desviado

$$Td = 0{,}20 * (Tp + TD)$$

$$Td = 71\ vehiculos$$

Tráfico generado

$$TG = 0{,}25 * (Tp + TD)$$

$$Td = 88\ vehiculos$$

Tendríamos entonces un TPDA de:

$$TPDA = Tp + TD + td + TG$$

$$TPDA = 511\ vehiculos$$

4.2.14. Distribución vehicular por dirección.

Por lo general el transito que circula en una vía no es siempre igual en

ambos sentidos, es decir los mayores flujos de vehículos se dan de mañana en un sentido y en la tarde en el otro sentido. Para este proyecto se considerara un coeficiente de 0.5 por ser una vía en dos sentidos y asumiendo que el mismo flujo transita en ambos sentidos.

4.2.15. Distribución vehicular por carriles.

Es conveniente tomar en cuenta que para efectos del dimensionamiento de un pavimento interesa solamente el transito que pasa por un carril, al que se denominara carril de diseño, que es aquel por el cual se espera que circulen el mayor volumen de vehículos pesados, y para su determinación deben utilizarse los siguientes valores

NÚMERO DE CARRILES	PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50
4	45
6 o más	40

Tabla 29 Reparticion del transito
Ministerio de transporte y obras publicas

4.2.16. Distribución vehicular por tipo de vehículo

A continuación se presentan los tipos de vehículos de diseño proporcionados por el MTOP que son equivalentes a los encontrados en AASHTO:

- Vehículo liviano (A).-Para motocicleta se considera A1, y A2 para automóviles.
- Buses y busetas (B).-Sirven para transportar pasajeros en forma masiva.
- Camiones(C).-Usados para el transporte de carga, pueden ser de dos ejes (C-1), camiones o tracto-camiones de tres ejes (C-2) y también de cuatro, cinco o más ejes (C-3).
- Remolques (R).-Con uno o dos ejes verticales de giro y una unidad completamente remolcada, tipo tráiler o tipo Dolly.

Crecimiento vehicular

Se debe determinar las tasas de crecimiento en función del TPDA para poder así calcular la cantidad acumulada de vehículos que transitaran durante el periodo de diseño.

Método para diseño de pavimento a utilizar

El método de diseño que se utilizara en el presente proyecto será el Método AASHTO-93, para pavimentos flexibles.

Método AASHTO-93

El método actual AASHTO-93, describe detalladamente los procesos a utilizar en el diseño de la sección estructural de los pavimentos flexibles y rígidos de carreteras, estableciendo para el caso de pavimentos flexibles, que la carpeta de rodadura se resuelve solamente con concreto asfaltico y tratamiento superficial, pues asume que tales estructuras soportan niveles significativos de tránsito (Mayores a 50000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 ton durante el periodo de diseño), excluyendo pavimentos ligeros para tránsitos menos al citado, como son los caminos revestidos o de terracerías.

El método descrito se basa en las ecuaciones originales AASHTO que datan de 1961, producto de las pruebas de Ottawa, Illinois.

4.2.17. Diseño de Pavimento

Confiabilidad

Es la probabilidad de que una sección diseñada se comporte satisfactoriamente bajo condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño. El factor de confiabilidad toma en cuenta variaciones al azar tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por tanto proporciona un nivel predeterminado de confianza (R) en que ambos tramos de pavimento sobrevivirán al periodo de diseño para el cual fueron diseñados.

A continuación se muestra una tabla con niveles de confiabilidad recomendadas, para clasificaciones funcionales diferentes.

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIANZA	
	URBANA	RURAL
Autopistas interestatales y otras	85 -99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

Tabla 30 Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Para este proyecto se escogerá un valor de confiabilidad del 80%.

Serviciabilidad

Es la idoneidad que tiene un pavimento para servir a la clase de transito que va a circular en él. Se lo evalúa a través del índice de servicio presente (PSI), que va desde 0 para carreteras imposibles y hasta 5 en carreteras perfectas. La idea básica del diseño es el concepto de comportamiento y de la capacidad de servicio, lo que brinda un medio para diseñar el pavimento en base a un volumen específico del tránsito total, y con un nivel mínimo de servicialidad deseado al final del periodo de diseño.

La AASHTO sugiere un índice de 2.5 para las autopistas y vías principales y 2.0 para las demás carreteras. Este es el valor más bajo que puede tomarse antes de que se deba intervenir con una reparación el pavimento.

Estableciendo que la servicialidad de un pavimento (Pt) depende del tránsito y del índice de servicio inicial (Po), se debe definir este último, el cual en el ensayo de AASHTO queda determinado con un valor de 4.2 para pavimentos flexibles. Teniendo determinado Po y Pt, se aplica la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = Po - Pt$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

Desviación estándar

AASHTO recomienda los siguientes valores que se presentan a continuación:

VALORES ZR EN LA CURVA NORMAL		VALORES DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)	
CONFIABILIDAD (R)	ZR	Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tránsito)	Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tránsito
80	-0.841	0.25	0.35 - 0.50
85	-1.037		
90	-1.282		

Tabla 31 Valores de desviacion Estandar
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

El error combinado (So), para pavimentos flexibles el error normal combinado se estima en 0,45

Periodo de análisis

Es análogo al periodo de diseño, es decir que es el transcurso de tiempo que cualquier estrategia de diseño debe cubrir. En la siguiente tabla se muestra valores para un periodo de diseño recomendados por AASHTO en función de las condiciones del camino.

CONDICIONES DEL CAMINO	PERÍODO DE ANÁLISIS (AÑOS)
Alto Volumen Urbano	30 - 50
Alto Volumen Rural	20 -50
Bajo Volumen Pavimentado	15 -25
Bajo Volumen Revestido	10 - 20

Tabla 32 Periodos de analisis recomendado por AASTHO
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Se escogerá un periodo de análisis de 20 años.

Procedimiento de cálculo

Una vez establecidos los datos se procede a calcular las capas del pavimento flexible.

DATOS

Confiabilidad: 80%
Servicialidad: 2,2

Desviacion estandar: 0,45
Periodo de diseño: 20años

Calculo del factor de crecimiento del tráfico (FCT)

Para la proyección futura del tránsito se utilizara el modelo exponencial, expresado en la siguiente formula

$$FCT = \frac{[(1+i)^n - 1]}{i}$$

Donde

FCT= Factor de crecimiento del trafico

i= Tasa de crecimiento

n= Periodo de diseño

Se tomara para la tasa de crecimiento el valor de 2.64% que fue calcula en base al crecimiento poblacional, vehicular y PIB de vehículos.

$$FCT = \frac{[(1+0.02644)^{20} - 1]}{0.02644} = 25{,}86$$

Carga equivalente

Con el fin de evaluar el efecto en un pavimento flexible, de las cargas diferentes a la estándar de 8.2 toneladas, equivalente a un tándem de 14.5 toneladas, se han establecido factores de equivalencia por eje, que se han obtenido a partir de resultados del AASHTO ROAD TEST. Los resultados obtenidos en este test han permitido definir que la equivalencia entre cargas diferentes transmitidas al pavimento por el por el mismo sistema de ruedas y ejes se expresa como

$$Factor\ de\ equivalencia\ de\ carga = (\frac{P1}{Po})^4$$

Donde

Po=Carga estándar

P1= Carga cuya equivalencia con la estándar se desea establecer

Las cargas por ejes del vehículo 3s3 se exponen en la siguiente tabla

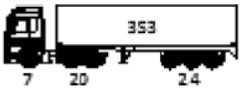
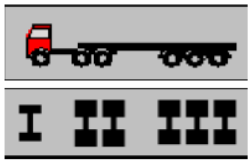
TIPO	DISTRIBUCION MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRPCIÓN		PESO BRUTO MÁXIMO	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS
3S3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUES DE 3 EJES	48 TN	20.2 2.6 4.3

Tabla 33 Peso y dimensiones del vehiculo tipo 3s3

$$Fss = (\frac{P1}{Po})^4 = (\frac{7}{6.6})^4 = 1.265 \gg FQE\ para\ eje\ sencillo\ de\ rueda\ simple$$

$$Fst = (\frac{P1}{Po})^4 = (\frac{20}{15})^4 = 3.160 \gg FQE\ para\ eje\ tandem\ rueda\ doble$$

$$Ftr = (\frac{P1}{Po})^4 = (\frac{24}{23})^4 = 1.186 \gg FQE\ para\ eje\ tridem\ rueda\ doble$$

$$FQE = Fss + Fst + Ftr \gg Factor\ de\ carga\ equivalente\ total$$

$$FQE = 1.265 + 3.160 + 1.186 = 5.611$$

Distribución del tránsito por carril (FDT)

Se tomara el 100% para un sentido de circulación de un carril

Numero de ejes equivalentes De 8.2 toneladas en el carril de diseño y durante el periodo (n) de diseño

. Para determinar el número de ejes equivalentes de 8.2ton en el carril de diseño y durante el periodo (n) de diseño nos apoyaremos en la siguiente ecuación proporcionada por el MTOP:

$$N = TPDAo \times FDT \times FQE \times FCT \times FRS \times 365$$

Donde:

N=número de ejes equivalentes

TPDAo= Trafico promedio diario anual inicial

FDT= Factor de distribución de tráfico por carril

FQE= Factor de carga equivalente total

FCT= Factor de crecimiento de trafico

FRS= Factor de reparto por sentido

Sustituyendo valores obtenemos:

$$N = 114 \times 1.00 \times 5.611 \times 25{,}86 \times 0.5 \times 365 = 3018815$$

$$= 3{,}02X10^6\ ejes\ equivalentes$$

Selección de CBR de diseño para una sección típica

El CBR de diseño se establece como el promedio de las cuatro perforaciones realizadas al eje del camino, como queda establecido a continuación:

Calicata	Valor de C BR
0+000	13,63
0+500	12,56
1+000	12,81
1+500	8,2
Promedio	**11,8**

Tabla 34 *Valor de CBR*

Módulos resilientes

El módulo resiliente o modulo elástico (Mr) es la base para caracterizar los materiales de subrasante, para determinar este módulo se han establecido ecuaciones de correlación partiendo de resultado de otros ensayos, ya que los equipos para determinar dicho modulo es de difícil adquisición. Las ecuaciones de correlación son las siguientes:

$$Mr(psi) = 1500 \times CBR; para\ CBR < 7.2\%$$

$$Mr(psi) = 3000 \times CBR^{0.65}; para\ CBR\ de\ 7.2\ a\ \ 20\%$$

$$Mr(psi) = 4326 \times In\ CBR + 241; para\ suelos\ granulares$$

El CBR de diseño de este proyecto es de 11.80%, por lo tanto:

$$Mr(psi) = 3000 \times 11.80^{0.65} = 14922.602psi$$

Coeficientes de drenaje

A pesar de la importancia que tiene el drenaje de las aguas en el diseño de carreteras, los métodos corrientes de dimensionamiento de pavimento incluyen con frecuencia capas de base de baja permeabilidad y consecuentemente de difícil drenaje. El método deja en libertad al ingeniero de Diseño para identificar cual nivel o calidad de drenaje se logra bajo una serie especificadas de condiciones de drenaje.

A continuación se presenta las definiciones generales correspondientes, para diferentes niveles de drenaje de la estructura del pavimento

CALIDAD DEL DRENAJE	PORCENTAJES DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD CERCANA A SATURACIÓN				
Condición	Extracción de agua	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	2 Horas	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Buena	1 Día	1.25 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 -1.00	1
Aceptable	1 Semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.8
Pobre	1 Mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy pobre	No Drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

Tabla 35 Definision de la calidad del drenaje
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Para la determinación del drenaje, usaremos los datos obtenidos del IHAMI expuesto en este documento en el capítulo 1 En el caso de este proyecto se considerara una calidad de drenaje buena con periodo de evacuación de un día. EL porcentaje de índice de lluvia será del 25% debido a que en el sector llueve al menos tres meses. En consecuencia tenemos que m=1

Coeficientes de capas

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (ai), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles. Estos permiten convertir los espesores reales a número estructural (SN), donde cada coeficiente es una medida de la capacidad relativa de cada material. El método presenta cinco categorías de estos coeficientes de acuerdo al tipo y función de la capa considerada: concreto asfaltico (a1), base granular (a2), subbase granular (a3), base tratada con cemento y base asfáltica.

- Concreto Asfaltico: Se puede estimar el coeficiente a1 en base al siguiente gráfico, donde en el grafico se debe considerar el módulo resiliente o elástico del concreto asfaltico. En este proyecto se utilizara un módulo resiliente de 360000PSI.

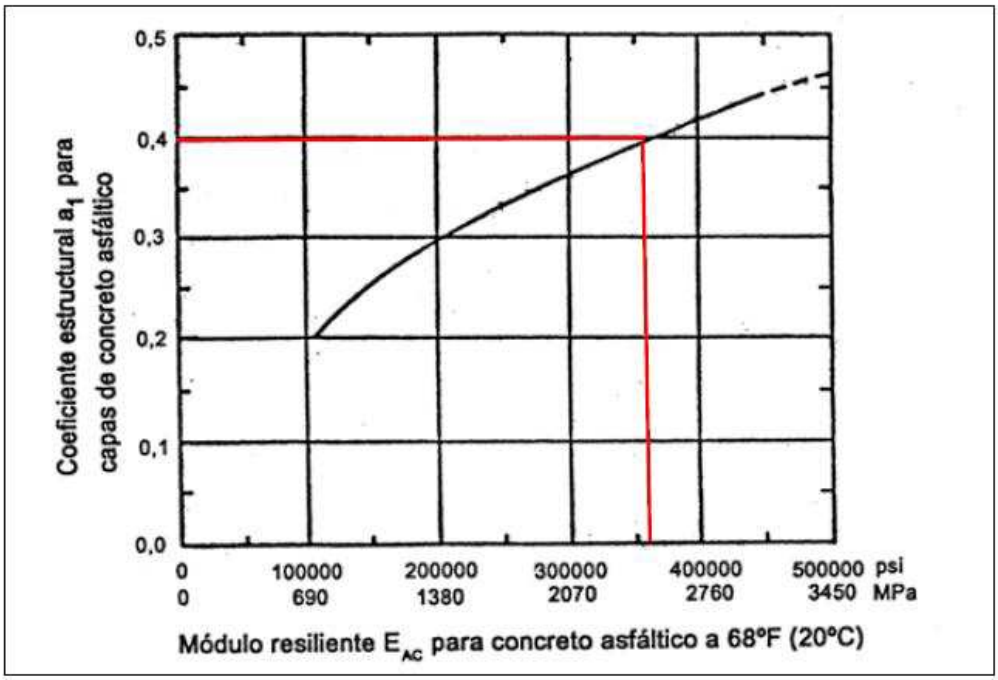


Gráfico 15 Grafica para hallar a_1 en function del modulo resiliente del concreto asfaltico
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Se obtuvo un coeficiente a1=0.4 para el módulo resiliente de 360000 Psi del concreto asfaltico.

- Base granular: Se puede estimar el coeficiente a2 en base al siguiente gráfico, donde en el grafico se debe considerar los resultados de los ensayos de laboratorio sobre un material granular de base. Se considerara para la base un valor de CBR mayor al 80%.

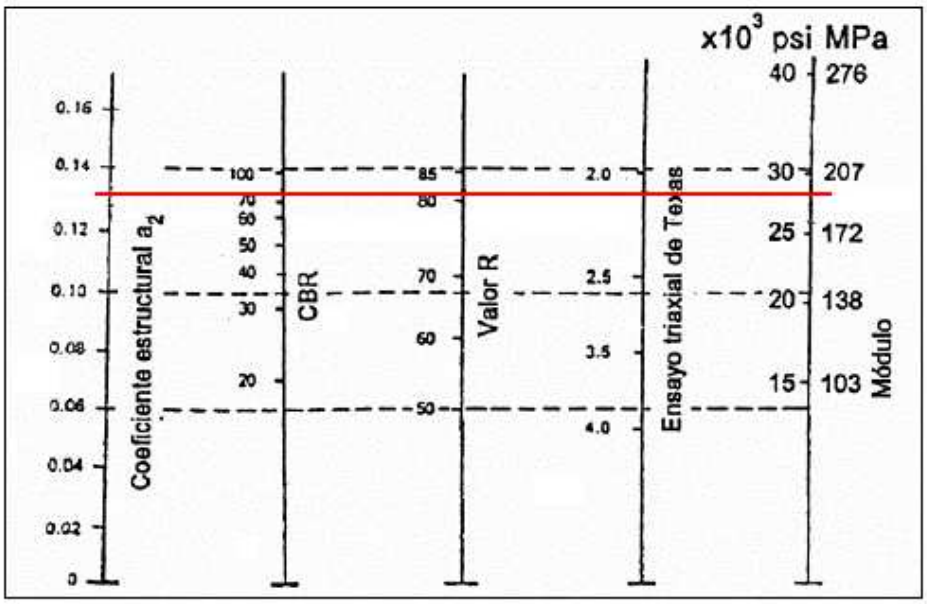


Gráfico 16 Variacion de coeficiente a_2 con diferentes parametros de Resistencia de la base granular
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Con un valor de CBR mayor al 80% de la base granular, se obtiene un coeficiente a2=0.13 y Mr=28000Psi

- Sub-base granular: Se puede estimar el coeficiente a3 en base al siguiente gráfico, donde en el grafico se debe en función de los mismos ensayos para la base granular. Se considerara para la subbase un valor de CBR mayor al 30%.

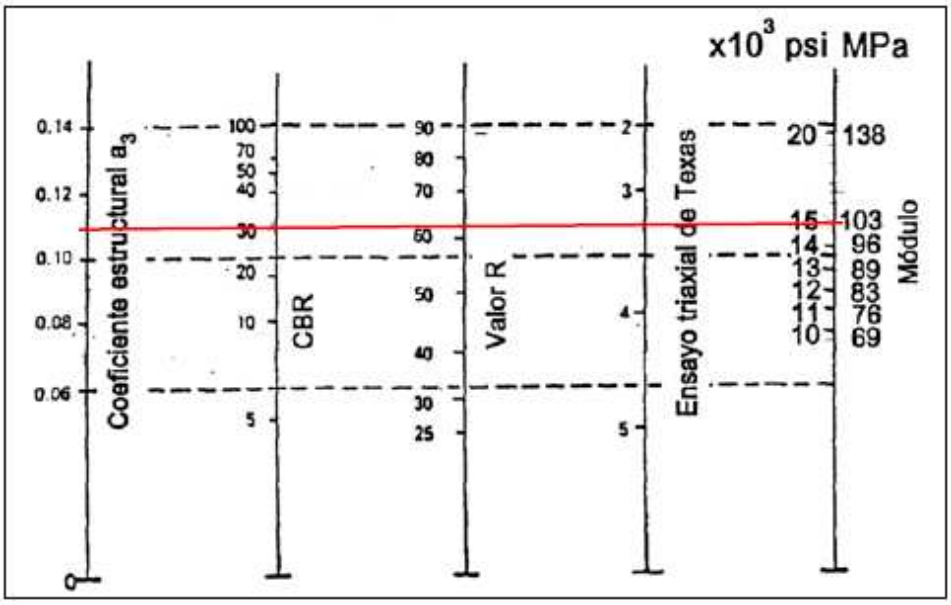


Gráfico 17 Variacion de coeficiente a_3 con diferentes parametros de Resistencia de la sub-base
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Se obtuvo un coeficiente a3=0.11 y Mr=15000Psi, para un CBR de 30%.

Diseño estructural del pavimento

Este método se aplica a vías con un tránsito superior a $0.05x10^6$ ejes equivalentes de 8.2 toneladas, donde la ecuación obtenida para pavimento flexible a partir de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST.

Con los datos obtenidos en los literales anteriores se procederá a calcular el número estructural, basándose en la gráfica de diseño recomendada por la AASHTO.

DATOS	
W18=	3x10^6
R=	80%
So=	0,45
MR=	14922psi
ΔPSI=	2,2

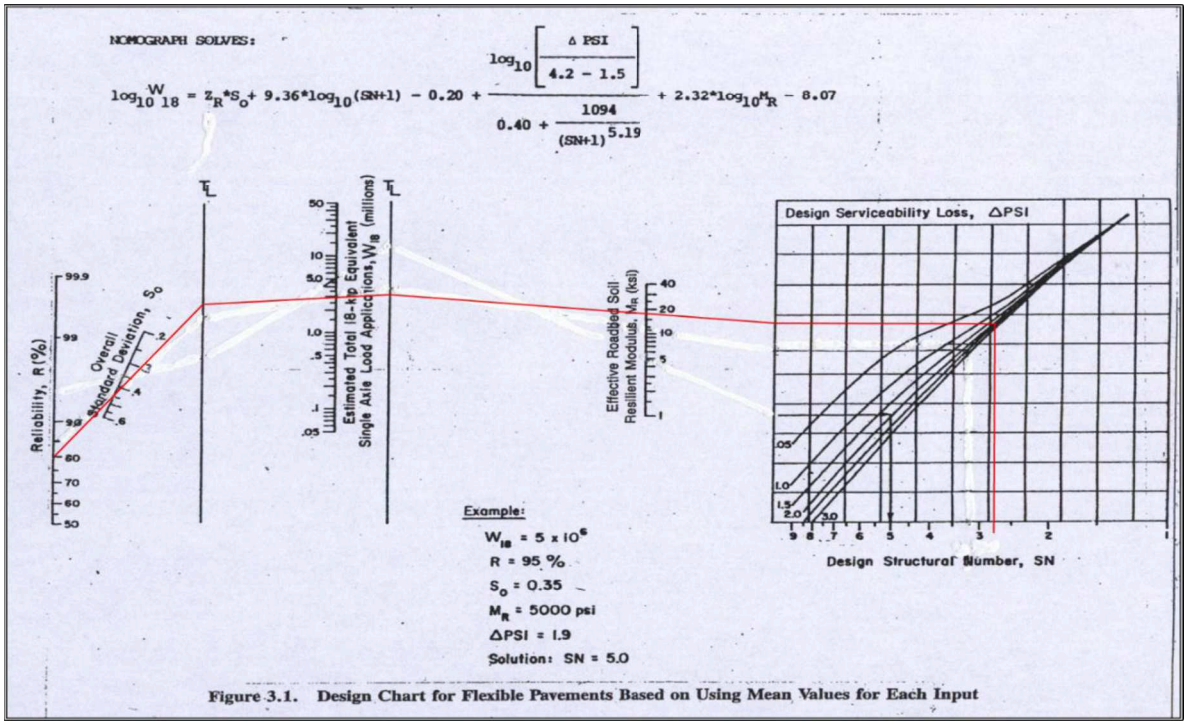


Gráfico 18 Diseño structural de pavimento

Se obtiene como resultado un numero estructural SN=2.75

Selección de los espesores de las capas

Una vez establecido el numero estructural del pavimento, el siguiente paso es determinar los espesores de las capas, las cuales convenientemente combinadas proporcionaran la capacidad portante a dicho SN. La fórmula a aplicar es la que sigue:

$$SN = a1d1 + a2d2m2 + a3d3m3$$

Cabe indicar que esta expresión no conduce a una única solución, sino que presenta muchas soluciones técnicamente válidas. Por lo tanto se debe tener presente que desde el punto de vista de costos, si la relación entre capa 1 y capa 2 es menor que la relación correspondiente de los productos aimi, el diseño optimo económico es aquel que considera un espesor mínimo de base.

Debido a que generalmente es impráctica y antieconómica la colocación de capas de pavimentos muy delgadas, el método recomienda los siguientes espesores mínimos:

Espesores minimos (pulg)		
N°. De ejes equivalente (millones)	Concreto asfáltico	Base granular
<0.05	1.0 o TSD	4
0.05 - 0.15	2	4
0.15 - 0.50	2.5	4
0.5 - 2.00	3	6
2.00 - 700	3.5	6
> 7.00	4	6

Tabla 36 Espesores minimos
AASTHO Guide for desing of pavement structures, 1993

Espesores del pavimento de diseño

Considerando los espesores mínimos descritos anteriormente, se tomara los siguientes espesores para cada una de las capas del pavimento:

SN	=	a1	d1	+	a2	d2	m2	+	a3	d3	m3
2.75	=	0.4	3	+	0.13	6	1	+	0.11	7	1

El número estructural obtenido con los espesores dé cada una de las capas seleccionadas debe ser mayor o igual que el número estructural calculado para el diseño, por lo tanto se tiene:

$$SN\ obtenido \geq SN\ calculado$$

$$2.75 = 2.75$$

EN base a esta comparación se puede decir que los espesores de capas son idóneos y cumplen con la condición. A continuación se ilustra los espesores de capas seleccionados.

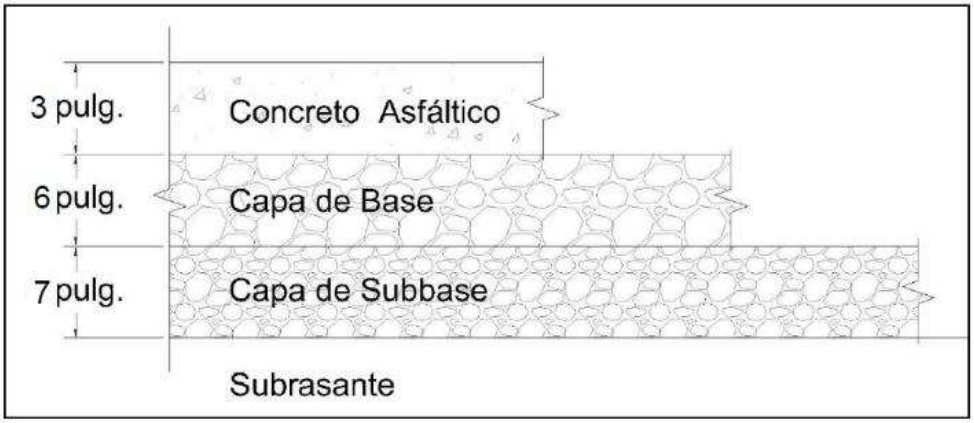


Gráfico 19 Espesores del pavimento de diseño

Elaborado por autores

Capitulo 5

5.1. Diseño del drenaje transversal

En una carretera el drenaje transversal de la misma se lo realiza mediante el uso de alcantarillas, para así permitir el paso natural de cuerpos de aguas en su propio cauce, por lo tanto el caudal fluirá por debajo de las terracerías de la vía sin provocar problemas en las mismas. Las cargas que soportaran las alcantarillas son:

- Capas granulares
- Cargas de transito
- Cargas durante la construcción

Se deben considerar para el diseño de una alcantarilla antecedentes del terreno donde se implantara, tenemos:

- Características topográficas del lugar
- Estudio de la cuenca hidrográfica
- Datos de la crecida

5.1.1. Ubicación de alcantarilla en planta

Existen cuatro casos para la ubicación de una alcantarilla en función de la dirección del cauce del cuerpo de agua y del eje de la carretera, se tiene entonces:

Caso 1.- Se conserva la entrada y salida del canal natural (por lo general si aguas abajo es bastante sinuoso es conveniente hacer una alcantarilla recta). Esta solución da la longitud máxima de alcantarilla.
Caso 2.-La entrada se coloca en el canal natural y la salida se desplaza para tener una alcantarilla casi normal al eje de la carretera.

Caso 3.- La entrada se desplaza de modo que la salida descargue directamente

en el canal natural. Existirán costos adicionales para la construcción y mantenimiento, un mayor diámetro y protección del terraplén de entrada.

Caso 4.- Con este caso no se obtiene un mejoramiento hidráulico, solo se aplicara cuando haya restricciones de espacios para otras soluciones.

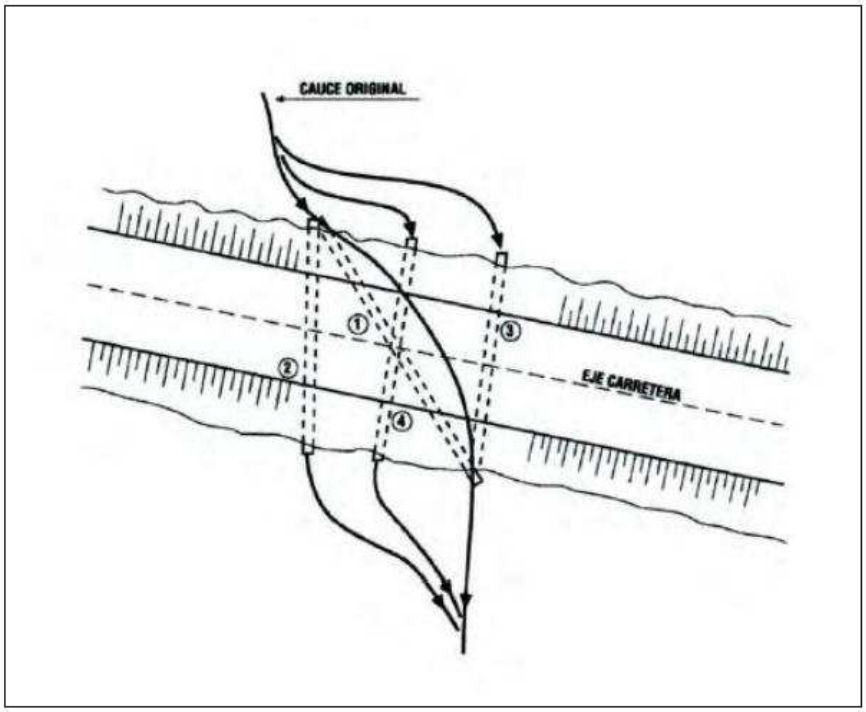


Gráfico 20 Ubicacion de alcantarilla
Ministerio de transporte y obras publicas

5.1.2. Parámetros para el diseño de alcantarillas

Caudal de contribución

Los métodos que existen para calcular el caudal de diseño son muchos, entre ellos tenemos:

- Empíricos.- Sin información: Creager y Lowry
- Semi-empiricos.- Intensidad de la precipitación: Método racional, Vente Chow
- Estadísticos.- Caudales máximos instantáneos, Gumbel Normal.
- Matemáticos.- HCE, HMS, toma en cuenta las características generales de las cuencas de drenaje, uso de suelo, pendiente, precipitaciones máximas, tiempo de concentración, coeficiente de escurrimiento, periodo de retorno.

En este documento usaremos El Método racional para el cálculo del caudal de diseño, este método es aplicable siempre y cuando las cuencas sean menores a 2500Ha.

Utilizando AutoCAD civil 3d y google earth, se procedió a la medición del área total de análisis del proyecto, dando un area menor a 2500Ha, por lo tanto si es aplicable este método.

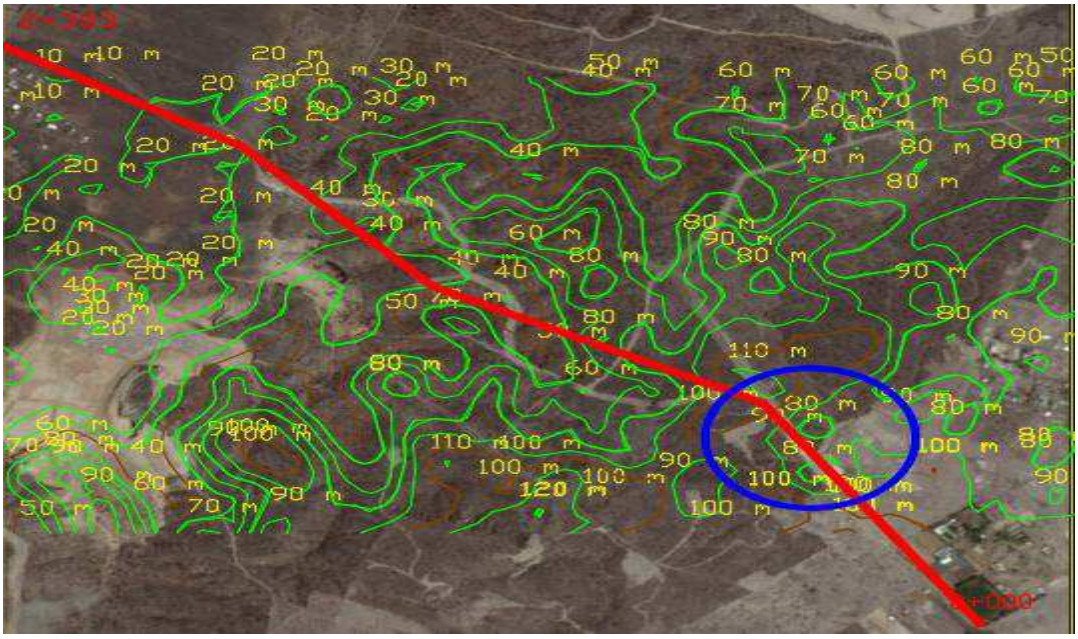


Gráfico 21 Àrea de proyecto.

La expresión para calcular el caudal mediante este método es la que sigue:

$$Q = 0.00278\, C * I * A$$

Donde:

Q: Caudal máximo probable (m^3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia de diseño (mm/h)

A: Área de drenaje (Ha)

Área de aportación de la cuenca (A)

Las áreas se limitan por un parte aguas. Este proyecto tiene 1 área aportante con su respectiva superficie, por lo cual se establecion ubicarle una alcantarilla. Utilizando los software Google easrth y civil 3D se determino la direccion del cauce, la ubicacion de la alcantarilla y las área portante.

Coeficiente de escorrentía

Para la determinación de este coeficiente se usó la siguiente tabla:

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada >50%	Alta 20%	Media 5%	Suave 1%	Despreciable <1%
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierva, Grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosque, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Tabla 37 Coeficientes de escorrentia
Ministerio de transportes y obras publicas

Tomando en cuenta la cobertura general, el tipo de suelo y las pendientes, se estableció un coeficiente de escorrentía (C) de 0.15 para este estudio.

Intensidad de precipitación(I)

EL INAMHI (Instituto nacional de meteorología e hidrología), ha zonificado al Ecuador en base a las intensidades máximas como se muestra en la fig 2-34, y que para el cálculo de la intensidad se la realice con ecuaciones que se muestran en la tabla 2-50 donde están en función de la zonificación.

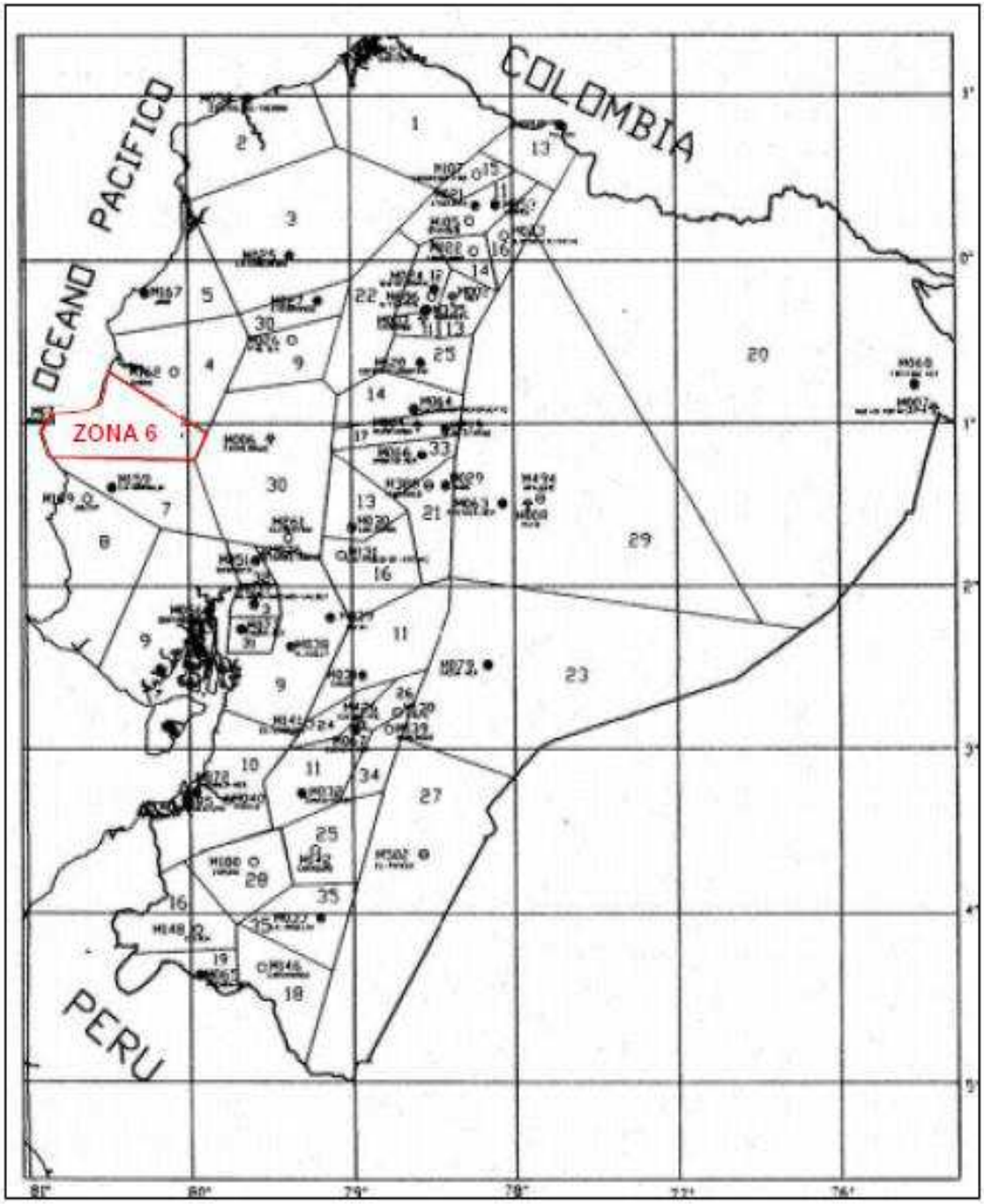


Gráfico 22 Zonificacion de intensidades

Ministerio de transporte y obras publicas

ZONA	DURACIÓN	ECUACIÓN
1	5min<130min 130min<1140min	$I_{TR=47.926tc^{-0.3387}Id_{TR}}$ $I_{TR=787.57tc^{-0.9154}Id_{TR}}$
2	5min<30min 30min<1140min	$I_{TR=19.305tc^{-0.1332}Id_{TR}}$ $I_{TR=115.4tc^{-0.6546}Id_{TR}}$
3	5min<90min 90min<1140min	$I_{TR=53.369tc^{-0.3278}Id_{TR}}$ $I_{TR=639.52tc^{-0.8838}Id_{TR}}$
4	5min<20min 20min<1140min	$I_{TR=56.507tc^{-0.2694}Id_{TR}}$ $I_{TR=247.71tc^{-0.7621}Id_{TR}}$
5	5min<40min 40min<1140min	$I_{TR=54.719tc^{-0.3875}Id_{TR}}$ $I_{TR=197.81tc^{-0.7378}Id_{TR}}$
6	5min<120min 120min<1140min	$I_{TR=57.598tc^{-0.4267}Id_{TR}}$ $I_{TR=344.08tc^{-0.7982}Id_{TR}}$
7	5min<60min 60min<1140min	$I_{TR=97.055tc^{-0.403}Id_{TR}}$ $I_{TR=869.87tc^{-0.9346}Id_{TR}}$
8	5min<30min 30min<1140min	$I_{TR=80.068tc^{-0.3683}Id_{TR}}$ $I_{TR=351.73tc^{-0.7977}Id_{TR}}$
9	5min<116min 116min<1140min	$I_{TR=40.035tc^{-0.341}Id_{TR}}$ $I_{TR=355.49t^{c-0.8043}Id_{TR}}$
10	5min<88min 88min<1140min	$I_{TR=40.414tc^{-0.3124}Id_{TR}}$ $I_{TR=356.17tc^{-0.8009}Id_{TR}}$

Tabla 38 C Ecuaciones representativas de la zana
Instituto Nacional de Metereologia e Hidrologia

Donde:

I_{TR}= Intendidad de precipitación por cualquier periodo de retorno en mm/h

Id_{TR}=Intensidad diaria para un periodo de retorno dado en mm/h (se utilizara 5.05mm/h, dato proporcionado en la estación meteorologica)

TR= Periodo de retorno

Tc=Tiempo de duración de la lluvia en minutos

5.1.3. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración no debe estar por debajo de los 10 minutos. La norma NEVI ofrece las siguientes expresiones para el calculo del tiempo de concentración

Tabla

Autor	Expresión	Observaciones
Normas españolas	$Tc = 18L^{0,76}/S^{0,19}$	
California Culverts Practice(1942)	$Tc = 57\ (\frac{(L)^3}{\Delta h})^{0,385}$	Cuencas de montañas
Giandotti	$Tc = 60((4A^{0,5} + 1,5\ L)/(0,8\ Hm^{0,5})$	Cuencas pequeñas con gradientes
Soil Conservation service (1975)	$Tc = 258,7L^{0,76}((1000/CN)-9)^{0,19}/1900S^{0,5}$	Cuencas rurales

Tabla 39 Expresiones de tiempo de concentracion
Ministerio de transporte y obras publicas

Se utilizara la expresión para cunecas montañosas, que es la que sigue:

$$Tc = 57 * \left(\frac{L^3}{\Delta H}\right)^{0.385}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración en minutos

L: Longitud del cauce en Km

H: Diferencia de nivel total entre cotas extremas de la cuenca en m

Periodo de retorno

Se utilizara para el periodo de retorno de diseño lo establecido en la norma NEVI en la sección 2N.202:2.2, donde se menciona que para alcantarillas con sección útil menor a $2m^2$, su periodo de retorno de diseño para caminos será de 25 años.

Caudal de capacidad

Para determinar el caudal de capacidad para una sección circular se empleara la ecuación de Manning, que es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

Q: Gasto o caudal en m^3/s

A: Area de la sección mojada en m^2

R: Radio hidráulico en m

S: Pendiente longitudinal (m/m)

N: coeficiente de rugosidad de manning, 0.012 para el hormigón

En tuberías de sección llena, el radio hidráulico se establece mediante la siguiente formula:

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde

R: Radio hidráulico en m

D: diámetro de la tubería en m

Velocidad de salida

Para la determinación de la velocidad de salida se utilizara una ecuación empírica de Manning, como sigue:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde.

V: velocidad en m/s

N: Coeficiente de rugosidad

R: Radio hidráulico en m

S: Pendiente en m/m

Eleccion del tipo de alcantarilla

Usaremos una alcantarilla circular con un diámetro mayor a 1.2m para caminos y carreteras como se establece en la norma NEVI en su sección 2B.202.3.2

Calculo de caudal de contribución

El caudal de contribución se calculara a través del Método Racional, tiempo de concentración e intensidad de precipitación, cuyas respectivas ecuaciones ya fueron presentadas.

El caudal para la cuenca queda como se muestra a continuación:

CALCULO DEL CAUDAL DE CONTRIBUCION POR EL METODO RACIONAL

PROYECTO: **DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AV. SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTON MANTA**

ESTACION PUBLIOMETRICA: **CHORRILLO M0453** K: **57,598**

Idtr: **5,05** mm/h

TIEMPO DE RETORNO: **25 AÑOS** n: **-0,4267**

CAUDAL	TIEMPO DE CONCENTRACION	INTENSIDAD DE PRECIPITACION
$Q = 0{,}00278 * C * I * A$	$Tc = 57\left(\frac{L^3}{\Delta h}\right)$^0,385	$I_{TR} = K * Id_{TR} * t_c^n$

CUENCA	AREA (Ha)	L (m)	COTA INICIAL (m)	COTA FINAL (m)	Δh (m)	Tc (min)	TC min. (min)	C	I_{25} $(5min. < Tc < 120min.)$	$CAUDAL$ m^3/seg
C1	19,89	680	113,778	93,695	20,083	11,504	10	0,15	108,893	0,903

Tabla 40 Calculo de Caudal

Se obtuvo un caudal de 0,903 m^3/s para la cuenca en e studio.

5.1.4. Calculo del caudal de capacidad

Para definir el caudal de capacidad que tendra la alcantarilla a ubicar se debe considerar el diámetro de la tubería. La cula debe soportar el caudal que contribuirá la cuenca portante a dicha alcantarilla.

Se debe comprobar la velocidad del agua sea mayor de 0.25m/s y menor que 4.5m/s, para con esto evitar problemas de sedimentación en caso de que la velocidad sea demasiado baja o de erosion si es que la velocidades son altas. Los resultados del calculo se muestran a continuación:

CALCULO DEL CAUDAL DE CAPACIDAD DE LA TUBERIA

PROYECTO: **DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AV. SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTON MANTA**

SECCION

AREA MOJADA

$$\frac{(\theta - Sen\theta) * D^2}{8}$$

PERIMETRO MOJADO

$$\frac{(\theta) * D}{8}$$

RADIO HIDRAULICO

$$1 - \frac{(Sen\theta)}{\theta} * \frac{D}{4}$$

CAUDAL DE CAPACIDAD

$$Q = \frac{1}{n} * A * R_H^{2/3} * S^{1/2}$$

VELOCIDAD

$$V = \frac{R_H^{2/3} - S^{1/2}}{n}$$

n= 0,012

ALCANTARILLA	CUENCA	CAUDAL DE CONTRIBUCION (m3/seg)	PENDIENTE DE TERRENO	PENDIENTE ADOPTADA (S)	DIAMETRO (m)	AREA HIDRAULICA (m2)	RADIO HIDRAULICO	Q CAPACIDAD (m3/seg)	VERIFICACION DE LA SECCION	VELOCIDAD (m/seg)
A1	C1	0,903	0,030	0,0100	1,500	0,281	0,375	1,219	ok	4,334

Tabla 41 Calculo de tuberia

Tomando un diámetro de 2,1m y pendiente de 0.006 para la alcantarilla se pudo verificar que el caudal de capacidad de la sección es mayor al caudal de contribución por ende se aceptan la seccion seleccionada. Tambien se verifico que las velocidades estén dentro del rango permitido, evitando los problemas de erosion y sedimentacion.

Capitulo 6

6.1. Presupuesto referencial y programacion de obra

A continuacion se presenta el analisis de precious unitarios (APU) de los rubros a ejecutarse en el presente Proyecto a groso modo, en otras palabras se presenta un presupuesto referencial. Las cantidades usadas para el presupuesto fueron calculadas por medio de AutoCAD Civil 3D.

6.2. Presupuesto referencial

En el presente presupuesto nose ha tomado en cuenta el rubro de alcantarilla por la razon de la variacion en el material y stock en el mercado

PRESUPUESTO REFERENCIAL CON RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AVENIDA SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTON MANTA

CODIGO	*DESCRIPCION*	*UNIDAD*	*CANTIDAD*	*P. UNITARIO*	*TOTAL*
RB-01	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	HA	4,89	$ 320,92	$ 1.569,30
RB-02	REPLANTEO Y NIVELACION MANUAL	HA	4,89	$ 210,00	$ 1.026,90
RB-03	EXCAVACION CON MAQUINARIA	M3	221908,7	$ 1,79	$ 397.216,56
RB-04	RELLENO COMPACTADO	M3	622,57	$ 0,76	$ 473,15
RB-05	DESALOJO DE MATERIAL	M3	221286,1	$ 1,55	$ 342.993,49
RB-06	ACABADO DE OBRA BASICA	M2	12915,68	$ 0,34	$ 4.391,33
RB-07	SUB-BASE CLASE 2	M3	2548,8	$ 11,14	$ 28.393,63
RB-08	BASE CLASE 3	M3	2194,56	$ 14,03	$ 30.789,68
RB-09	ASFALTO PARA IMPRIMACION	LT	17690	$ 0,52	$ 9.198,80
RB-10	CARPETA ASFALTICA 3"	M2	7200	$ 11,77	$ 84.744,00
			TOTAL		$ 900.796,83

VALOR DE LA OBRA CON LOS RUBROS ANALIZADOS

Son: Novecientos mil setecientos noventa y seis dolares con ochenta y tres centavos

Nota: Estos precios no incluyen IVA

Tabla 42 Presupuesto referencial

6.3. Analisis de precios unitarios

Tabla 43 RB-01 Desbroce y limpieza

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 64

DETALLE: **DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA** **UNIDAD: HA.**

RUBRO: **302-1**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
H. menores (5% M.O.)					1,45
TRACTOR CAT D8N	1	80,64	80,64	2,800	225,792
MOTOSIERRA	2	1,20	2,40	2,800	6,720
SUBTOTAL M					233,96
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
O.E.P. GRUPO 1	1	2,71	2,71	2,800	7,588
AYUDANTE MEC.	1	2,56	2,56	2,800	7,168
CATEGORIA I	2	2,56	5,12	2,800	14,336
SUBTOTAL N					29,09
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
			A	B	C=A*B
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			263,05
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		22%	57,87
		OTROS INDIRECTOS		%	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			320,92
		VALOR OFERTADO			320,92

Tabla 44 RB-02 Replanteo y nivelación

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA NULO DE 64

DETALLE: **REPLANTEO Y NIVELACIÓN** **UNIDAD: M2**

RUBRO: **S/N**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	1	4,00	4,00	0,002	0,01
SUBTOTAL M					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
TOPOGRAFO I	1	2,56	2,56	0,002	0,01
CADENERO	2	2,56	5,12	0,002	0,01
CATEGORIA I	2	2,56	5,12	0,002	0,01
SUBTOTAL N					0,03
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
VARIOS		SET	0,05	2,50	0,13
SUBTOTAL O					0,13
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**0,17**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**0,04**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**0,21**
		VALOR OFERTADO			**0,21**

Tabla 45 **RB-03 Excavacion con maquinaria**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 64

DETALLE: **EXCAVACIÓN EN SUELO** **UNIDAD: M3**

RUBRO: **303-2 (2)**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
H. menores (5% M.O.)					0,01
TRACTOR CAT D8N	1	80,64	80,64	0,010	0,81
CARGADORA FRONTAL CAT 926E	1	25,00	25,00	0,010	0,25
VOLQUETA DE 12 M3	1	25,69	25,69	0,010	0,26
SUBTOTAL M					1,33
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
O.E.P. GRUPO 1	2	2,71	5,42	0,010	0,05
AYUDANTE MEC.	2	2,56	5,12	0,010	0,05
CHOFER CON LICENCIA E	1	3,78	3,78	0,010	0,04
SUBTOTAL N					0,14
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
			A	B	C=A*B
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C=A*B
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,47
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		22%	0,32
		OTROS INDIRECTOS		%	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,79
		VALOR OFERTADO			1,79

Tabla 46 **RB-04 Relleno con material de sitio**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 64

DETALLE: **RELLENO COMPACTADO** **UNIDAD: M3**

RUBRO: **305-2(1)E**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					
MOTONIVELADORA	1	46,05	46,05	0,006	0,28
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	1	26,60	26,60	0,006	0,16
TANQUERO DE AGUA DE 6000 LTS	1	15,86	15,86	0,006	0,10
SUBTOTAL M					0,54
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
O.E.P. GRUPO 1	2	2,71	5,42	0,006	0,03
AYUDANTE MEC.	2	2,56	5,12	0,006	0,03
CHOFER CON LICENCIA E	1	3,78	3,78	0,006	0,02
SUBTOTAL N					0,08
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**0,62**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**0,14**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**0,76**
		VALOR OFERTADO			**0,76**

Tabla 47 **RB-05 Desalojo de material**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 64

DETALLE: **DESALOJO DE MATERIAL** **UNIDAD: M3**

RUBRO: **308-4 (1)**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
H. menores (5% M.O.)					0,01
TRACTOR CAT D7H	1	30,18	30,18	0,014	0,42
CARGADORA FRONTAL CAT 926E	1	25,00	25,00	0,014	0,35
VOLQUETA DE 12 M3	1	25,69	25,69	0,014	0,36
SUBTOTAL M					1,14

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
O.E.P. GRUPO 1	1	2,71	2,71	0,014	0,04
AYUDANTE MEC.	1	2,56	2,56	0,014	0,04
CHOFER CON LICENCIA E	1	3,78	3,78	0,014	0,05
SUBTOTAL N					0,13

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL O				

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
SUBTOTAL P				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,27
INDIRECTOS Y UTILIDADES	22%	0,28
OTROS INDIRECTOS	%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,55
VALOR OFERTADO		1,55

Tabla 48 **RB-06 Acabado de obra básica**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 64

DETALLE: **ACABADO DE LA OBRA BÁSICA EXISTENTE** **UNIDAD: M2**

RUBRO: **308-2 (1)**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					
MOTONIVELADORA	1	46,05	46,05	0,0028	0,130
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	1	26,60	26,60	0,0028	0,070
TANQUERO DE AGUA DE 6000 LTS	1	15,86	15,86	0,0028	0,040
SUBTOTAL M					0,24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
O.E.P. GRUPO 1	2	2,71	5,42	0,0028	0,020
AYUDANTE MEC.	2	2,56	5,12	0,0028	0,010
CHOFER CON LICENCIA E	1	3,78	3,78	0,0028	0,010
SUBTOTAL N					0,04
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL O					
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**0,28**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**0,06**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**0,34**
		VALOR OFERTADO			**0,34**

Tabla 49 **RB-07 Sub-base clase 2**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 64

DETALLE: **SUB-BASE CLASE 2** **UNIDAD: M3**

RUBRO: **403-1c**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					0,02
MOTONIVELADORA	1	46,05	46,05	0,023	1,06
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	1	26,60	26,60	0,023	0,61
TANQUERO DE AGUA DE 6000 LTS	1	15,86	15,86	0,023	0,36
SUBTOTAL M					2,05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
O.E.P. GRUPO 1	2	2,71	5,42	0,023	0,12
AYUDANTE MEC.	2	2,56	5,12	0,023	0,12
CHOFER CON LICENCIA E	1	3,78	3,78	0,023	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
MATERIAL TRITURADO		M3	0,25	7,00	1,75
MATERIAL CRIBADO		M3	1,00	5,00	5,00
SUBTOTAL O					6,75
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**9,13**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**2,01**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**11,14**
		VALOR OFERTADO			**11,14**

Tabla 50 **RB-08 Base clase 3**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 64

DETALLE: **BASE CLASE 3** **UNIDAD: M3**

RUBRO: **404-1a**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					0,02
MOTONIVELADORA	1	46,05	46,05	0,023	1,06
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	1	26,60	26,60	0,023	0,61
TANQUERO DE AGUA DE 6000 LTS	1	15,86	15,86	0,023	0,36
SUBTOTAL M					2,05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
O.E.P. GRUPO 1	2	2,71	5,42	0,023	0,12
AYUDANTE MEC.	2	2,56	5,12	0,023	0,12
CHOFER CON LICENCIA E	1	3,78	3,78	0,023	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
MATERIAL TRITURADO		M3	1,20	7,00	8,40
ARENA		M3	0,12	6,00	0,72
SUBTOTAL O					9,12
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**11,50**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**2,53**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**14,03**
		VALOR OFERTADO			**14,03**

Tabla 51 **RB-09 Asfalto RC para imprimación**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 64

DETALLE: **ASFALTO MC PARA IMPRIMACIÓN** **UNIDAD: LT.**

RUBRO: **405-1 (1)**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1	28,01	28,01	0,002	0,06
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1	17,73	17,73	0,002	0,04
SUBTOTAL M					0,10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
CATEGORIA I	2	2,56	5,12	0,002	0,01
O.E.P. GRUPO 1	2	2,71	5,42	0,002	0,01
AYUDANTE MEC.	2	2,56	5,12	0,002	0,01
SUBTOTAL N					0,03
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
ASFALTO (ESMERALDAS)		LTS	0,80	0,29	0,23
DIESEL		LTS	0,26	0,25	0,07
SUBTOTAL O					0,30
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
SUBTOTAL P					
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**0,43**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**0,09**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**0,52**
		VALOR OFERTADO			**0,52**

Tabla 52 **RB-10 Carpeta asfáltica**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 64

DETALLE: **CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA DE 7,50 CM. DE ESPESOR** **UNIDAD: M2**

RUBRO: **405-5C**

EQUIPOS					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
H. menores (5% M.O.)					0,03
PLANTA ASFALTICA CEDARAPIS 120 TON.	1	170,00	170,00	0,012	2,04
PLANTA ELECTRICA 175 KVA	1	26,67	26,67	0,012	0,32
TERMINADORA DE ASFALTO BARBER-GREENE	1	81,15	81,15	0,012	0,97
RODILLO VIBRATORIO LISO CS-431	1	26,60	26,60	0,012	0,32
RODILLO NEUMATICO PS-100	1	32,60	32,60	0,012	0,39
CARGADORA FRONTAL CAT 926E	1	25,00	25,00	0,012	0,30
SUBTOTAL M					4,37
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	**CANTIDAD**	**JORNAL/HR**	**COSTO HORA**	**RENDIMIENTO**	**COSTO**
	A	**B**	**C=A*B**	**R**	**D=C*R**
CATEGORIA I	10	2,56	25,60	0,012	0,31
CATEGORIA III	2	2,66	5,32	0,012	0,06
CATEGORIA V	1	2,81	2,81	0,012	0,03
O.E.P. GRUPO 1	4	2,71	10,84	0,012	0,13
AYUDANTE MEC.	4	2,56	10,24	0,012	0,12
SUBTOTAL N					0,65
MATERIALES					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNIT.**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
ASFALTO (ESMERALDAS)		LTS	9,00	0,29	2,61
MATERIAL PARA CARPETA		M3	0,08	10,00	0,80
DIESEL		LTS	1,98	0,25	0,50
ADITIVO DE ADHERENCIA		LTS	0,09	4,68	0,42
SUBTOTAL O					4,33
TRANSPORTE					
DESCRIPCION		**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**TARIFA**	**COSTO**
			A	**B**	**C=A*B**
ASFALTO		LT	7,40	0,04	0,30
SUBTOTAL P					0,30
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			**9,65**
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		**22%**	**2,12**
		OTROS INDIRECTOS		**%**	
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**11,77**
		VALOR OFERTADO			**11,77**

Tabla 53 Programacion de Obra Y Cronograma Valorado

PROGRAMACION Y CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

PROYECTO: DISEÑO VIAL PARA CONECTAR LA AVENIDA SAN JUAN CON EL BARRIO LA REVANCHA DEL CANTON MANTA

CODIGO	*DESCRIPCION*	*CANTIDAD*	*P. UNITARIO*	*TOTAL*	*TIEMPO EN MESES*						
					1	2	3	4	5	6	7
RB-01	DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	4,89	$ 320,92	$ 1.569,30	1,63	1,63	1,63				
					$ 523,10	$ 523,10	$ 523,10				
RB-02	REPLANTEO Y NIVELACION MANUAL	4,89	$ 210,00	$ 1.026,90	1,2225	1,2225	1,2225	1,2225			
					$ 256,73	$ 256,73	$ 256,73	$ 256,73			
RB-03	EXCAVACION CON MAQUINARIA	221908,7	$ 1,79	$ 397.216,56	44381,738	44381,738	44381,738	44381,738	44381,738		
					$ 79.443,31	$ 79.443,31	$ 79.443,31	$ 79.443,31	$ 79.443,31		
RB-04	RELLENO COMPACTADO	622,57	$ 0,76	$ 473,15					622,57		
									$ 473,15		
RB-05	DESALOJO DE MATERIAL	221286,1	$ 1,55	$ 342.993,49	44257,224	44257,224	44257,224	44257,224	44257,224		
					$ 68.598,70	$ 68.598,70	$ 68.598,70	$ 68.598,70	$ 68.598,70		
RB-06	ACABADO DE OBRA BASICA	12915,68	$ 0,34	$ 4.391,33				6457,84	6457,84		
								$ 2.195,67	$ 2.195,67		
RB-07	SUB-BASE CLASE 2	2548,8	$ 11,14	$ 28.393,63				849,6	849,6	849,6	
								$ 9.464,54	$ 9.464,54	$ 9.464,54	
RB-08	BASE CLASE 3	2194,56	$ 14,03	$ 30.789,68				731,52	731,52	731,52	
								$ 10.263,23	$ 10.263,23	$ 10.263,23	
RB-09	ASFALTO PARA IMPRIMACION	17690	$ 0,52	$ 9.198,80					5896,666667	5896,666667	5896,666667
									$ 3.066,27	$ 3.066,27	$ 3.066,27
RB-10	CARPETA ASFALTICA 3"	7200	$ 11,77	$ 84.744,00					2400	2400	2400
									$ 28.248,00	$ 28.248,00	$ 28.248,00
		TOTAL		$ 900.796,83							
	INVERSION MENSUAL				$ 148.821,83	$ 148.821,83	$ 148.821,83	$ 170.222,17	$ 201.752,86	$ 51.042,04	$ 31.314,27
	AVANCE PARCIAL EN %				16,52%	16,52%	16,52%	18,90%	22,40%	5,67%	3,48%
	INVERSION ACUMULADA				$ 148.821,83	$ 297.643,67	$ 446.465,50	$ 616.687,67	$ 818.440,53	$ 869.482,57	$ 900.796,83
	AVANCE ACUMULADO EN %				16,52%	33,04%	49,56%	68,46%	90,86%	96,52%	100,00%

Capitulo 7

7.1 Planos de detalle

Los archivos de los planos del proyecto se los presentaran en formato DWG de la plataforma CAD, para el presente documento de utilizara un formato de laminas A3.

Por fines de practicidad los planos se los adjunta al final del proyecto.

Conclusiones

Se definio que el sector por donde se implantara la via diseñeda a traviesa terrenos de topografía irregular, es decir que el alineamiento vertical será el factor primordial en el diseño vial. Se obtuvo los datos especificos de los puntos por donde se ubicara la via mediante el levantamiento topográfico.

Mediante la herramienta informática AutoCAD Civil 3D se definio el trazado de la via geométrica como altimétricamente, respetando las normas y reglamentos contemplados en la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12).

Gracias a los ensayos de granulometría, compactación y C.B.R. realizados al eje de la via, se establecio que el suelo del proyecto es Limo organico de alta plasticidad, presentando un CBR de 11,80% por lo cual no fue necesaria mejorar la subrasante.

Con el método propuesto por AASHTO para el diseño de pavimento flexible, se determinaron los espesores de las capas que constituyen el pavimento, contituyendo asi la sección típica de la via.

Tomando los datos proporcinado por el INAMHI se calculo el caudal que contribuye la cuenca q atraviesa el proyecto, definiendo una alcantarilla que permita el libre flujo de de las aguas que van por este cauce.

Se definio los volúmenes de obra y se calculo un presupuesto referencial del proyecto, además de la programación de obra.

Recomendaciones

Se recomeinda que se haga énfasis en el uso de las normas vigentes que regulan este tipo de proyectos, en este caso se deben considerar la Norma Ecuatoriana Vial la cual esta vigente desde el año 2013.

Se recomienda a los gobiernos autónomos que se creen proyectos viales que contribuyan al desarrollo ordenado de la ciudad, brindando asi una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

BIBLIOGRAFÍA

American Association of State Highway, & Transportation Officials. (1993).*AASHTO Guide for designe of Pavement Structures, 1993 (Vol.1)*
.

Badillo, J. (2015). *Mecánica de suelos.* Lima: Limusa.

Cooper, M. (2015). *Control Surveys in Civil Engineering.* New York: Nichols Publishing Company. .

Corro, S. (2014). *Diseño estructural de carreteras con pavimento flexible.* México: UNAM.

INAMHI. (2014). Anuario Metereologico Nº 51-2011. Obtenido de servicio metereologico: http://www.serviciometereologico.gob.ec./wp-content/uploads/anuarios/metereologicos/Am%202011.pdf

INAMHI. (2015). Red de Estaciones Metereologicas. Obtenido de Servicio Metereologico. http://www.serviciometereologico.gob.ec./red-de-estaciones-metereologicas/

Instituto Geografico Militar. (1986). Mapa general de suelos del Ecuador. Obtenido de Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo: http://www.secsuelo.org/

García, A. (2013). *Cifras de productividad en la construccion .* México: Revista Mexicana de la Construcción.

Ministerio de Transportes y Obras Publicas (2013). Norma Ecuatoriana Vial: Especificaciones Generales para construccion de caminos y puentes (vol.3). Quito: MTOP. Obtenido de http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_3:2A.pdf

Monteja, A. (2015). *Ingeneria de Pavimentos para carretera.* México: Fonseca.

NEVI12. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12)*. Obtenido de Ministerio de Transporte y Obras Públicas: http://www.obraspublicas.gob.ec/norma-ecuatoriana-vial-nevi-12/

Perry, J. (2016). *Manual de Ingenería.* México: Colección General.

Villalaz Crespo, C. (1994). Mecanica de suelos y cimentaciones. Mexico: Limusa