

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO CON CARPETA ASFÁLTICA Y BASE
TRATADA, PARA LAS CALLES DEL MERCADO NUEVO PROGRESO
SECTOR LA HERMELINDA - TRUJILLO - LA LIBERTAD”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Línea de investigación: Transporte

AUTORES: Br. MAMANI CRUZ ALEX IVAN
Br. SÁNCHEZ CHÁVEZ JIMY ALEX

ASESOR: Ing. BURGOS SARMIENTO TITO ALFREDO

Nº. REGISTRO _____

TRUJILLO – PERÚ

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

Tesis: “Estudio comparativo del diseño del pavimento Flexible y Semirrígido con carpeta Asfáltica y Base Tratada, para las calles del mercado Nuevo Progreso Sector La Hermelinda - Trujillo - La Libertad”

DESARROLLADO POR:

.....
Br. Mamani Cruz Alex Ivan

.....
Br. Sánchez Chávez Jimmy Alex

APROBADO POR:

.....
Presidente
Ing. Mamerto Rodríguez Ramos
N° CIP. 3689

.....
Secretario
Ing. Juan Paul Henríquez Ulloa
N° CIP. 118101

.....
Vocal
Ing. Manuel Alberto Vertiz Malabrigo
N° CIP. 71188

.....
Asesor
Ing. Tito A. Burgos Sarmiento
N° CIP. 82596

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, para el Título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a disposición el presente trabajo titulado: “Estudio comparativo del diseño del pavimento Flexible y Semirrígido con Carpeta Asfáltica y Base Tratada, para las calles del mercado Nuevo Progreso Sector La Hermelinda - Trujillo - La Libertad.”

Atentamente:

.....
Br. Mamani Cruz Alex Ivan

.....
Br. Sánchez Chávez Jimmy Alex

DEDICATORIA

A mis padres, Segundo Mamani Alvarado y Cruz H Alvarado Santillan, por su apoyo y trabajo en todos estos años para poder seguir adelante, por sus consejos y palabras de aliento para así cumplir la meta propuesta, gracias a ellos por todo.

A mis tías, Sara Tuesta Alvarado y Maribel Tuesta Alvarado, por estar siempre conmigo, cuando más lo necesitaba, por su cooperación, apoyo y ayuda incondicional, Gracias por todo.

A mis hermanos, Katherin y José, por el apoyo incondicional como amigos, y de quienes aprendo mucho.

Finalmente a mis sobrinos, Fernando, Juan, Heydi y Anthony, a pesar que son pequeños, aprendo mucho de ellos, y ser un ejemplo para ello.

Bach. Mamani Cruz, Alex Ivan

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad que mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

De igual forma dedico este título a mi **amada Madre Alejandrina**, que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A mi pequeña hija, **Alejandra Valentina**, que con su llegada y a pesar de tener apenas 3 meses, ha colmado de bendiciones y alegría mi vida, convirtiéndose junto a mi madre, en el eje de mi vida. ¡Las amo!

Finalmente hago una mención especial a los no menos importantes de la casa Pekky Bonhy y Melecio, mis pequeñas mascotas, gracias a ellos aprendí a respetar y amar a la naturaleza.

Bach. Sánchez Chávez, Jimy Alex

AGRADECIMIENTO

Agradecer a **Dios** por bendecirme y dado fuerzas para continuar, y cumplir una de mis metas trazadas.

Agradezco también el apoyo incondicional brindado por parte de mí Padre y Tías, que sin dudar ni un solo instante han depositado todo su esfuerzo y dedicación en mí, y que se sientan orgulloso de la persona en que me he convertido.

A nuestro asesor, **Ing. Burgos Sarmiento Tito A.** Por su orientación, apoyo y tiempo brindado para la elaboración de nuestra tesis.

A nuestra Universidad Privada Antenor Orrego, por brindarnos sus conocimientos, aprendizajes y formarme como profesional.

Bach. Mamani Cruz, Alex Ivan

En primer lugar doy infinitamente gracias a **Dios**, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza el amor y el apoyo incondicional brindado por parte de mí **amada Madre**, que sin dudar ni un solo instante ha dedicado parte de su vida en mí, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos. Sé que estas orgullosa de la persona en que me he convertido.

Agradezco a mis abuelos y tíos quienes con su ejemplo, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida. En especial a mi **tía Vilma** por los cuidados, dedicación y gran amor maternal que me brindo durante mi niñez.

Al Ing. **Burgos Sarmiento Tito A**, por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

Finalmente a mi compañero de tesis, por cada una de sus valiosas aportaciones, los cuales hicieron posible este proyecto y por la gran calidad humana que me ha demostrado con su amistad.

Bach. Sánchez Chávez, Jimmy Alex

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
LISTADO DE TABLAS	xii
LISTADO DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad problemática	18
1.1.1. Delimitación.....	19
1.2. Formulación del problema.....	20
1.3. Alcances.....	20
1.4. Justificación	20
1.4.1. Aportes.....	21
1.5. OBJETIVOS	21
1.5.1. Objetivo General.....	21
1.5.2. Objetivos Específicos	21
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes.....	23
2.2. Definición de términos básicos.....	24
2.2.1. Tipos de pavimentos.	25
2.2.1.1. Pavimento flexible:	25
2.2.1.2. Pavimento semirrígido:	29
2.2.1.2.1. Suelos adecuados para estabilizar con emulsión asfáltica.....	31

CAPITULO III. HIPÓTESIS	35
3.1. Formulación de la hipótesis	35
3.2. Variables	35
CAPITULO IV. MATERIALES Y MÉTODOS	37
4.1. Materiales.....	37
4.1.1. Diseño de técnicas de recolección de información:.....	37
4.2. Población y muestra.....	37
4.2.1. Población	37
4.2.2. Muestra	37
4.3. Metodología.....	37
CAPITULO V. DESARROLLO	39
5.1. ESTUDIO DE SUELOS	39
5.1.1. Introducción.....	39
5.1.2. Objetivo	39
5.1.3. Alcance del estudio.....	39
5.1.4. Ensayos de laboratorio.....	39
5.1.5. Características del subsuelo	39
5.1.6. Clasificación del suelo a través de calicatas	40
5.1.7. Resultados.....	41
5.2. ESTUDIO DE CANTERA.....	42
5.2.1. Requisitos para los materiales Granulares	42
5.2.1.1. Subbase.....	42
5.2.1.2. Base	44
5.2.2. CANTERA.....	45
5.2.2.1. Cantera El Milagro	45
5.2.3. RESULTADO:.....	49
5.3. ESTUDIO DE TRÁFICO	50

5.3.1. Introducción.....	50
5.3.2. Objetivo	50
5.3.3. Alcance Del Estudio	50
5.3.4. Metodología de Trabajo.....	51
5.3.5. Cálculo del IMDA (Índice Medio Diario Anual)	52
5.3.6. Demanda de tráfico proyectada	56
5.3.7. Tráfico Generado	60
5.3.8. Proyección del tráfico total	64
5.3.9. Factor direccional y factor de carril.....	68
5.3.10. Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes.....	69
5.3.11. Calculo de Número de repeticiones	72
5.4. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO	
76	
5.4.1. Metodología de Diseño del Pavimento Flexible.....	76
5.4.2. MÉTODO GUÍA AASHTO 93 DE DISEÑO	79
5.4.2.1. Periodo de diseño	79
5.4.2.2. Variables.....	79
5.4.3. Parámetro de Diseño de Pavimento Semirrígido.....	89
5.4.3.1. Sección de la Estructura del Pavimento Semirrígido	90
5.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO.....	95
5.5.1. Diseño del Pavimento Flexible	95
5.5.1.1. Diseños de acuerdo al (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)	95
5.5.1.2. Diseño Propuestos	96
5.5.1.3. Ventajas.....	97
5.5.1.4. Desventajas.....	97
5.5.1.5. Características	97

5.5.2. Pavimento Semirrígido	98
5.5.2.1. Diseños de acuerdo al (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)	98
5.5.2.2. Diseño Propuestos	99
5.5.2.3. Ventajas.....	100
5.5.2.4. Base tratada	100
5.5.3. Resultados.....	100
5.6. CUÁL ES EL DISEÑO MÁS ADECUADO TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE, PARA LA ZONA DE ESTUDIO.....	101
1) Pavimentos Semirrígidos.....	101
5.6.1. Resultados.....	119
CAPITULO VI:	120
DISCUSION DE RESULTADOS.....	120
CAPITULO VI: DISCUSION DE RESULTADOS	121
CONCLUSIONES.....	122
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS	125
ANEXOS.....	127

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación del suelo a través de calicatas.....	40
Tabla 2: Cuadro de resumen de la característica del suelo.....	40
Tabla 3: Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular	43
Tabla 4: Requerimientos de Ensayos Especiales.....	43
Tabla 5: Requerimientos Granulométricos para Base Granular	44
Tabla 6: Requerimientos Agregado Grueso	44
Tabla 7: Requerimientos Agregado Fino.....	45
Tabla 8: Prospecciones Efectuadas en Calicatas	47
Tabla 9: Cálculo del IMDA (Av. 7 de Julio).....	52
Tabla 10: Calculo del IMDA (AV. LAS AMÉRICAS)	53
Tabla 11: Calculo del IMDA (AV. PUCARA)	54
Tabla 12: Calculo del IMDA (AV. PROGRESO).....	55
Tabla 13: Resumen del cálculo del Índice Medio Diario Anual	55
Tabla 14: Tasas promedio de crecimiento anual del tráfico	56
Tabla 15: Proyección del tráfico normal en la Av. 7 Julio	56
Tabla 16: Proyección del tráfico normal en la Av. Las Américas.....	57
Tabla 17: Proyección del tráfico normal en la Calle. Pucara	58
Tabla 18: Proyección del tráfico normal en la Calle. Progreso	59
Tabla 19: Resumen de Proyección del tráfico normal en las Av. Estudiadas	59
Tabla 20: Proyección del tráfico Generado en la Av. 7 Julio	60
Tabla 21: Proyección del tráfico Generado en la Av. Las Américas	61
Tabla 22: Proyección del tráfico Generado en la Calle. Pucara	62
Tabla 23: Proyección del tráfico Generado en la Calle. Progreso	63
Tabla 24: Resumen Proyección del tráfico Generado en la Av. Estudiadas	63
Tabla 25: Proyección del tráfico Normal + Generado en la Av. 7 Julio	64
Tabla 26: Proyección del trafico Normal + Generado en la Av. Las Américas	65
Tabla 27: Proyección del trafico Normal + Generado en la Calle. Pucara.....	66
Tabla 28: Proyección del trafico Normal + Generado en la Calle. Progreso	67
Tabla 29: Proyección del trafico Normal + Generado en la Av. Estudiadas	67
Tabla 30: Factor de Distribución y de Carril para determinar el tránsito en el carril de Diseño.....	68

Tabla 31: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígido.....	70
Tabla 32: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación 7 de julio.....	70
Tabla 33: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación Las Américas.....	70
Tabla 34: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación Pucara.....	71
Tabla 35: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación Progreso.....	71
Tabla 36: Número de Repeticiones de EE 8.2t por Estación.....	72
Tabla 37: Resumen del Total de repeticiones.....	75
Tabla 38: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño.....	76
Tabla 39: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño.....	77
Tabla 40: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño.....	78
Tabla 41: Índice de Serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico.....	80
Tabla 42: Índice de Serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico.....	81
Tabla 43: Coeficiente Estructural de las capas del Pavimento ai.....	84
Tabla 44: Calidad del Drenaje.....	85
Tabla 45: Valores recomendados de Espesores mínimos de capa Superficial y Base Granular.....	85
Tabla 46: Numero Estructural Requerido para Pavimento Flexible (SN) – Periodo de diseño 20 años.....	86
Tabla 47: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño.....	89
Tabla 48: Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimento ai.....	90
Tabla 49: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial.....	91

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Ubicación del Área de Estudio.	20
Figura 2: Estructura de una vía	32
Figura 3: Ubicación de las Calicatas	37
Figura 4: Configuración de ejes	69
Figura 5: Parámetros	71
Figura 6: Categoría de sub rasante	78
Figura 7: Abaco para el cálculo del Numero Estructural Requerido (SNR).....	82
Figura 8: Coeficiente estructural a partir del Módulo elástico del concreto asfaltico.....	82
Figura 9: Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfaltico	83
Figura 10: Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfaltico	83
Figura 11: Catálogo de Estructuras de Pavimento Flexible con Carpeta Asfáltica en Caliente – Periodo de diseño 20 años.....	87
Figura 12: Catálogo de Estructuras de Pavimento Flexible con Carpeta Asfáltica en Caliente – Periodo de diseño 20 años.....	88
Figura 13: Catálogo De Números Estructurales (SN) Adoptados Por Tipos De Tráfico Y Sub rasante – Periodo De Diseño 20 Años Carpeta Asfáltica En Caliente + Base Tratada Con Asfalto + Sub base Granular	92
Figura 14: Catálogo e Estructuras de Pavimento Semirrígido con Base Tratada con Asfalto – Periodo de Diseño 20 Años	93
Figura 15: Catálogo e Estructuras de Pavimento Semirrígido con Base Tratada con Asfalto – Periodo de Diseño 20 Años	94

RESUMEN

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Mercado Nuevo Progreso, sector La Hermelinda – Trujillo.

En esta tesis se realizará un estudio comparativo entre el diseño del pavimento Flexible y Semirrígido con Base tratada, del cual se analizará cuál de los dos métodos es el más adecuado para la zona, no solo económicamente si no técnicamente para el beneficio de la población.

Para el estudio del proyecto se ha tomado en cuenta el tránsito existente en la zona, de tal modo que con el proyecto se pueda mejorar la circulación vehicular.

Una vez obtenidos los diseños de los dos tipos de pavimentos, haremos una comparación de los tipos de diseño, para dar como resultado cuál de los dos diseños es el más adecuado para el proyecto.

ABSTRACT

The study area is located in Mercado Nuevo Progreso, The Hermelinda - Trujillo sector.

In this thesis a comparative study will be carried out between the design of the flexible and semi-rigid pavement with treated base, which will analyze which of the two methods is the most suitable for the area, not only economically but technically for the benefit of the population.

For the study of the project has taken into account the existing traffic in the area, so that with the project can improve traffic circulation.

Once the designs of the two types of pavements are obtained, we will make a comparison of the types of design, to give as a result which of the two designs is the most suitable for the project.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El transporte es un medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hacia otro. Esto genera una actividad económica, que está al servicio del interés público y que incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de personas y bienes. (Ing. Paola Quiroz; Ing German Huerta, 2015).

El transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de las carreteras contribuye al desarrollo socio-económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. En tal sentido, es de gran importancia para la ciudad, que se cuente con una vía eficiente, que permita la comunicación entre sus diferente núcleos urbanos y rurales. (Vallejos, 2014)

En todo el mundo, el concepto de desarrollo de los pueblos, está ligado al desarrollo de su economía, ésta se fundamenta exclusivamente en el comercio, donde se intercambian bienes, servicios, educación y cultura, lo que permite mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En el Perú las vías de comunicación más utilizadas dentro del territorio son las terrestres. Dentro de estas se encuentran los caminos, carreteras, etc. Las carreteras permiten optimizar los tiempos de recorrido de los vehículos debido al diseño de su capa de rodadura. Es así como un buen diseño de estas carreteras es necesario para garantizar su correcto desempeño y durabilidad. (Arakaki, 2014).

Actualmente en nuestro país el desarrollo de vías asfaltadas implica la utilización de aditivos para mejorar su comportamiento y durabilidad.

(Pereda Rodriguez, Danfer Alfonso, Cubas Parimango, Nahum Octavio, 2015)

La provincia de Trujillo no es ajena a esta situación, la suma de factores como: el desarrollo actual en infraestructura aún es insuficiente, el crecimiento de vehículos, la cual genera sobreoferta e informalidad, el crecimiento horizontal de

la infraestructura urbana debido al aumento de la población y sus necesidades de vivienda, limitaciones financieras del gobierno central, regional o local para la renovación del parque automotor y la falta de un modelo institucional normativo y técnico han hecho que el sistema de transporte que existe sea deficiente. (Ing. Paola Quiroz; Ing German Huerta, 2015)

Por ello en la zona de estudio, hemos observado varios puntos críticos acerca de infraestructura vial, por lo que hemos decidido realizar un estudio comparativo entre Pavimento Flexible y Pavimento Semirrígido con carpeta asfáltica y base tratada y de esta manera a través de los resultados obtenidos, poder determinar cuál de ellos es más factible al momento de ejecutar un proyecto de pavimentación para dicha zona.

Actualmente en la zona de estudio, las calles que se encuentran entre las avenidas principales; Av. Las Américas y la Av. 7 de Julio, no se encuentran pavimentadas, por lo que hemos decidido realizar un estudio comparativo de los pavimentos flexibles y semirrígidos y así obtener cuál de los pavimentos es más factible utilizar a la hora iniciar un proyecto de pavimentación.

1.1.1. Delimitación

La presente investigación se encuentra enmarcada en el ámbito de la Ingeniería Civil dentro del área de pavimentos. En cuanto al desarrollo de la investigación se realizó un levantamiento topográfico, estudio de suelos para determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del suelo, estudio de tráfico y finalmente se hizo la interpretación de resultados, seleccionando el método más adecuado.

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo dentro de las inmediaciones del mercado Nuevo Progreso sector La Hermelinda (Av. Las Américas, Av. 7 de Julio, calle Pucara y calle El progreso) - Trujillo - La Libertad.

Tuvo una duración de 4 meses, desde el mes de Abril 2017 hasta Julio del 2017.

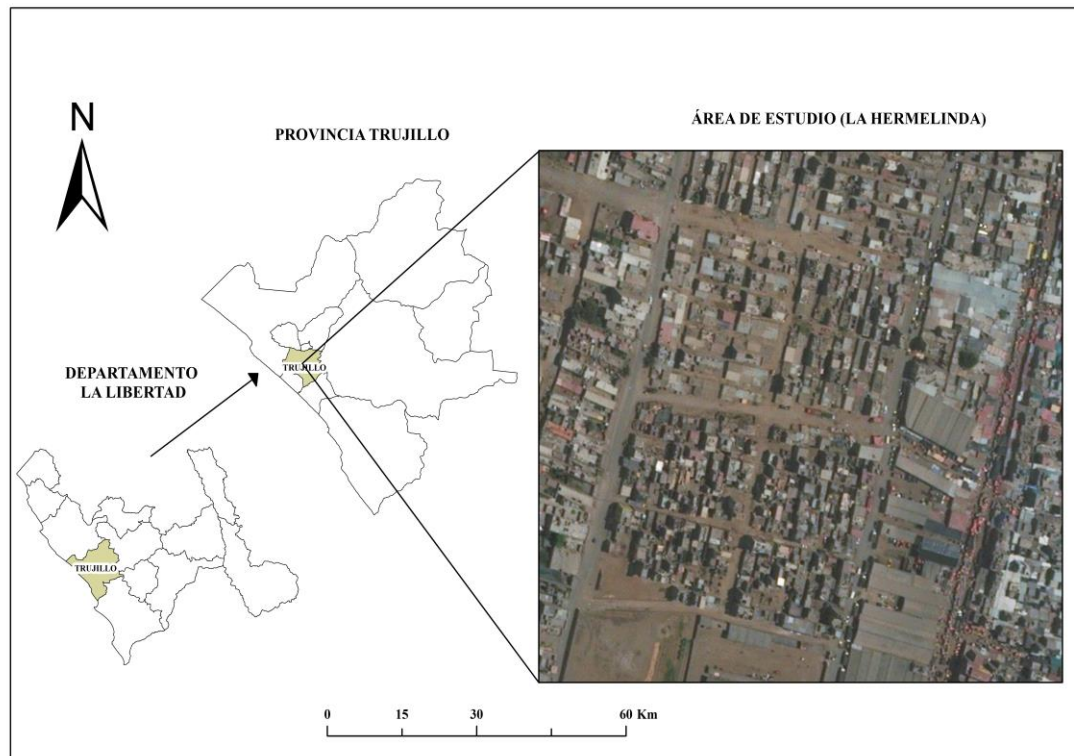


Figura 1: Mapa de Ubicación del Área de Estudio.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los métodos de diseño entre pavimento flexible y pavimento semirrígido con carpeta asfáltica y base tratada, es el más adecuado para el mejoramiento de las vías del mercado Nuevo Progreso, sector La Hermelinda - Trujillo - La Libertad?

1.3. Alcances

El alcance del proyecto es a nivel del estudio de tráfico, estudio de suelos.

1.4. Justificación

Con este proyecto de investigación pretendemos dar a conocer la realidad a la que se encuentran expuestos los transportistas y moradores del lugar, tomando como referencia una obra pública, para dar un mayor énfasis a este punto ya que al ser del estado se tendría la suposición de un plan adecuado y organizado en cuanto a este tema.

Este proyecto se justifica académicamente porque permite aplicar procedimientos y metodologías para el estudio comparativo entre los diseños de pavimento flexible y semirrígidos con carpeta asfáltica y base tratada y así poder trabajar con el diseño más adecuado.

El proyecto de investigación es de mucha importancia porque veremos los riesgos que trae consigo no tener una buena infraestructura vial, ya que este punto altera varios aspectos en la vida de la población.

Los beneficiados con este proyecto serán todos los habitantes, peatones y transportistas que transitan por el lugar.

1.4.1. Aportes

La investigación de este trabajo está basado en dar una solución a la zona de estudio y los beneficiados directos con este proyecto serán todas las personas que habitan en el lugar.

Para esto se realizaron estudio de suelos y estudio de tráfico para obtener información que será de mucha importancia para el proyecto.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Realizar un estudio comparativo del diseño del pavimento flexible y semirrígido con carpeta asfáltica y base tratada, para las calles del mercado Nuevo Progreso, sector La Hermelinda - Trujillo - La Libertad.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de tráfico, estudio de mecánica de suelos.
- Determinar parámetros de diseño para pavimentos flexibles y semirrígidos según su metodología.
- Realizar el análisis comparativo entre las metodologías de diseño de pavimento flexible y semirrígido.
- Determinar cuál es el diseño más adecuado, técnica y económicamente, para la zona de estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Gomes Vallejos. Susana Jackelin, (2014) con la tesis titulada: “Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau”, para obtener el título de Ingeniero Civil, universidad privada Antenor Orrego, en la ciudad de Trujillo – Perú, concluye lo siguiente:

Que haciendo calicatas, por la similitud que se encontró en las muestras extraídas lo cual nos dio como material predominante una Arena Arcillosa y Arcilla de mediana plasticidad el cual nos dio como resultado un CBR de Diseño de 8.20 %, este valor es relativamente bajo por el alto porcentaje de finos que se tiene en la muestra.

Burgos Vásquez, Bruno Milton (2014) en la tesis titulada “Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira – El Arenal, en la comuna de Valdivia, para obtener el título, de Ingeniero Civil en Obras Civiles, Universidad Austral de Chile, concluye los siguiente:

Que es importante conocer los parámetros a los que está sujeta la ruta seleccionada, como son el clima, la mecánica de suelos donde tiene gran preponderancia el tipo de suelo en que se va a trabajar como también la conformación de la sub-rasante, sin embargo el factor más importante es la cantidad de flujo vehicular. Bajo estos parámetros la solución más viable es la utilización del pavimento flexible debido a que el Transito Medio Diario Anual (TMDA) al que está sujeto el camino que une Santa Elvira con El Arenal no presenta mayor exigencia en cuanto a los Ejes Equivalentes, también referente a los plazos de puesta en servicio, es indudable que la ventaja la adquiera el pavimentos flexible ya que puede abrirse el tránsito, horas después de terminadas las faenas, lo que no sucede con los pavimentos de hormigón ya que necesitan como máximo de 28 días para alcanzar su mayor resistencia de trabajo. Un aspecto donde obtiene ventaja el pavimento rígido es en la conservación del mismo, debido a su bajo deterioro, su costo de mantención es alrededor del 45% más económico que la mantención del pavimento flexible.

2.2. Definición de términos básicos

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub-rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformado por las siguientes capas: base, sub-base y capa de rodadura.

- a) **Capa de rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
- b) **Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR mayor o igual a 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
- c) **Sub base:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la capa de rodadura. Además se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad de agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR mayor o igual a 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Tiene como función el permitir el tránsito de vehículos:

- ✓ Con seguridad.
- ✓ Con comodidad
- ✓ Con el costo óptimo de operación
- ✓ Superficie uniforme.
- ✓ Superficie impermeable.
- ✓ Color y textura adecuados.
- ✓ Resistencia a la repetición de cargas.
- ✓ Resistencia a la acción del medio ambiente.
- ✓ Que no trasmite a las capas inferiores esfuerzos mayores a su resistencia.

Existen varios tipos de pavimentos; sin embargo, solo se profundizara en dos por el alcance del proyecto: flexible y semirrígido.

2.2.1. Tipos de pavimentos.

2.2.1.1. Pavimento flexible:

Es una estructura compuesta por capas granulares (sub-base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser de caso aditivo. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezcla asfáltica en frio y mezclas asfálticas en caliente. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

- ***Las características fundamentales que se debe cumplir un pavimento flexible son:***

Resistencia estructural: Debe soportar las cargas impuestas por el tránsito que producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. En los pavimentos flexibles se consideran los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. Además de los esfuerzos cortantes también se tienen los producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura. (RAQUEL, 2014)

La resistencia de los materiales interesa desde dos puntos de vista:

- En cuanto a la capacidad de carga que pueden desarrollar las capas constituyentes del pavimento para soportar adecuadamente las cargas del tránsito.
- En cuanto a la capacidad de carga de la capa sub rasante, que constituye el nexo de unión entre el pavimento y la terracería

Deformabilidad: En algunos aspectos importantes el problema es la deformabilidad de los pavimentos, tiene un planeamiento opuesto al de la resistencia. Con respecto a la deformabilidad, dada en la naturaleza de los materiales que forman las capas del pavimento, la deformabilidad suele crecer mucho hacia abajo y la terracería es mucho más deformable que el pavimento

propriadamente dicho. La deformabilidad interesa sobre todo en niveles profundos pues es fácil que las capas superiores tengan niveles de deformación tolerables aún para los altos esfuerzos que en ellas actúan. (RAQUEL, 2014).

Las cargas de tránsito producen en el pavimento deformaciones elásticas y son de recuperación instantánea. Suelen denominarse deformaciones plásticas, a aquellas que permanecen en el pavimento después de cesar la causa deformadora. Bajo la carga móvil y repetida, la deformación tiende a hacerse acumulativa. (RAQUEL, 2014)

Durabilidad: Está ligada a una serie de factores económicos y sociales, la durabilidad que se le dé al camino depende de la importancia de este, en obras de alto tránsito y gran importancia económica se requerirá pavimentos muy duraderos a fin de no tener que recurrir a costosas interrupciones que perjudique el tránsito por la vía. (RAQUEL, 2014)

Costo: Un diseño correcto será el que llegue a satisfacer los requerimientos del servicio a costo mínimo. En general los pavimentos rígidos demandan poco gasto de conservación y se deterioran poco, pero su costo de construcción es alto, los pavimentos flexibles requieren menor inversión inicial, pero un mantenimiento mayor. (RAQUEL, 2014)

Requerimientos de la conservación: Los factores que influyen de gran manera en la vida de un pavimento son: el tráfico, comportamiento de la terracería o capas inferiores, el suelo natural y los agentes externos. (RAQUEL, 2014)

Comodidad: Especialmente en autopistas y caminos de primer orden, los problemas y métodos del diseño de los pavimentos deben verse afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto, dentro de este requisito quedan también, la seguridad que es el más importante de ellos, la estética y el impacto psicológico en el conductor. (RAQUEL, 2014)

Las deformaciones longitudinales de un pavimento van en contra de la comodidad, representa una deficiencia estructural o riesgo de falla. (RAQUEL, 2014)

- *Las capas que generalmente componen la estructura de un pavimento flexible son las siguientes:*

Carpeta asfáltica: es la capa superficial de la estructura. Tiene tres funciones principales: servir como superficie de rodamiento uniforme y estable para permitir el tránsito, impermeabilizar la estructura para evitar en lo posible la percolación del agua al interior del pavimento y ser resistente a los esfuerzos producidos por las cargas aplicadas. (Montejo, 2006).

Base: sirve como apoyo a la carpeta asfáltica y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en un nivel adecuado. (Montejo, 2006)

Sub-base: principalmente cumple con una función económica ya que permite la utilización de materiales de menor calidad en un porcentaje del espesor del pavimento. Entonces, dependiendo de la calidad y el costo del material disponible, se puede utilizar sólo base o sub-base y base. Con la construcción de la sub-base, puede ser que el espesor final de la capa sea mayor pero aun así resultar en un diseño más económico. (Montejo, 2006).

Además puede servir como una capa de transición ya que actúa como un filtro que separa a la base de la sub rasante impidiendo que los finos penetren en la primera y la dañen estructuralmente.

Esta capa ayuda a controlar los cambios volumétricos que podrían tomar lugar en la sub rasante debido a cambios en su contenido de agua o a cambios de temperatura. De esta manera, las deformaciones serían absorbidas por la sub-base evitando que se reflejen en la carpeta asfáltica.

En cuanto a resistencia cumple la misma función que las capas superiores de transmitir los esfuerzos a la sub rasante.

Por último, a través de esta capa se puede drenar el agua e impedir la ascensión capilar. (Montejo, 2006).

Además en la fase de construcción se pueden utilizar ciertos tratamientos como: la capa de sellado que se coloca encima de la carpeta asfáltica para impermeabilizar la superficie, el riego de liga y la capa de imprimación que sirven para asegurar la adherencia entre asfalto antiguo y nuevo en el primer caso, y entre el material granular y la mezcla asfáltica que se colocará encima en el segundo. (Montejo, 2006).

Desde que se comenzaron a construir pavimentos flexibles se han ido elaborando teorías y desarrollando mejoras para el diseño y el análisis de estas estructuras. Algunos de estos avances son mencionados por Huang. Los métodos de diseño pueden ser clasificados dentro de cinco categorías y se detallan a continuación:

- **Métodos empíricos:** se caracterizan, como su nombre lo indica, por estar basados en datos recolectados de campo. Justamente esta característica resulta una desventaja en sí misma ya que el método sólo puede ser utilizado bajo las condiciones ambientales, de los materiales y de carga de las muestras originales. Los resultados no pueden ser extrapolados directamente y haría falta desarrollar un nuevo método para corregir este inconveniente. (Huang, 2004).
- **Métodos para limitar la falla por corte:** el objetivo de estos métodos es evitar que la falla por corte ocurra. Para esto se deben tener en cuenta principalmente las propiedades de cohesión y el ángulo interno de fricción del suelo de las diferentes capas del pavimento y de la sub rasante. Este procedimiento ya no es tan popular debido a que con el incremento del volumen del tráfico y la mayor velocidad a la que llegan los vehículos se hace necesario brindar comodidad a los usuarios y no solo prevenir la falla por corte de los pavimentos. (Huang, 2004).
- **Métodos para limitar las deformaciones:** con estas técnicas se diseña el pavimento con un espesor que impida que se exceda el límite permisible de deflexiones verticales. La ventaja de utilizar deflexiones como criterio principal

es que se pueden medir directamente en campo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que gran cantidad de pavimentos fallan por esfuerzos y tensiones mayores que los esperados y no por deflexiones. (Huang, 2004).

- Métodos de regresión basados en el desempeño de los pavimentos o en las pruebas de las carreteras: estos procedimientos se caracterizan por utilizar ecuaciones de regresión basadas en los resultados de pruebas de caminos existentes. No obstante, presenta la misma desventaja que el método empírico en que dichas ecuaciones sólo corresponden a las condiciones del lugar en que se encontraba la vía. (Huang, 2004).
- Métodos mecanísticos-empíricos: estos métodos incorporan la mecánica de materiales y los datos obtenidos del rendimiento en campo de los pavimentos. Mediante estas metodologías se llega a relacionar las solicitaciones a las que se ve sometida la estructura con la respuesta de la misma, por ejemplo la carga de las llantas con los esfuerzos ocasionados. (Huang, 2004).

Utilizando este procedimiento se ha podido incrementar la confiabilidad del diseño y predecir el tipo de desgaste o deterioro que podría presentar el pavimento. Asimismo, al contrario de otros métodos antes mencionados, se puede extrapolar a partir de los datos de ciertas zonas o condiciones en que se llevan a cabo pruebas a otras circunstancias.

Un hito importante en el desarrollo de los pavimentos flexibles fue la creación de los conceptos de serviciabilidad y confiabilidad, los cuales se explicarán más a detalle posteriormente en el capítulo de diseño. (Huang, 2004).

2.2.1.2. Pavimento semirrígido: Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Comprende los pavimentos cuya estructura está compuesta por una carpeta asfáltica y base tratada con asfalto, con cemento y con cal, esta solución se recomienda aplicar sobre sub rasante de categoría buena o con CBR mayor o igual que 20% y para tráfico mayores a 1'000,000 de EE. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

La estabilización de suelos es un proceso que se realiza a temperatura ambiente, lo que exige el uso de un asfalto que, bajo tal condición, presente una consistencia apropiada para la mezcla con el suelo, esta característica se logra con 2 productos asfáltico. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015).

a) Emulsión asfáltica

Dispersión homogénea de pequeños glóbulos de cemento asfáltico cubiertos por un emulsificante, dentro de una fase continua acuosa.

El emulsificante es un producto que disminuye la tensión entre el asfalto y el agua, permitiendo que el asfalto se mantenga disperso en el agua en forma de pequeños glóbulos. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015).

Las moléculas del emulsificante tienen un extremo de naturaleza orgánica que es afín con el asfalto y otro cargado eléctricamente que manifiesta afinidad por el agua. Si esta carga es negativa, la emulsión es aniónica, mientras que, si es positiva, la emulsión se denomina catiónica. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015)

Las emulsiones catiónicas exhiben un comportamiento satisfactorio frente a la mayoría de los agregados pétreos, motivo por el cual son las más utilizadas. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015)

El tipo y cantidad del agente emulsificante determinan en gran medida la velocidad con la cual se produce la rotura de la emulsión (separación de las dos fases). Existen emulsiones de rotura rápida (RR), de rotura media (RM) y de rotura lenta (RL).

Las emulsiones apropiadas para la estabilización de suelos son las de rotura lenta. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015)

b) Asfalto espumado

El asfalto espumado se forma por la inyección de una pequeña cantidad de agua fría del orden de 2% del peso del asfalto y aire comprimido a una masa de cemento asfáltico caliente. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015)

Al entrar el agua en contacto con el asfalto caliente se convierte en vapor, el cual queda atrapado dentro de diminutas burbujas de asfalto, formándose una espuma de gran volumen.

Después de algunos segundos, la espuma se enfría y el vapor en las burbujas se condensa causando el colapso y la desintegración de la espuma. Entonces, el cemento asfáltico recupera tanto su volumen inicial como sus propiedades reológicas originales. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015).

2.2.1.2.1. Suelos adecuados para estabilizar con emulsión asfáltica

a) Suelos de grano fino

La posibilidad de estabilizar suelos de grano fino con asfalto depende de su plasticidad y de la cantidad de material que pasa el tamiz # 200.

Un exceso de partículas finas se traduce en una superficie específica muy grande, que exigiría una proporción considerable de asfalto para cubrir la superficie de todas las partículas. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015).

b) Estructura de una vía

Con el fin de dar aclaración sobre el tema se explica brevemente de que se trata una estructura de una vía la cual se define como estructura construida sobre la sub rasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: sub base, base y rodadura. (Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia , 2015)

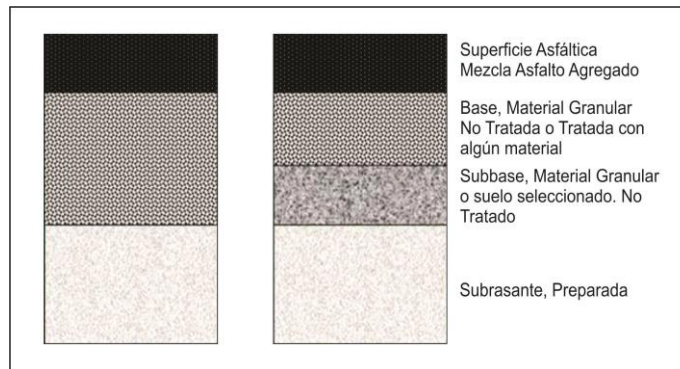


Figura 2: Estructura de una vía

c) Base granular

Es la capa que conforma la estructura del pavimento ubicada entre la sub-base y la capa de rodadura, esta capa está constituida por piedra de buena calidad triturada, grava y mezclada con material de relleno, arena y suelo, en su estado natural. (David, 2013).

Los materiales que forman esta capa deben ser clasificados para formar una base integrante de la estructura de pavimento.

Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, todas estas propiedades dependerán de la relación entre la cantidad de finos y de agregado grueso. (David, 2013).

d) Base estabilizada

Es la capa que conforma la estructura del pavimento ubicada entre la sub-base y la capa de rodadura, esta capa está constituida por piedra de buena calidad triturada grava y mezclada con material de relleno, arena y suelo, esta mezcla se combina con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia, para constituir una base integrante del pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a la capa de Sub-base. (David, 2013).

Los materiales estabilizadores más utilizados son: asfalto, enzimas, emulsiones asfálticas, cemento y cal. (David, 2013).

e) Superficie de rodadura

Es la capa que conforma la estructura del pavimento más externa, se coloca sobre la base. (David, 2013).

La función principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para el ingreso del agua lluvia por filtración que puede saturar las capas inferiores. (David, 2013)

La capa de rodadura evita el deterioro de las capas inferiores a causa del tránsito de vehículos. (David, 2013).

La capa de rodadura aumenta la capacidad soporte del pavimento, por que absorbe cargas, este aumento es apreciable para espesores mayores a 4 centímetros, en el caso de riegos superficiales se considera el aumento nulo. (David, 2013).

CAPITULO III

HIPÓTESIS

CAPITULO III. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

El diseño de pavimento flexible, es más adecuado que el diseño de pavimento semirrígido con carpeta asfáltica y base tratada, para las calles que se encuentran entre las avenidas principales; Av. Las Américas y la Avenida 7 de Julio.

3.2. Variables

VI: Diseño de pavimento Flexible y pavimento Semirrígido con base tratada.

VD.: EAL de diseño, CBR de diseño.

CAPITULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

CAPITULO IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Diseño de técnicas de recolección de información:

Observación directa en la zona de estudio.

Las técnicas y recolección de datos para la presente investigación será la observación, las cuales se utilizarán con el fin de recopilar datos sobre la situación existente, el cual nos ayudará a asegurar la investigación.

4.2. Población y muestra

4.2.1. Población

Las vías en el mercado Nuevo Progreso - Sector La Hermelinda - Distrito de Trujillo.

4.2.2. Muestra

Mercado Nuevo Progreso sector La Hermelinda - Trujillo - La Libertad.

Calles: Av. Las Américas, Av. 7 de Julio, Calle Pucara y Calle El progreso.

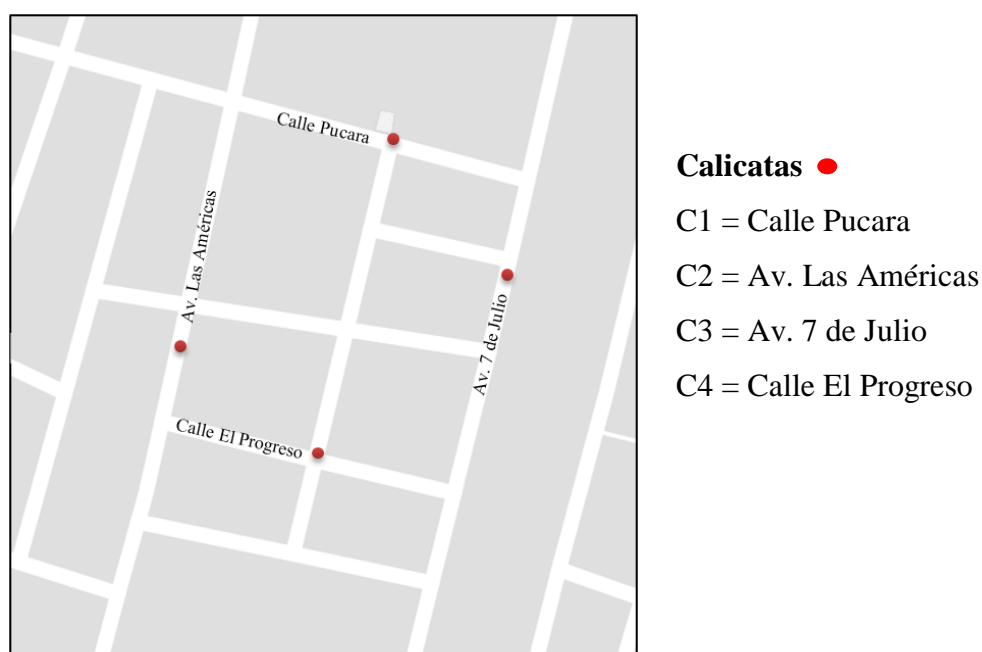


Figura 3: Ubicación de las Calicatas

4.3. Metodología

Investigación Descriptiva: Porque comparamos a través de la descripción dos métodos existentes.

CAPITULO V

DESARROLLO

CAPITULO V. DESARROLLO

5.1. ESTUDIO DE SUELOS

5.1.1. Introducción

La exploración e investigación del suelo es muy importante, tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento.

Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

5.1.2. Objetivo

- Determinar el tipo de suelo.
- Determinar el CBR.

5.1.3. Alcance del estudio

La información que será levantada servirá de un lado como base para determinar el tipo de suelo, y el CBR.

El estudio de suelos se realizó en las Av. 7 de julio, Av. Las Américas, Calle. Pucara, Calle. El Progreso.

5.1.4. Ensayos de laboratorio.

- Contenido de Humedad ASTM -2216.
- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D- 422.
- Ensayo de relación de soporte de California (CBR).
- Proctor Modificado.
- Perfil Estratificado

5.1.5. Características del subsuelo

- Arena Pobremente Graduada.

5.1.6. Clasificación del suelo a través de calicatas

Tabla 1: Clasificación del suelo a través de calicatas

CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3	CALICATA 4
(2.00 m)	(2.00 m)	(2.00 m)	(2.00 m)
Arena Pobrementemente	Arena Pobrementemente	Arena Pobrementemente	Arena Pobrementemente
Graduada	Graduada	Graduada	Graduada

Tabla 2: Cuadro de resumen de la característica del suelo

NOMBRE DEL PROYECTO: “ESTUDIO COMPARATIVO DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO CON CARPETA ASFÁLTICA Y BASE TRATADA, PARA LAS CALLES DEL MERCADO NUEVO PROGRESO SECTOR LA HERMELINDA - TRUJILLO - LA LIBERTAD”

UBICACIÓN: HERMELINDA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

MUESTRA DE CALICATA N°	HUMEDAD DE LA PROFUNDIDAD		Granulometría % pasa				CLASIFICACION		COMPACTACION				CBR (%)	Descripción
	%	m	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	AASTHO	SUCS	Proctor Mod. (g/cm3)	Humedad Optimo %	Dens. Terr. (g/cm3)	% de compactación		
C-1	17.24	2.00	98.57	64.48	9.6	2.11	A-1-b (0)	SP	1.87	10.25	___	___	12.80	Arena Pobrementemente Graduada
C-2	16.51	2.00	98.61	63.93	9.32	2.43	A-1-b (0)	SP	1.93	9.13	___	___	14.30	Arena Pobrementemente Graduada
C-3	16.65	2.00	96.24	66.89	12.26	2.76	A-1-b (0)	SP	1.93	9.43	___	___	16.50	Arena Pobrementemente Graduada
C-4	15.4	2.00	96.21	66.86	16.37	2.61	A-1-b (0)	SP	1.94	10.34	___	___	12.60	Arena Pobrementemente Graduada

5.1.7. Resultados

- Como resultado del ensayo de CBR se obtuvo 4 valores parecidos y/o similares $C1=12.80\%$, $C2=14.30\%$, $C3=16.50\%$ y $C4=12.60\%$, los cuales se encuentran dentro del mismo rango de categoría de Sub rasante (S_3 Sub rasante buena, de $CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$), según el (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).
- Para evitar el sobre costo en la capa de rodadura, dividimos la sección con la finalidad de agrupar sub sectores con valores de CBR similares ($C1=12.80\%$ y $C4=12.60\%$) y ($C2=14.30\%$, y $C3=16.50\%$), de estos dos grupos obtendremos el valor promedio en cada una de ellas.

5.2. ESTUDIO DE CANTERA

Como ya se ha mencionado anteriormente, la estructura del pavimento está conformada por capas granulares, las cuales provienen de las canteras próximas a la obra.

En este caso, existe una cantera cercana a la zona de estudio, esta es: la cantera “El Milagro” que está ubicada en el Km. 586+600 de la Panamericana Norte, al lado izquierdo.

5.2.1. Requisitos para los materiales Granulares

5.2.1.1. Subbase

Para la construcción de afirmados y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras clasificados y aprobados por el Supervisor o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000).

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000).

En ambos casos, las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000).

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000).

Para el traslado del material para conformar subbases y bases al lugar de obra, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado, a fin de evitar que afecte a los trabajadores

y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000)

Los montículos de material almacenados temporalmente en las canteras y plantas se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos y protegerlos de excesiva humedad cuando llueve. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2000).

Tabla 3: Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC.

Además, el material también debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 4: Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	> 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx	50 % máx
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín	40 % mín
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25 % máx	25 % máx
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6 % máx	4 % máx
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25 % mín	35 % mín
Sales Solubles	MTC E 219			1 % máx.	1 % máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)	MTC E 211	D 4791		20 % máx	20 % máx

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC.

5.2.1.2. Base

Así como para la subbase, para la base también existen cuatro gradaciones.

Tabla 5: Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (N° 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC.

Además, también existen requerimientos tanto para el agregado grueso como para el agregado fino.

a) Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Deberán cumplir las siguientes características:

Tabla 6: Requerimientos Agregado Grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80 % min.	80 % min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40 % min.	50 % min.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	C 131	T 96	40 % máx	40 % max
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15 % máx.	15 % máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5 % máx.	0.5 % máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	.-.	12 % máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	.-.	18 % máx

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC.

b) Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Tabla 7: Requerimientos Agregado Fino

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Índice Plástico	MTC E 111	4 % máx	2% máx
Equivalente de arena	MTC E 114	35 % mín	45% mín
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55 % máx	0,5% máx
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 % mín	35% mín

Fuente: Manual de ensayos de materiales para carreteras (EM-2000) del MTC.

5.2.2. CANTERA

5.2.2.1. Cantera El Milagro

Ubicación: Se ubica en el Km. 586+600 de la Panamericana Norte, al lado izquierdo.

Accesibilidad: A partir del Km. 586+600, seguir 1.9 Km. hasta el Km. 584+700 de la Panamericana Norte y luego avanzar por el lado izquierdo a través de una trocha carrozable en regular estado de conservación de longitud promedio 1.4 km se logra llegar al centro de gravedad de la cantera; completando una longitud total de 3.3 Km.

Descripción: El material corresponde a depósitos aluviales, constituidos por una mezcla de gravas de forma sub-redondeadas a redondeadas, envueltas en arena de grano grueso y angulosa, color marrón claro, bajo contenido de humedad, contiene cantos rodados de tamaño máximo de 8.0” y un porcentaje promedio bloques mayores a las 20.0” de 2%. El material clasifica en sistema AASHTO como A-1-b (0).

Propietario: Propiedad particular. Esta cantera, en la actualidad es explotada por diferentes concesionarios, por lo cual su utilización requiere coordinación con los correspondientes representantes.

Potencia: Tiene una potencia total calculada de 103041.68 m³.

Usos Propuestos: Sub base, Base Granular, Mezcla Asfáltica en Caliente y Tratamiento Superficial Bicapa.

Explotación: La extracción y explotación se realizará con cargador frontal, tractor, volquetes y retroexcavadora, requiere adicionalmente limpieza superficial por la presencia de material de restos sólidos y orgánicos (basura).

Tratamiento: Por uso se requiere el siguiente tratamiento.

- Sub base granular: Zarandeo y Mezclado.
- Base Granular: Trituración Secundaria, Zarandeo y Mezclado.
- Mezcla Asfáltica: Trituración Secundaria, Zarandeo y Mezclado.
- Tratamiento Superficial Bicapa: Zarandeo y Trituración Secundaria.

Se podrán utilizar zarandas estáticas o vibratorias. La explotación se puede realizar durante todo el año.

Rendimiento: Por uso se tiene un rendimiento estimado de:

Sub base Granular	80%
Base Granular	90%
Mezcla Asfáltica.....	90%
Tratamiento Superficial Bicapa.....	50 %

Periodo De Explotación: Los 12 meses del año.

Evaluación: El material registrado en la cantera alcanza un estrato de potencia promedio de 2.00 m. conformado por gravas de forma sub-redondeadas a redondeadas, envueltas en matriz arenosa gruesa, de regular peso específico, mediana a buena resistencia al golpe y textura lisa, color gris, seca, no presenta plasticidad, de consistencia media y compacidad media. Las calicatas ejecutadas en esta cantera se presentan en la siguiente tabla, en donde se muestran las coordenadas de las mismas y el número de muestras obtenidas:

Tabla 8: Prospecciones Efectuadas en Calicatas

CALICATA	COORDENADAS		LADO	N° MUESTRA
	NORTE	ESTE		
C-01	9,112,808	711,855	Izquierdo	1
C-02	9,112,828	711,792	Izquierdo	1
C-03	9,112,928	711,824	Izquierdo	1
C-04	9,113,079	711,968	Izquierdo	1
C-05	9,113,049	711,848	Izquierdo	1
C-06	9,112,902	711,942	Izquierdo	1
C-07	9,113,116	711,863	Izquierdo	1
C-08	9,113,082	711,861	Izquierdo	1
C-09	9,113,001	711,845	Izquierdo	1
C-10	9,112,968	711,845	Izquierdo	1
C-11	9,112,870	711,833	Izquierdo	1
C-12	9,112,875	711,897	Izquierdo	1
C-13	9,112,971	711,909	Izquierdo	1
C-14	9,113,055	711,922	Izquierdo	1
C-15	9,113,023	711,957	Izquierdo	1

La evaluación de los resultados obtenidos se presenta en la tabla adjunta. A partir de lo anterior se concluye que los agregados pétreos satisfacen los requisitos de calidad para la conformación de Sub base Granular, Base Granular, Mezcla asfáltica, TSB y Concreto Hidráulico conforme a las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000).

Tabla 7: Resumen de Resultados de Ensayos de Laboratorio

ENSAYOS DE LABORATORIO EJECUTADOS	RELLENO			NORMA MTC			CANTERA EL MILAGRO			
	RELLENO	SUB BASE	BASE	ASFALTO	CONCRETO	PROM	SUB BASE	BASE	ASFALTO	CONCRETO
LL N° 40 (%)	-	25%	-	-	-	17.16	Ok.	-	-	-
IP N° 40 (%)	10%	6% Max.	4% Max.	NP	-	NP	Ok.	Ok.	Ok.	-
IP N° 200 (%)	-	-	-	4% Max.	-	NP	-	-	Ok.	-
ABRASIÓN (%)	60% Max.	50% Max.	40% Max.	40% Max.	40% Max.	27.20	Ok.	Ok.	Ok.	Ok.
CBR 2.5 mm	-	40% Min.	80% Min.	-	-	101.50	Ok.	Ok.	-	-
EQUIVALENTE ARENA (%)	-	25% Min.	35% Min.	55% Min.	65% Min.	73.0	Ok.	Ok.	Ok.	Ok.
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	-	20% Max.	15% Max.	10% Max.	-	5.00	Ok.	Ok.	Ok.	-
CARAS DE FRACTURA (1 ó, mas)	-	-	80% Min.	85% Min.	-	100.0	-	Ok.	Ok.	-
CARAS DE FRACTURA (2 ó, mas)	-	-	40% Min.	50% Min.	-	84.8	-	Ok.	Ok.	-
DURABILIDAD ARENA (%)	-	-	-	-	15% Max.	0.38	-	-	-	Ok.
DURABILIDAD PIEDRA (%)	-	-	18% Max.	18% Max.	12% Max.	2.55	-	Ok.	Ok.	Ok.
INDICE DE DURABILIDAD PIEDRA (%)	-	-	-	35% Min.	-	43.4	-	Ok.	Ok.	-
INDICE DE DURABILIDAD ARENA (%)	-	-	35% Min.	35% Min.	-	66.47	-	Ok.	Ok.	-
ANGULARIDAD DEL AGREG. FINO (%)	-	-	-	40% Min.	-	-	-	-	Ok.	-
CL ARENA (%)	-	-	-	-	0.10% Max.	-	-	-	-	-
CL PIEDRA (%)	-	-	-	-	0.10% Max.	-	-	-	-	-
SO4 ARENA (%)	-	-	-	-	0.06% Max.	-	-	-	-	-
SO4 PIEDRA (%)	-	-	-	-	0.60% Max.	-	-	-	-	-
SST ARENA (%)	-	1% Max.	0.55% Max.	0.50% Max.	-	0.06	Ok.	Ok.	Ok.	-
SST PIEDRA (%)	-	1% Max.	0.50% Max.	0.50% Max.	-	0.03	Ok.	Ok.	Ok.	-
ADHERENCIA STRIPPING PEN 60/70	-	-	-	95	-	95.00	-	-	-	-
ADHERENCIA RIEDEL WEBER PEN 60/70	-	-	-	4% Min.	-	Grado 3	-	-	Ok (*)	-

Se puede concluir que el material analizado puede utilizarse como material de Sub-Base Granular, Base Granular, Concreto Hidráulico, Tratamiento Superficial Bicapa y Mezcla Asfáltica en Caliente.

5.2.3. RESULTADO:

Se puede verificar en los cuadros contenidos en la ficha técnica de la Cantera “El Milagro”, que el CBR del material que proporciona para la base y subbase es del 80% Min. Y 40% Min. Respectivamente.

Basándonos en esta información asumiremos como CBR FINAL de la base, un valor mayor al 80 % Min. Debido que a este material se la añadirá un tratamiento con asfalto, lo cual aumenta este valor.

5.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

5.3.1. Introducción

Uno de los aspectos más importantes, si no el determinante para el diseño es determinar el flujo de vehículos; es decir, qué tipo de vehículos transitan por la zona a analizar, según la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2003).

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos. (Vallejos, 2014).

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia. (Pautas Pavimentos, 2015).

Dentro del sector transporte, los proyectos de Vías Urbanas tienen como objetivo dotar a las ciudades del país de la infraestructura requerida, que permita movilizar pasajeros y carga entre diferentes orígenes y destinos, de acuerdo al deseo de viajes de los ciudadanos y centros productivos, tanto al interior de las ciudades como sus conexiones con el exterior. El conjunto de estas vías son parte de un sistema de red de movilización de los medios de transporte vehicular que permite la integración del país con otros mercados y sociedades. (Vallejos, 2014).

5.3.2. Objetivo

- Obtener información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio.
- Obtener la clasificación por tipo de vehículos.
- Proyección de la demanda de tráfico para los próximos 20 años.

5.3.3. Alcance Del Estudio

La información que será levantada servirá de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis y en este contexto, para establecer el número de Ejes Equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. El

estudio del conteo vehicular se realizará en las avenidas principales tales como las Av. Las Américas y la Av. 7 de Julio.

5.3.4. Metodología de Trabajo

Lo más importante es determinar el tipo de vehículo que transita por la zona de acuerdo al tipo de ejes que lo conforman y la cantidad de ellos. Esto es importante porque dependiendo del peso que cargue cada eje se le asignará un factor destructivo sobre la vía dependiendo del tipo de pavimento a utilizar.

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 Ton. De peso, con neumáticos a la presión de 80 lb/pulg². Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento (Pautas Pavimentos, 2015).

5.3.5. Cálculo del IMDA (Índice Medio Diario Anual)

Tabla 9: Cálculo del IMDA (Av. 7 de Julio)

ESTACIÓN: AV. 7 DE JULIO
FECHA: JULIO DE 2017
SENTIDO: AMBOS

DATOS								
FECHA	SUMA DE AUTOS	SUMA DE MOTOS	SUMA DE COMBIS	SUMA DE MICROS	SUMA DE CAMIÓN 2E	SUMA DE CAMIÓN 3E	SUMA DE CAMIÓN 4E	SUMA TOTAL
viernes, 16 de junio de 2017	3384	1305	1241	270	324	63	18	6605
sábado, 17 de junio de 2017	3376	1363	1235	262	329	71	21	6657
domingo, 18 de junio de 2017	3362	1352	1229	271	348	76	31	6669
lunes, 19 de junio de 2017	3356	1321	1221	253	321	58	12	6542
martes, 20 de junio de 2017	3347	1230	1213	241	286	42	10	6369
TOTAL GENERAL	16825	6571	6139	1297	1608	310	92	32842
IMDA	3365	1314	1228	259	322	62	18	6568

Tabla 10: Calculo del IMDA (AV. LAS AMÉRICAS)

ESTACIÓN: AV. LAS AMÉRICAS
FECHA: JULIO DE 2017
SENTIDO: AMBOS

DATOS						
FECHA	SUMA DE AUTOS	SUMA DE MOTOS	SUMA DE COMBIS	SUMA DE CAMIÓN 2E	SUMA DE CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
viernes, 16 de junio de 2017	981	630	180	90	19	1900
sábado, 17 de junio de 2017	973	523	126	63	27	1712
domingo, 18 de junio de 2017	991	586	108	61	21	1767
lunes, 19 de junio de 2017	956	472	101	58	37	1624
martes, 20 de junio de 2017	931	320	111	60	33	1455
TOTAL GENERAL	4832	2531	626	332	137	8458
IMDA	966	506	125	66	27	1692

Tabla 11: Calculo del IMDA (AV. PUCARA)

ESTACIÓN: Calle. PUCARA
FECHA: JULIO DE 2017
SENTIDO: AMBOS

DATOS						
FECHA	SUMA DE AUTOS	SUMA DE MOTOS	SUMA DE COMBIS	SUMA DE CAMIÓN 2E	SUMA DE CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
viernes, 16 de junio de 2017	27	207	30	63	18	345
sábado, 17 de junio de 2017	252	180	36	36	45	549
domingo, 18 de junio de 2017	234	261	54	45	36	630
lunes, 19 de junio de 2017	261	225	45	18	27	576
martes, 20 de junio de 2017	198	180	45	17	36	476
TOTAL GENERAL	972	1053	210	179	162	2576
IMDA	194	211	42	36	32	515

Tabla 12: Calculo del IMDA (AV. PROGRESO)

ESTACIÓN: Calle. PROGRESO
FECHA: JULIO DE 2017
SENTIDO: AMBOS

DATOS						
FECHA	SUMA DE AUTOS	SUMA DE MOTOS	SUMA DE COMBIS	SUMA DE CAMIÓN 2E	SUMA DE CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
viernes, 16 de junio de 2017	540	315	54	36	18	963
sábado, 17 de junio de 2017	522	321	46	20	12	921
domingo, 18 de junio de 2017	585	330	41	23	10	989
lunes, 19 de junio de 2017	551	326	35	21	8	941
martes, 20 de junio de 2017	468	315	31	19	5	838
TOTAL GENERAL	2666	1607	207	119	53	4652
IMDA	533	321	41	24	11	930

Tabla 13: Resumen del cálculo del Índice Medio Diario Anual

AVENIDAS	AV. 7 DE JULIO	AV. LAS AMÉRICAS	Calle. PUCARA	Calle. PROGRESO
IMDA	6568	1692	515	930

Tabla 14: Tasas promedio de crecimiento anual del tráfico

Tipo de Vehículos	Tasa de Crecimiento
Vehículos Ligeros	4.2%
Combi	3.7%
Microbús	1.6%
Camión 2-3 Ejes	5.1%

Fuente: (Ing. Paola Quiroz; Ing German Huerta, 2015)

5.3.6. Demanda de tráfico proyectada

Tabla 15: Proyección del tráfico normal en la Av. 7 Julio

Estación: Av. 7 Julio

AÑOS	VEHÍCULOS LIGEROS			CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	CAMIÓN 4E	SUMA TOTAL
	COMBIS	MICROS					
2013(TC)	4.20%	3.70%	1.60%	5.10%	5.10%	5.10%	3.70%
2017	4679	1228	259	322	62	18	6,568
2018	4,876	1,273	264	338	65	19	6,835
2019	5,081	1,320	268	355	68	20	7,112
2020	5,294	1,369	272	373	72	21	7,401
2021	5,516	1,420	276	392	76	22	7,702
2022	5,748	1,472	281	412	80	24	8,017
2023	5,989	1,527	285	433	84	25	8,343
2024	6,241	1,583	290	456	88	26	8,684
2025	6,503	1,642	295	479	92	27	9,038
2026	6,776	1,703	299	503	97	29	9,407
2027	7,061	1,766	304	529	102	30	9,792
2028	7,357	1,831	309	556	107	32	10,192
2029	7,666	1,899	314	584	113	33	10,609
2030	7,988	1,969	319	614	118	35	11,043
2031	8,324	2,042	324	645	124	37	11,496
2032	8,673	2,117	329	678	131	39	11,967
2033	9,038	2,196	334	713	137	41	12,459
2034	9,417	2,277	340	749	144	43	12,970
2035	9,813	2,361	345	787	152	45	13,503
2036	10,225	2,449	351	827	160	47	14,059

Tabla 16: Proyección del tráfico normal en la Av. Las Américas

Estación: Av. Las Américas					
AÑOS	VEHÍCULOS		CAMIÓN		SUMA
	LIGEROS	COMBIS	2E	3E	TOTAL
2013(TC)	4.20%	3.70%	5.10%	5.10%	4.53%
2017	1473	125	66	27	1,692
2018	1,534	130	70	29	1,763
2019	1,599	135	73	30	1,837
2020	1,666	140	77	32	1,915
2021	1,736	145	81	33	1,995
2022	1,809	150	85	35	2,079
2023	1,885	156	90	37	2,167
2024	1,964	162	94	39	2,259
2025	2,047	167	99	41	2,354
2026	2,133	174	104	43	2,453
2027	2,222	180	109	45	2,556
2028	2,315	187	115	47	2,664
2029	2,413	194	121	50	2,777
2030	2,514	201	127	52	2,894
2031	2,620	208	133	55	3,016
2032	2,730	216	140	58	3,143
2033	2,844	224	147	61	3,276
2034	2,964	232	155	64	3,414
2035	3,088	241	163	67	3,559
2036	3,218	250	171	71	3,709

Tabla 17: Proyección del tráfico normal en la Calle. Pucara

AÑOS	VEHÍCULOS		CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA
	LIGEROS	COMBIS	2E	3E	TOTAL
2013(TC)	4.20%	3.70%	5.10%	5.10%	4.53%
2017	405	42	36	32	515
2018	422	44	38	34	537
2019	440	45	40	36	560
2020	458	47	42	38	584
2021	477	49	44	40	609
2022	498	50	46	42	635
2023	518	52	48	44	663
2024	540	54	51	46	691
2025	563	56	53	48	721
2026	587	58	56	51	751
2027	611	60	59	53	784
2028	637	63	62	56	817
2029	664	65	65	59	852
2030	691	67	68	62	889
2031	720	70	72	65	927
2032	751	72	76	68	967
2033	782	75	79	72	1,008
2034	815	78	83	76	1,052
2035	849	81	88	79	1,097
2036	885	84	92	83	1,144

Tabla 18: Proyección del tráfico normal en la Calle. Progreso

Estación: Calle. Progreso					
AÑOS	VEHÍCULOS		CAMIÓN		SUMA
	LIGEROS	COMBIS	2E	3E	TOTAL
2013(TC)	4.20%	3.70%	5.10%	5.10%	4.53%
2017	855	41	24	11	930
2018	891	43	25	11	970
2019	928	45	26	12	1,010
2020	967	46	28	12	1,053
2021	1,008	48	29	13	1,097
2022	1,050	50	31	14	1,144
2023	1,094	52	32	14	1,192
2024	1,140	53	34	15	1,242
2025	1,188	55	35	16	1,294
2026	1,238	57	37	17	1,349
2027	1,290	60	39	17	1,406
2028	1,344	62	41	18	1,465
2029	1,400	64	43	19	1,527
2030	1,459	66	45	20	1,591
2031	1,520	69	48	21	1,658
2032	1,584	71	50	22	1,728
2033	1,651	74	53	24	1,801
2034	1,720	77	55	25	1,877
2035	1,792	80	58	26	1,956
2036	1,868	83	61	27	2,039

Tabla 19: Resumen de Proyección del tráfico normal en las Av. Estudiadas

AVENIDAS	AV. 7 DE JULIO	AV. LAS AMÉRICAS	Calle. PUCARA	Calle. PROGRESO
AÑO 2036	14,059	3,709	1,144	2,039

5.3.7. Tráfico Generado

El tráfico generado o inducido corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejor infraestructura.

En este caso, con una superficie de rodadura pavimentada.

A continuación se presenta el cuadro de tráfico generado para la situación con proyecto con un aumento de 10% sobre el tráfico normal.

Tabla 20: Proyección del tráfico Generado en la Av. 7 Julio

AÑOS	VEHÍCULOS			CAMIÓN			SUMA TOTAL
	LIGEROS	COMBIS	MICROS	2E	CAMIÓN 3E	CAMIÓN 4E	
2017	468	123	26	32	6	2	657
2018	488	127	26	34	7	2	683
2019	508	132	27	36	7	2	711
2020	529	137	27	37	7	2	740
2021	552	142	28	39	8	2	770
2022	575	147	28	41	8	2	802
2023	599	153	29	43	8	3	834
2024	624	158	29	46	9	3	868
2025	650	164	30	48	9	3	904
2026	678	170	30	50	10	3	941
2027	706	177	30	53	10	3	979
2028	736	183	31	56	11	3	1,019
2029	767	190	31	58	11	3	1,061
2030	799	197	32	61	12	4	1,104
2031	832	204	32	65	12	4	1,150
2032	867	212	33	68	13	4	1,197
2033	904	220	33	71	14	4	1,246
2034	942	228	34	75	14	4	1,297
2035	981	236	35	79	15	5	1,350
2036	1,023	245	35	83	16	5	1,406

Tabla 21: Proyección del tráfico Generado en la Av. Las Américas

Estación: Av. Las Américas					
AÑOS	VEHÍCULOS LIGEROS	COMBIS	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
2017	147	13	7	3	169
2018	153	13	7	3	176
2019	160	13	7	3	184
2020	167	14	8	3	191
2021	174	14	8	3	200
2022	181	15	9	4	208
2023	188	16	9	4	217
2024	196	16	9	4	226
2025	205	17	10	4	235
2026	213	17	10	4	245
2027	222	18	11	5	256
2028	232	19	11	5	266
2029	241	19	12	5	278
2030	251	20	13	5	289
2031	262	21	13	6	302
2032	273	22	14	6	314
2033	284	22	15	6	328
2034	296	23	15	6	341
2035	309	24	16	7	356
2036	322	25	17	7	371

Tabla 22: Proyección del tráfico Generado en la Calle. Pucara**Estación:** Calle. Pucara

AÑOS	VEHÍCULOS LIGEROS	COMBIS	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
2017	41	4	4	3	52
2018	42	4	4	3	54
2019	44	5	4	4	56
2020	46	5	4	4	58
2021	48	5	4	4	61
2022	50	5	5	4	64
2023	52	5	5	4	66
2024	54	5	5	5	69
2025	56	6	5	5	72
2026	59	6	6	5	75
2027	61	6	6	5	78
2028	64	6	6	6	82
2029	66	7	7	6	85
2030	69	7	7	6	89
2031	72	7	7	7	93
2032	75	7	8	7	97
2033	78	8	8	7	101
2034	82	8	8	8	105
2035	85	8	9	8	110
2036	89	8	9	8	114

Tabla 23: Proyección del tráfico Generado en la Calle. Progreso

Estación: Calle. Progreso					
AÑOS	VEHÍCULOS	COMBIS	CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA
	LIGEROS		2E	3E	TOTAL
2017	87	4	2	1	95
2018	91	4	3	1	99
2019	95	4	3	1	103
2020	99	5	3	1	108
2021	103	5	3	1	112
2022	107	5	3	1	117
2023	112	5	3	1	122
2024	117	5	3	2	127
2025	122	6	4	2	132
2026	127	6	4	2	138
2027	132	6	4	2	144
2028	137	6	4	2	150
2029	143	6	4	2	156
2030	149	7	5	2	162
2031	156	7	5	2	169
2032	162	7	5	2	176
2033	169	7	5	2	184
2034	176	8	6	2	192
2035	183	8	6	3	200
2036	191	8	6	3	208

Tabla 24: Resumen Proyección del tráfico Generado en la Av. Estudiadas

AVENIDAS	AV. 7 DE JULIO	AV. LAS AMÉRICAS	Calle. PUCARA	Calle. PROGRESO
AÑO 2036	1406	371	114	208

5.3.8. Proyección del tráfico total

El tráfico total que circulará por el tramo en estudio, durante el periodo de servicio de 20 años, será el que resulte de la sumatoria del tráfico normal más el tráfico generado o inducido. A continuación se presenta los cuadros de tráfico total proyectado.

Tabla 25: Proyección del tráfico Normal + Generado en la Av. 7 Julio

Estación: Av. 7 Julio

AÑOS	VEHÍCULOS			CAMIÓN	CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA TOTAL
	LIGEROS	COMBIS	MICROS	2E	3E	4E	
2017	5147	1351	285	354	68	20	7,225
2018	5,363	1,400	290	372	72	21	7,518
2019	5,589	1,452	295	391	75	22	7,823
2020	5,823	1,506	299	410	79	23	8,141
2021	6,068	1,562	304	431	84	24	8,472
2022	6,323	1,619	309	453	88	26	8,819
2023	6,588	1,680	314	476	92	28	9,177
2024	6,865	1,741	319	502	97	29	9,552
2025	7,153	1,806	325	527	101	30	9,942
2026	7,454	1,873	329	553	107	32	10,348
2027	7,767	1,943	334	582	112	33	10,771
2028	8,093	2,014	340	612	118	35	11,211
2029	8,433	2,089	345	642	124	36	11,670
2030	8,787	2,166	351	675	130	39	12,147
2031	9,156	2,246	356	710	136	41	12,646
2032	9,540	2,329	362	746	144	43	13,164
2033	9,942	2,416	367	784	151	45	13,705
2034	10,359	2,505	374	824	158	47	14,267
2035	10,794	2,597	380	866	167	50	14,853
2036	11,248	2,694	386	910	176	52	15,465

Tabla 26: Proyección del tráfico Normal + Generado en la Av. Las Américas

Estación:	Av. Las Américas				
AÑOS	VEHÍCULOS LIGEROS	COMBIS	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
2017	1620	138	73	30	1,861
2018	1,688	143	77	32	1,939
2019	1,759	148	81	33	2,021
2020	1,833	154	85	35	2,106
2021	1,910	159	89	37	2,195
2022	1,990	165	94	39	2,287
2023	2,073	171	98	41	2,384
2024	2,161	178	104	43	2,484
2025	2,251	184	109	45	2,589
2026	2,346	191	114	47	2,698
2027	2,444	198	120	50	2,812
2028	2,547	205	126	52	2,931
2029	2,654	213	133	55	3,054
2030	2,765	221	139	58	3,183
2031	2,882	229	147	61	3,318
2032	3,003	237	154	64	3,458
2033	3,129	246	162	67	3,604
2034	3,260	255	170	70	3,756
2035	3,397	265	179	74	3,915
2036	3,540	275	188	78	4,080

Tabla 27: Proyección del tráfico Normal + Generado en la Calle. Pucara**Estación:** Calle. Pucara

AÑOS	VEHÍCULOS LIGEROS	COMBIS	CAMIÓN 2E	CAMIÓN 3E	SUMA TOTAL
2017	492	46	38	33	610
2018	513	48	40	35	636
2019	535	50	42	37	663
2020	557	51	44	39	692
2021	580	53	47	41	721
2022	605	55	49	43	752
2023	630	57	52	45	784
2024	657	60	54	47	818
2025	684	62	57	50	853
2026	713	64	60	52	889
2027	743	66	63	55	927
2028	774	69	66	58	967
2029	807	71	69	61	1,008
2030	841	74	73	64	1,051
2031	876	77	77	67	1,096
2032	913	80	81	71	1,143
2033	951	83	85	74	1,192
2034	991	86	89	78	1,244
2035	1,033	89	93	82	1,297
2036	1,076	92	98	86	1,352

Tabla 28: Proyección del tráfico Normal + Generado en la Calle. Progreso

Estación: Calle. Progreso

AÑOS	VEHÍCULOS	COMBIS	CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA
	LIGEROS		2E	3E	TOTAL
2017	962	46	26	12	1,045
2018	1,002	47	28	12	1,089
2019	1,044	49	29	13	1,135
2020	1,088	51	30	14	1,183
2021	1,134	53	32	14	1,233
2022	1,182	55	34	15	1,285
2023	1,231	57	35	16	1,339
2024	1,283	59	37	17	1,395
2025	1,337	61	39	17	1,454
2026	1,393	63	41	18	1,515
2027	1,451	65	43	19	1,579
2028	1,512	68	45	20	1,645
2029	1,576	70	48	21	1,715
2030	1,642	73	50	22	1,787
2031	1,711	76	53	23	1,863
2032	1,783	79	55	25	1,941
2033	1,858	81	58	26	2,023
2034	1,936	84	61	27	2,108
2035	2,017	88	64	29	2,197
2036	2,102	91	67	30	2,290

Tabla 29: Proyección del tráfico Normal + Generado en la Av. Estudiadas

AVENIDAS	AV. 7 DE JULIO	AV. LAS AMÉRICAS	Calle. PUCARA	Calle. PROGRESO
AÑO 2036	15,465	4,080	1352	2,290

5.3.9. Factor direccional y factor de carril

Corresponde al número de vehículos que circularan en una dirección o sentido de tráfico.

El factor de distribución carril corresponde al carril que recibirá el mayor número de EE.

Este factor nos servirá para poder calcular el número de repeticiones de EE.

Tabla 30: Factor de Distribución y de Carril para determinar el tránsito en el carril de Diseño




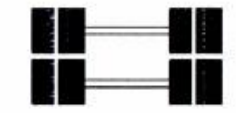
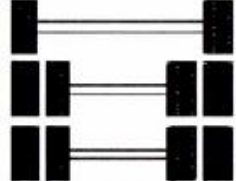

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Promedio FdxFc para carril de diseño
1 calzada (para IMDA total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas)	2 sentido	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentido	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentido	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentido	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

5.3.10. Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

Figura 4: Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Tabla 31: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimento Flexible y Semirrígido

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE8.2Tn)
Eje Simple de ruedas simples (EE s1)	$EES1 = [P/6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE s2)	$EES2 = [P/8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE TA1)	$EETA1 = [P/14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 eje ruedas dobles) (EE TA2)	$EETA2 = [P/15.1]^{4.0}$
Eje Tridem (2 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simples) (EE TR1)	$EETR1 = [P/20.7]^{3.9}$
Eje Tridem (3 eje ruedas dobles) (EE TR2)	$EETR2 = [P/21.8]^{3.9}$

P= peso real por eje en toneladas

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Para el diseño de un pavimento se opta el número proyectado de EE que circulara por el carril (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Tabla 32: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación 7 de julio

IMD 2017					
ESTACION : 7 DE JULIO	TIPO DE VEHICULOS				TOTAL
	MICROS	CAMION 2E	CAMION 3E	CAMION 4E	
EJE DELANTERO	7	7	7	7	
PESO DE EJES	10	10	16	16	
IMD 2017	259	322	62	18	661
PORCENTAJE	39%	49%	9%	3%	100%
FACTOR EE	3.477	3.477	2.526	2.526	

Tabla 33: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación Las Américas

IMD 2017			
ESTACION : LAS AMERICAS	TIPO DE VEHICULOS		TOTAL
	CAMION 2E	CAMION 3E	
EJE DELANTERO	7	7	
PESO DE EJES	10	10	
IMD 2017	66	27	94
PORCENTAJE	71%	29%	100%
FACTOR EE	3.477	2.526	

Tabla 34: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación Pucara

IMD 2017			
ESTACION :	TIPO DE VEHICULOS		
PUCARA	CAMION 2E	CAMION 3E	TOTAL
EJE DELANTERO	7	7	
PESO DE EJES	10	10	
IMD 2017	36	32	68
PORCENTAJE	52%	48%	100%
FACTOR EE	3.477	2.526	

Tabla 35: Factor de Ejes Equivalentes en la Estación Progreso

IMD 2017			
ESTACION :	TIPO DE VEHICULOS		
PROGRESO	CAMION 2E	CAMION 3E	TOTAL
EJE DELANTERO	7	7	
PESO DE EJES	10	10	
IMD 2017	24	11	34
PORCENTAJE	69%	31%	100%
FACTOR EE	3.477	2.526	

Para el cálculo de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2tn, en el periodo de diseño se usara la siguiente expresión.

Donde:

Figura 5: Parámetros

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \Sigma [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
EE_{día-carril}	<p>EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p>EE_{día-carril} = IMD_p x F_d x F_c x F_{vp} x F_p</p> <p>donde:</p> <p>IMD_p: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>F_d: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F_c: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F_{vp}: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>F_p: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2)
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

5.3.11. Calculo de Número de repeticiones

Tabla 36: Número de Repeticiones de EE 8.2t por Estación

ESTACIÓN : 7 DE JULIO

SECTOR	PARÁMETROS	VEHÍCULOS			CAMIÓN	CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA
		LIGEROS	COMBIS	MICROS	2E	3E	4E	TOTAL
Nº DE DIRECCIONES		1	1	1	1	1	1	
Nº DE CARRIL		1	1	1	1	1	1	
F. DIRECCIONAL		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
F.CARRIL		1	1	1	1	1	1	
F. CARGA		0.0001	0.0001	3.477	3.477	2.526	3.758	
F.PRES.LLANTA		1	1	1	1	1	1	
2017		94	25	181,063	224,479	31,440	13,881	4.51E+05
2018		98	26	184,274	235,927	32,961	14,334	4.68E+05
2019		102	26	187,066	247,793	34,482	15,088	4.85E+05
2020		106	27	189,858	260,357	36,511	15,843	5.03E+05
2021		111	29	192,650	273,619	38,539	16,597	5.22E+05
2022		115	30	196,140	287,579	40,568	18,106	5.43E+05
2023		120	31	198,932	302,237	42,596	18,860	5.63E+05
2024		125	32	202,422	318,292	44,624	19,615	5.85E+05
2025		131	33	205,912	334,346	46,653	20,369	6.07E+05
2026		136	34	208,704	351,098	49,188	21,878	6.31E+05
2027		142	35	212,194	369,246	51,724	22,633	6.56E+05
2028		148	37	215,684	388,092	54,259	24,141	6.82E+05
2029		154	38	219,174	407,637	57,302	24,896	7.09E+05
2030		160	40	222,664	428,577	59,837	26,405	7.38E+05
2031		167	41	226,155	450,215	62,880	27,913	7.67E+05
2032		174	42	229,645	473,249	66,429	29,422	7.99E+05
2033		181	44	233,135	497,680	69,472	30,931	8.31E+05
2034		189	46	237,323	522,808	73,022	32,440	8.66E+05
2035		197	47	240,813	549,332	77,078	33,949	9.01E+05
2036		205	49	245,001	577,252	81,135	35,458	9.39E+05
TOTAL DE NUMERO DE REPETICIONES EE		2.86E+03	7.12E+02	4.23E+06	7.50E+06	1.05E+06	4.63E+05	1.32E+07

ESTACIÓN : LAS AMÉRICAS

SECTOR	PARÁMETROS	VEHÍCULOS		CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA
		LIGEROS	COMBIS	2E	3E	TOTAL
	Nº DE DIRECCIONES	1	1	1	1	
	Nº DE CARRIL	1	1	1	1	
	F. DIRECCIONAL	0.5	0.5	0.5	0.5	
	F.CARRIL	1	1	1	1	
	F. CARGA	0.0001	0.0001	3.477	2.526	
	F.PRES.LLANTA	1	1	1	1	
	2017	30	3	46,348	13,894	6.03E+04
	2018	31	3	48,721	14,604	6.34E+04
	2019	32	3	51,164	15,365	6.66E+04
	2020	33	3	53,816	16,126	7.00E+04
	2021	35	3	56,539	16,937	7.35E+04
	2022	36	3	59,400	17,799	7.72E+04
	2023	38	3	62,472	18,712	8.12E+04
	2024	39	3	65,683	19,675	8.54E+04
	2025	41	3	69,033	20,689	8.98E+04
	2026	43	3	72,523	21,754	9.43E+04
	2027	45	4	76,222	22,870	9.91E+04
	2028	46	4	80,131	24,036	1.04E+05
	2029	48	4	84,180	25,253	1.09E+05
	2030	50	4	88,507	26,521	1.15E+05
	2031	53	4	92,975	27,890	1.21E+05
	2032	55	4	97,721	29,310	1.27E+05
	2033	57	4	102,747	30,781	1.34E+05
	2034	59	5	107,982	32,353	1.40E+05
	2035	62	5	113,496	34,026	1.48E+05
	2036	65	5	119,290	35,750	1.55E+05
	TOTAL DE NUMERO DE REPETICIONES EE	8.99E+02	7.26E+01	1.55E+06	4.64E+05	2.01E+06

ESTACIÓN : PUCARA

SECTOR	PARÁMETROS	VEHÍCULOS		CAMIÓN	CAMIÓN	SUMA
		LIGEROS	COMBIS	2E	3E	TOTAL
	Nº DE DIRECCIONES	1	1	1	1	
	Nº DE CARRIL	1	1	1	1	
	F. DIRECCIONAL	0.5	0.5	0.5	0.5	
	F.CARRIL	1	1	1	1	
	F. CARGA	0.0001	0.0001	3.477	2.526	
	F.PRES.LLANTA	1	1	1	1	
	2017	9	1	24,227	15,425	3.97E+04
	2018	9	1	25,446	16,232	4.17E+04
	2019	10	1	26,734	17,043	4.38E+04
	2020	10	1	28,149	17,900	4.61E+04
	2021	11	1	29,570	18,804	4.84E+04
	2022	11	1	31,061	19,758	5.08E+04
	2023	12	1	32,686	20,805	5.35E+04
	2024	12	1	34,310	21,851	5.62E+04
	2025	12	1	36,068	22,948	5.90E+04
	2026	13	1	37,895	24,138	6.20E+04
	2027	14	1	39,856	25,373	6.52E+04
	2028	14	1	41,887	26,659	6.86E+04
	2029	15	1	43,987	28,042	7.20E+04
	2030	15	1	46,221	29,467	7.57E+04
	2031	16	1	48,594	30,947	7.96E+04
	2032	17	1	51,094	32,519	8.36E+04
	2033	17	2	53,664	34,183	8.79E+04
	2034	18	2	56,437	35,944	9.24E+04
	2035	19	2	59,286	37,755	9.71E+04
	2036	20	2	62,326	39,705	1.02E+05
	TOTAL DE NUMERO DE REPETICIONES EE	2.73E+02	2.43E+01	8.09E+05	5.15E+05	1.33E+06

ESTACIÓN : PROGRESO

SECTOR	PARÁMETROS	VEHÍCULOS			CAMIÓN		SUMA TOTAL
		LIGEROS	COMBIS	CAMIÓN 2E	3E		
	N° DE DIRECCIONES	1	1	1	1		
	N° DE CARRIL	1	1	1	1		
	F. DIRECCIONAL	0.5	0.5	0.5	0.5		
	F.CARRIL	1	1	1	1		
	F. CARGA	0.0001	0.0001	3.477	2.526		
	F.PRES.LLANTA	1	1	1	1		
	2017	18	1	16,613	5,375	2.20E+04	
	2018	18	1	17,450	5,629	2.31E+04	
	2019	19	1	18,358	5,933	2.43E+04	
	2020	20	1	19,265	6,237	2.55E+04	
	2021	21	1	20,242	6,542	2.68E+04	
	2022	22	1	21,289	6,896	2.82E+04	
	2023	22	1	22,406	7,251	2.97E+04	
	2024	23	1	23,523	7,606	3.12E+04	
	2025	24	1	24,709	8,012	3.27E+04	
	2026	25	1	25,966	8,418	3.44E+04	
	2027	26	1	27,292	8,823	3.61E+04	
	2028	28	1	28,688	9,280	3.80E+04	
	2029	29	1	30,154	9,787	4.00E+04	
	2030	30	1	31,690	10,243	4.20E+04	
	2031	31	1	33,365	10,801	4.42E+04	
	2032	33	1	35,040	11,359	4.64E+04	
	2033	34	1	36,785	11,917	4.87E+04	
	2034	35	2	38,670	12,525	5.12E+04	
	2035	37	2	40,694	13,184	5.39E+04	
	2036	38	2	42,718	13,844	5.66E+04	
	TOTAL DE NUMERO DE REPETICIONES EE	5.34E+02	2.40E+01	5.55E+05	1.80E+05	7.35E+05	

Tabla 37: Resumen del Total de repeticiones

AVENIDAS	AV. 7 DE JULIO	AV. LAS AMÉRICAS	Calle. PUCARA	Calle. PROGRESO
AÑO 2036	1.32E+07 EE	2.01E+06 EE	1.33E+06 EE	7.35E+05 EE

5.4. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO

5.4.1. Metodología de Diseño del Pavimento Flexible

Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas en el pavimento.
- Las características de la sub rasante sobre lo que se asienta el pavimento.

a) Las cargas de tráfico vehicular impuestas en el pavimento, están expresadas en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-Kn o 8.2t, que se denomina ejes equivalentes (EE). La sumatorias de ESALs durante el periodo de diseño es referida como (W18) o ESALD, denominada Numero de repeticiones de EE de 8.2t.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimento flexible, se definen tres categorías:

- Caminos de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla 38: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp0	$>75.000 EE \leq 150.000 EE$
Tp1	$>150.000 EE \leq 300.000 EE$
Tp2	$>300.000 EE \leq 500.000 EE$
Tp3	$>500.000 EE \leq 750.000 EE$
Tp4	$>750.000 EE \leq 1'000.000 EE$

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

- Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en carril y periodo de diseño.

Tabla 39: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp5	>1'000.000 EE≤1500.000EE
Tp6	>1'500.000 EE≤3'000.000EE
Tp7	>3'000.000 EE≤5'000.000EE
Tp8	>5'000.000 EE≤7'500.000EE
Tp9	>7'500.000 EE≤10'000.000EE
Tp10	>10'000.000 EE≤12'500.000EE
Tp11	>12'500.000 EE≤15'000.000EE
Tp12	>15'000.000 EE≤20'000.000EE
Tp13	>20'000.000 EE≤25'000.000EE
Tp14	>25'000.000 EE≤30'000.000EE

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Nota: TPX: T=Trafico pasado expresado en EE en el carril de diseño.

PX= Pavimentad, X= número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

- Caminos que tienen transito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

Tabla 40: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp15	>30'000.000 EE

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Nota: TPX: T=Trafico pasado expresado en EE en el carril de diseño.

PX= Pavimentad, X= número de rango (14)

b) Las características de la sub rasante sobre lo que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de sub rasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

Figura 6: Categoría de sub rasante

CATEGORÍA DE SUB RASANTE	CBR
S0: Sub rasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Sub rasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Sub rasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Sub rasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Sub rasante excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Se consideran como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (sub rasante insuficiente o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizaran alternativas de solución, como la estabilización con geo sintéticos u otros productos aprobados por la entidad contratante o administradora, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose las más conveniente técnica y económica. (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC).

5.4.2. MÉTODO GUÍA AASHTO 93 DE DISEÑO

Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la sub rasante para el cálculo de espesores. Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93. El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la sub rasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

5.4.2.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño a ser utilizado según el método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles será de 20 años, este valor se puede ajustar según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

5.4.2.2. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_g S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{APSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.36 \log_{10}(M_g) - 8.07$$

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

- **W18:** Número de aplicaciones de cargas equivalentes de 80 kN acumuladas en el periodo de diseño. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).
- **Módulo Resiliencia (Mr):** Es una medida de la rigidez del suelo de la sub rasante, el cual para su cálculo se empleara la ecuación, que correlaciona con el CBR (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

- **Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (ZR):** representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.” (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)
- **Desviación Estándar Combinada (So):** Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).
- **Índice de Serviciabilidad (PSI):** El índice de serviciabilidad presente es la circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja peor.

Tabla 41: Índice de Serviciabilidad inicial (Pi) según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	Tp1	150.001	300.000	3.80
	Tp2	300.001	500.000	3.80
	Tp3	500.001	750.000	3.80
	Tp4	750.001	1,000.000	3.80
REDES DE CAMINOS	Tp5	1,000.001	1,500.000	4.00
	Tp6	1,500.001	3,000.000	4.00
	Tp7	3,000.001	5,000.000	4.00
	Tp8	5,000.001	7,500.000	4.00
	Tp9	7,500.001	10,000.000	4.00
	Tp10	10,000.001	12,500.000	4.00
	Tp11	12,500.001	15,000.000	4.00
	Tp12	15,000.001	20,000.000	4.20
	Tp13	20,000.001	25,000.000	4.20
	Tp14	2,500.001	30,000.000	4.20
	Tp15		>30,000.000	4.20

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pav., sección Suelos y Pavimentos

- **Serviciabilidad final o terminal (Pt)**

La serviciabilidad terminal (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Tabla 42: Índice de Serviciabilidad final (Pt) según rango de tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	Tp1	150.001	300.000	2.00
	Tp2	300.001	500.000	2.00
	Tp3	500.001	750.000	2.00
	Tp4	750.001	1,000.000	2.00
REDES DE CAMINOS	Tp5	1,000.001	1,500.000	2.50
	Tp6	1,500.001	3,000.000	2.50
	Tp7	3,000.001	5,000.000	2.50
	Tp8	5,000.001	7,500.000	2.50
	Tp9	7,500.001	10,000.000	2.50
	Tp10	10,000.001	12,500.000	2.50
	Tp11	12,500.001	15,000.000	2.50
	Tp12	15,000.001	20,000.000	3.00
	Tp13	20,000.001	25,000.000	3.00
	Tp14	2,500.001	30,000.000	3.00
	Tp15		>30,000.000	3.00

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

- **Número Estructural Propuesto (SNR):** Representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, ósea de la capa de rodadura, de base y de sub-base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

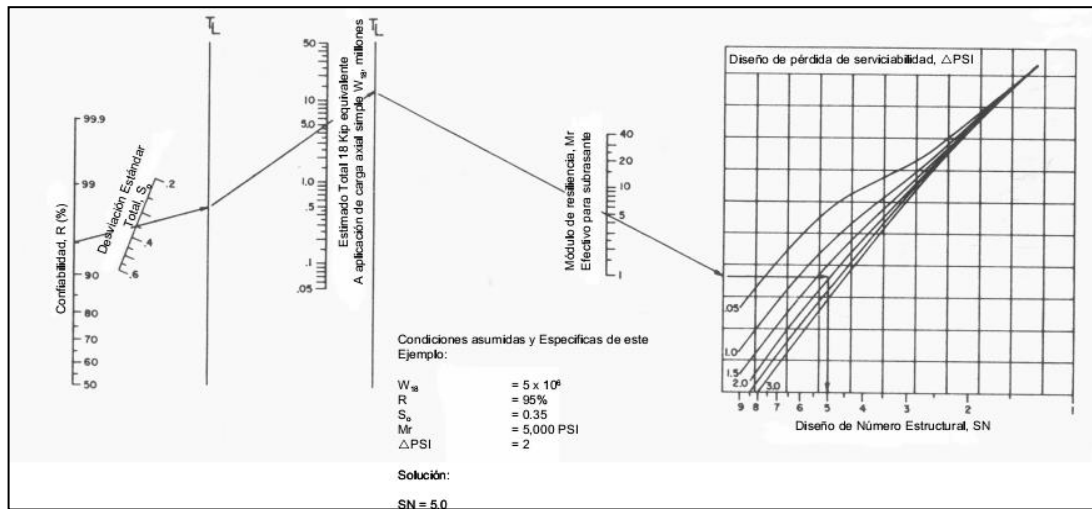
Donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficiente estructurales de las capas: superficiales, base y sub Base, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficiales, base y Sub base, respectivamente.

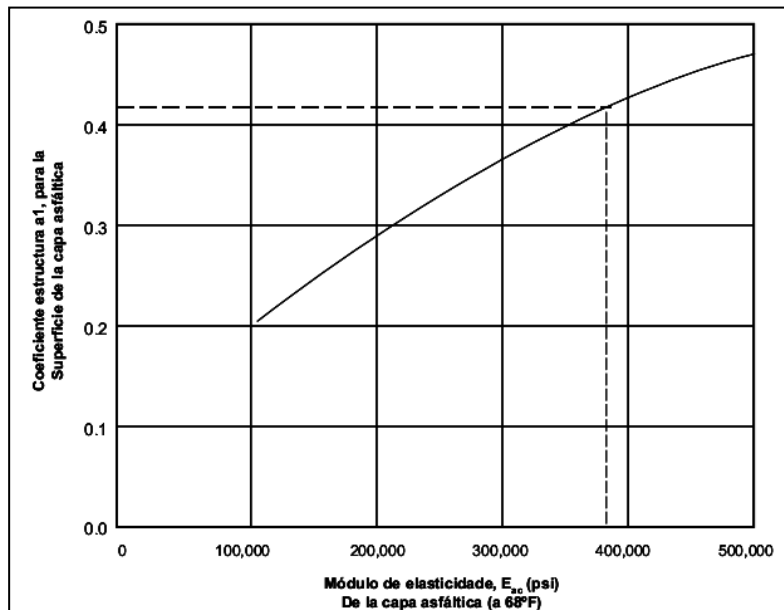
m_2, m_3 = espesores de drenaje para las capas de base y sub base, Respectivamente.

Figura 7: Abaco para el cálculo del Numero Estructural Requerido (SNR)



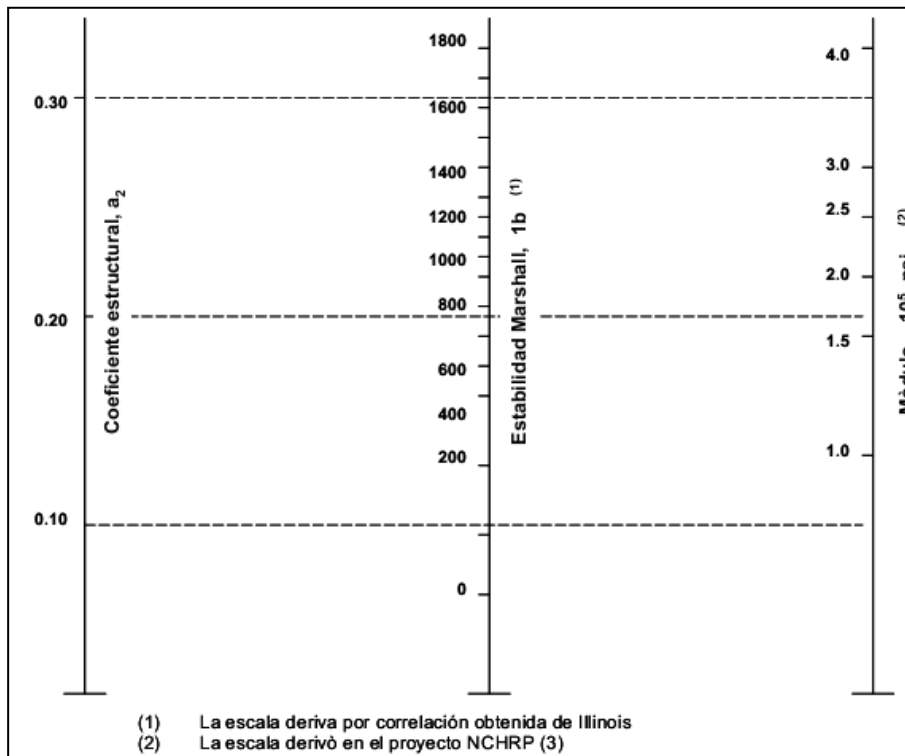
Fuente: Manual Centroamericano para diseño de Pavimento.

Figura 8: Coeficiente estructural a partir del Módulo elástico del concreto asfáltico



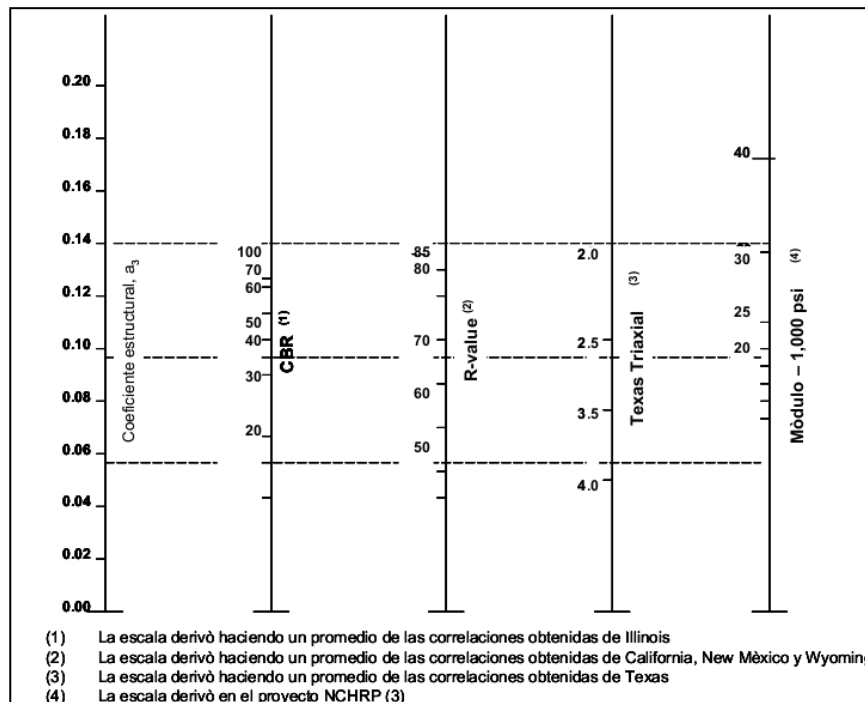
Fuente: Manual Centroamericano para diseño de Pavimento.(Iturbide, 2002)

Figura 9: Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfáltico



Fuente: Manual Centroamericano para diseño de Pavimento.

Figura 10: Variación en el coeficiente estructural de la capa de concreto asfáltico



Fuente: Manual Centroamericano para diseño de Pavimento.

Tabla 43: Coeficiente Estructural de las capas del Pavimento ai

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUC. ai (cm)	OBSERVACIONES
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a1	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Trafico
Carpeta Asfáltica en frio, mezcla asfáltica con emulsión.	a1	0.125/cm	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	a1	0.130/cm	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 1'000,000 EE
		(*)	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%: y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contra curvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%: y, en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a1		
(*) no se considera por no tener aporte estructural			
BASE			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052/cm	Capa de Base recomendada para Trafico \leq 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.054/cm	Capa de Base recomendada para Trafico $>$ 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con cemento (resistente a la compresión 7 días 35 kg/cm ²)	a2b	0.070cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con cemento (resistente a la compresión 7 días 12 kg/cm ²)	a2c	0.080cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047/cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40% para todos los tipos de Tráfico.

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Tabla 44: Calidad del Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Tabla 45: Valores recomendados de Espesores mínimos de capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
CAMINO DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	Tp1	150.001	300.000	TBS,o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 50mm Carpeta Asfáltica en caliente: 50mm	150mm
	Tp2	300.001	500.000	TBS,o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en caliente: 60mm	150mm
	Tp3	500.001	750.000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 60mm Carpeta Asfáltica en caliente: 70mm	150mm
	Tp4	750.001	1,000.000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en Frio: 70mm Carpeta Asfáltica en caliente: 80mm	200mm
REDES DE CAMINOS	Tp5	1,000.001	1,500.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200mm
	Tp6	1,500.001	3,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200mm
	Tp7	3,000.001	5,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200mm
	Tp8	5,000.001	7,500.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm	250mm
	Tp9	7,500.001	10,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm	250mm
	Tp10	10,000.001	12,500.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm	250mm
	Tp11	12,500.001	15,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250mm
	Tp12	15,000.001	20,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250mm
	Tp13	20,000.001	25,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300mm
	Tp14	25,000.001	30,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300mm

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

Tabla 46: Numero Estructural Requerido para Pavimento Flexible (SN) – Periodo de diseño 20 años

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y SUB RASANTE
Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Granular + Sub base Granular

TIPO DE SUB RASANTE	Inadecuada CBR<3%(*)	Pobre	Regular	Bueno	Muy Buena	Excelente
CLASE DE TRANSITO		3% ≤CBR 6%(*)	6% ≤CBR< 10%	10% ≤CBR< 20%	20% ≤CBR< 30%	≥ 30%
Tp0						
75.000<Rep.EE≤150.000			2.136	1.871	1.557	1.392
Tp1						
150.000<Rep.EE≤300.000			2.470	2.165	1.809	1.625
Tp2						
300.000<Rep.EE≤500.000			2.702	2.367	1.979	1.78
Tp3						
500.000<Rep.EE≤750.000			2.956	2.593	2.173	1.959
Tp4						
750.000<Rep.EE≤1'000.000			3.107	2.725	2.283	2.059
Tp5						
1'000.000<Rep.EE≤1'500.000			3.434	3.012	2.521	2.274
Tp6						
1'500.000<Rep.EE≤3'000.000			3.866	3.395	2.841	2.561
Tp7						
3'000.000<Rep.EE≤5'000.000			4.206	3.707	3.105	2.797
Tp8						
5'000.000<Rep.EE≤7'500.000			4.63	4.103	3.449	3.107
Tp9						
7'500.000<Rep.EE≤10'000.000			4.837	4.3	3.624	3.267
Tp10						
10'000.000<Rep.EE≤12'500.000			5.092	4.552	3.869	3.501
Tp11						
12'500.000<Rep.EE≤15'000.000			5.226	4.679	3.985	3.609
Tp12						
15'000.000<Rep.EE≤20'000.000			5.341	4.883	4.173	3.786
Tp13						
20'000.000<Rep.EE≤25'000.000			5.907	5.323	4.58	4.172
Tp14						
25'000.000<Rep.EE≤30'000.000			6.052	5.46	4.708	4.293

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere estabilización de suelos, que será materia de Estudio Especial
 _Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% A CBR<10%)

Figura 11: Catálogo de Estructuras de Pavimento Flexible con Carpeta Asfáltica en Caliente – Periodo de diseño 20 años.

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
		75.001-150.000	150.001-300.000	300.001-500.000	500.001-750.000	750.001-1'000.000	1'000.001-1'500.000	1'500.001-3'000.000	3'000.001-5'000.000
CBR %	M_{v_i} $2555 \times \text{CBR}^{0.4}$	5 cm 25 cm	6 cm 28 cm	6 cm 20 cm	7 cm 20 cm	8 cm 20 cm	8 cm 25 cm	9 cm 25 cm	9 cm 30 cm
CBR < 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	15 cm (*)	16 cm (*)	16 cm (*)	17 cm (*)	23 cm (*)	24 cm (*)
≥ 6% CBR < 10%	> 8,040 psi (55.4 MPa) ≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	5 cm 25 cm	6 cm 28 cm	6 cm 20 cm	7 cm 20 cm	8 cm 20 cm	8 cm 25 cm	9 cm 25 cm	9 cm 30 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 11,150 psi (76.9 MPa) ≤ 17,380 psi (119.8 MPa)	5 cm 20 cm	6 cm 23 cm	6 cm 26 cm	7 cm 27 cm	8 cm 7 cm	8 cm 20 cm	9 cm 23 cm	10 cm 26 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 17,380 psi (119.8 MPa) ≤ 22,530 psi (155.3 MPa)	5 cm 15 cm	6 cm 16 cm	6 cm 19 cm	7 cm 19 cm	8 cm 19 cm	8 cm 23 cm	9 cm 26 cm	10 cm 28 cm
CBR ≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	5 cm 15 cm	6 cm 15 cm	6 cm 15 cm	7 cm 15 cm	8 cm 15 cm	8 cm 18 cm	9 cm 20 cm	10 cm 22 cm

Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)
 Base Granular
 Subbase Granular

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.

2. EE: Rango de tráfico en número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.

3. En la etapa de operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:

a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.

b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuara al menos una medición cada cuatro años.

c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previo tratamiento del Pavimento existente.

Figura 12: Catálogo de Estructuras de Pavimento Flexible con Carpeta Asfáltica en Caliente – Periodo de diseño 20 años.

EE		Tp8	Tp9	Tp10	Tp11	Tp12	Tp13	Tp14	
		5 000.001-7 500.000	7 500.001-10 000.000	10 000.001-12 500.000	12 500.001-15 000.000	15 000.001-20 000.000	20 000.001-25 000.000	25 000.001-30 000.000	
CBR %	M_L $2555 \times CBR^{0.78}$	11 cm 30 cm	12 cm 35 cm	13 cm 35 cm	14 cm 35 cm	15 cm 35 cm	16 cm 40 cm	17 cm 40 cm	
CBR < 6%	≤ 8.040 psi (55.4 MPa)	26 cm (*)	21 cm (*)	22 cm (*)	21 cm (*)	22 cm (*)	22 cm (*)	22 cm (*)	
≥ 6% CBR < 10%	> 8.040 psi (55.4 MPa) ≤ 11.150 psi (76.9 MPa)	11 cm 30 cm 26 cm	12 cm 35 cm 21 cm	13 cm 35 cm 22 cm	14 cm 35 cm 21 cm	15 cm 35 cm 22 cm	16 cm 40 cm 22 cm	17 cm 40 cm 22 cm	
≥ 10% CBR < 20%	> 11.150 psi (76.9 MPa) ≤ 17.380 psi (119.8 MPa)	11 cm 30 cm 15 cm	12 cm 30 cm 15 cm	13 cm 30 cm 16 cm	14 cm 30 cm 15 cm	15 cm 30 cm 16 cm	16 cm 30 cm 21 cm	17 cm 30 cm 21 cm	
≥ 20% CBR < 30%	> 17.380 psi (119.8 MPa) ≤ 22.530 psi (155.3 MPa)	11 cm 31 cm	12 cm 31 cm	13 cm 31 cm	14 cm 31 cm	15 cm 31 cm	16 cm 22 cm 15 cm	17 cm 22 cm 15 cm	
CBR ≥ 30%	> 22.530 psi (155.3 MPa)	11 cm 24 cm	12 cm 24 cm	13 cm 24 cm	14 cm 24 cm	15 cm 24 cm	16 cm 27 cm	17 cm 27 cm	

Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)
 Base Granular
 Subbase Granular

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

- Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
 2. EE: Rango de tráfico en número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
 3. En la etapa de operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuara al menos una medición cada cuatro años.c)
 Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previo tratamiento del Pavimento existente.

5.4.3. Parámetro de Diseño de Pavimento Semirrígido

Para los diseños de los pavimentos semirrígidos con carpeta asfáltica en caliente y base tratada, se representan los espesores mínimos en el siguiente cuadro. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Tabla 47: Número de Repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2tn, en el carril de diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp5	$>1'000.000 EE \leq 1500.000EE$
Tp6	$>1'500.000 EE \leq 3'000.000EE$
Tp7	$>3'000.000 EE \leq 5'000.000EE$
Tp8	$>5'000.000 EE \leq 7'500.000EE$
Tp9	$>7'500.000 EE \leq 10'000.000EE$
Tp10	$>10'000.000 EE \leq 12'500.000EE$
Tp11	$>12'500.000 EE \leq 15'000.000EE$
Tp12	$>15'000.000 EE \leq 20'000.000EE$
Tp13	$>20'000.000 EE \leq 25'000.000EE$
Tp14	$>25'000.000 EE \leq 30'000.000EE$

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

Nota: TPX: T=Trafico pasado expresado en EE en el carril de diseño.

PX= Pavimentad, X= número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)

Y a partir de ellos se determina el espesor necesario de base tratada, cumpliendo así con el número estructural requerido por la estructura del pavimento.

- Se aplica a caminos que tienen un tránsito mayor de 1'000,000 EE en el carril y periodo de diseño. En este caso el periodo de diseño es de 20 años, considerando en dos etapas de 10 años y en una sola etapa de 20 años.

- Se aplica sobre una sub rasante de categoría buena o con un CBR mayor e igual 20%, sobre la cual se coloca la base tratada con asfalto, con cemento o con cal. En este tipo de pavimento se ha considerado capas granulares de base o sub base.

Con base en estos dos parámetros, tránsito expresado en ejes equivalentes (EE) y CBR de sub rasante correlacionado con módulo resiliente, se definirán las secciones de pavimento que se encuentran especificadas en los catálogos de estructuras de pavimento semirrígido. (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

Tabla 48: Coeficientes Estructurales de las Capas de Pavimento ai

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUC. Ai (cm)	OBSERVACIONES
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en caliente, modulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a1	0.170/cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
BASE			
Base Granular con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500lb)	a2a	0.115/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con Cemento (resistente a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a2b	0.070/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.
Base Granular Tratada con Cal (resistente a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a2c	0.080/cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico.

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

5.4.3.1. Sección de la Estructura del Pavimento Semirrígido

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento semirrígido, se consideran los siguientes espesores mínimos recomendados.

Tabla 49: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial Asfáltica

TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	CAPA SUPERFICIAL	
Tp5	1,000.001	1,500.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm
Tp6	1,500.001	3,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm
Tp7	3,000.001	5,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 90mm
Tp8	5,000.001	7,500.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 100mm
Tp9	7,500.001	10,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 110mm
Tp10	10,000.001	12,500.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 120mm
Tp11	12,500.001	15,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 130mm
Tp12	15,000.001	20,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 140mm
Tp13	20,000.001	25,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm
Tp14	25,000.001	30,000.000	Carpeta Asfáltica en Caliente: 150mm

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

**Figura 13: Catálogo De Números Estructurales (SN) Adoptados Por Tipos De Tráfico Y Sub rasante – Periodo De Diseño 20 Años
Carpeta Asfáltica En Caliente + Base Tratada Con Asfalto + Sub base Granular**

CATALOGO DE NÚMEROS ESTRUCTURALES (SN) ADOPTADOS POR TIPOS DE TRAFICO Y SUB RASANTE
Carpeta Asfáltica en Caliente + Base Tratada con Asfalto + Subbase Granular

TIPO DE SUB RASANTE	Inadecuada CBR<3%(*)	Pobre 3% ≤CBR 6%(*)	Regular 6% ≤CBR< 10%	Bueno 10% ≤CBR< 20%	Muy Buena 20% ≤CBR< 30%	Excelente ≥ 30%
CLASE DE TRANSITO						
Tp0 75.000<Rep.EE≤150.000			2.170	1.950	1.950	1.950
Tp1 150.000<Rep.EE≤300.000			2.670	2.230	2.120	2.120
Tp2 300.000<Rep.EE≤500.000			2.780	2.450	2.120	2.120
Tp3 500.000<Rep.EE≤750.000			3.060	2.620	2.229	2.290
Tp4 750.000<Rep.EE≤1'000.000			3.230	2.790	2.460	2.460
Tp5 1'000.000<Rep.EE≤1'500.000			3.560	3.120	3.010	3.010
Tp6 1'500.000<Rep.EE≤3'000.000			3.730	3.400	3.180	3.180
Tp7 3'000.000<Rep.EE≤5'000.000			4.280	3.900	3.350	3.350
Tp8 5'000.000<Rep.EE≤7'500.000			4.730	4.180	3.520	3.520
Tp9 7'500.000<Rep.EE≤10'000.000			4.900	4.350	3.690	3.690
Tp10 10'000.000<Rep.EE≤12'500.000			5.180	4.630	3.970	3.860
Tp11 12'500.000<Rep.EE≤15'000.000			5.350	4.800	4.140	4.030
Tp12 15'000.000<Rep.EE≤20'000.000			5.520	4.970	4.310	4.200
Tp13 20'000.000<Rep.EE≤25'000.000			6.020	5.470	4.590	4.370
Tp14 25'000.000<Rep.EE≤30'000.000			6.19	5.640	4.760	4.540

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos

(*) Previa a la colocación de la estructura del pavimento, se requiere estabilización de suelos, que será materia de Estudio Especial
_ Con el Suelo Estabilizado la estructura del pavimento a colocar, Corresponderá a la de un Suelo Regular (CBR≥6% A CBR<10%)

Figura 14: Catálogo e Estructuras de Pavimento Semirrígido con Base Tratada con Asfalto – Periodo de Diseño 20 Años

EE		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
CBR %	M_R $2555 \times CBR^{0.64}$	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm
CBR < 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	12 cm (*)	15 cm (*)	16 cm (*)	17 cm (*)	17 cm (*)	20 cm (*)	20 cm (*)	25 cm (*)
≥ 6% CBR < 10%	> 8,040 psi (55.4 MPa) ≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	9 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 11,150 psi (76.9 MPa) ≤ 17,380 psi (119.8 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 17,380 psi (119.8 MPa) ≤ 22,530 psi (155.3 MPa)	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	15 cm	15 cm	15 cm
CBR ≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	9 cm	10 cm


Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)
 Base Tratada con Asfalto
 Subbase Granular

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

- Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
2. EE: Rango de tráfico en número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
3. En la etapa de operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
- a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.
 - b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuara al menos una medición cada cuatro años.
 - c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previo tratamiento del Pavimento.

Figura 15: Catálogo e Estructuras de Pavimento Semirrígido con Base Tratada con Asfalto – Periodo de Diseño 20 Años

EE		5'000.001-7'500.000	7'500.001-10'000.000	10'000.001-12'500.000	12'500.001-15'000.000	15'000.001-20'000.000	20'000.001-25'000.000	25'000.001-30'000.000	
CBR %	M_R $2555 \times CBR^{0.54}$	Tp8	Tp9	Tp10	Tp11	Tp12	Tp13	Tp14	
CBR %	M_R $2555 \times CBR^{0.54}$	11 cm 26 cm	12 cm 26 cm	13 cm 27 cm	14 cm 27 cm	15 cm 27 cm	16 cm 30 cm	17 cm 30 cm	
CBR < 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	
≥ 6% CBR < 10%	> 8,040 psi (55.4 MPa) ≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	11 cm 26 cm	12 cm 26 cm	13 cm 27 cm	14 cm 27 cm	15 cm 27 cm	16 cm 30 cm	17 cm 30 cm	
≥ 10% CBR < 20%	> 11,150 psi (76.9 MPa) ≤ 17,380 psi (119.8 MPa)	11 cm 21 cm	12 cm 21 cm	13 cm 22 cm	14 cm 22 cm	15 cm 22 cm	16 cm 25 cm	17 cm 25 cm	
≥ 20% CBR < 30%	> 17,380 psi (119.8 MPa) ≤ 22,530 psi (155.3 MPa)	11 cm 15 cm	12 cm 15 cm	13 cm 16 cm	14 cm 16 cm	15 cm 16 cm	16 cm 17 cm	17 cm 17 cm	
CBR ≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	11 cm 15 cm	12 cm 15 cm	13 cm 15 cm	14 cm 15 cm	15 cm 15 cm	16 cm 15 cm	17 cm 15 cm	



Carpeta Asfáltica en Caliente (CAC)
 Base Tratada con Asfalto
 Subbase Granular

Fuente: Manual de carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.

- Nota: 1. (*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
2. EE: Rango de tráfico en número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
3. En la etapa de operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
- a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.
 - b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuara al menos una medición cada cuatro años.
 - c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previo tratamiento del Pavimento

5.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y SEMIRRÍGIDO.

En este capítulo se verá sobre las dos alternativas del pavimento flexible y semirrígido y se evaluará cuál de las opciones es el más adecuado.

Para esto se realizará un análisis de precios unitarios, características, ventajas y desventajas de cada diseño y por ultimo cuál de los diseños es más recomendado.

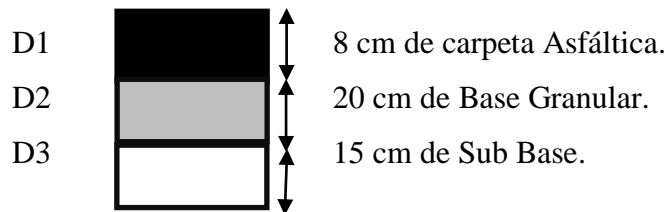
5.5.1. Diseño del Pavimento Flexible

5.5.1.1. Diseños de acuerdo al (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

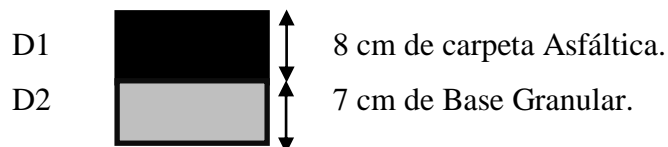
De acuerdo al análisis encontrado en la zona de estudio, se encontraron las siguientes dimensiones.

a) Estructura del Pavimento flexible periodo de Diseño 20 Años

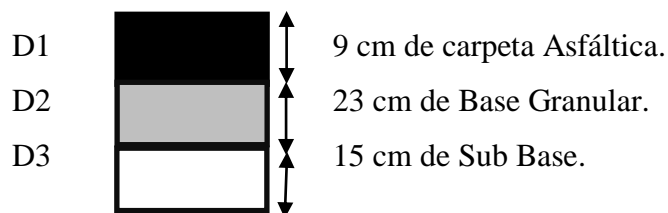
- Para las calle Pucara su estructura es la siguiente:



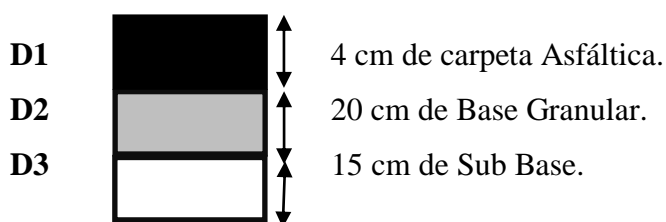
- Para las calle Progreso su estructura es la siguiente:



- Para la Av. Las Américas.



- Para la Av. 7 de Julio.



5.5.1.2. Diseño Propuestos

- Para la calle Pucara

Alternativas	SNR (req.)	SNR (calc.)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Precio S/.
1	2.862	3.07	6	25	15	74.00
2	2.862	2.90	5	25	15	69.25
3	2.862	2.89	5	20	20	67.75
4	2.862	2.88	5	15	25	66.25

- Para la calle Progreso

Alternativas	SNR (req.)	SNR (calc.)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Precio S/.
1	2.471	2.59	7	27	4	67.00
2	2.471	2.64	5	20	15	63.00
3	2.471	2.65	5	25	10	64.50
4	2.471	2.61	5	30	4	65.05

- Para la Av. Las América

Alternativas	SNR (req.)	SNR (calc.)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Precio S/.
1	2.975	3.15	8	20	15	77.25
2	2.975	3.24	7	25	15	78.75
3	2.975	3.09	7	25	12	75.90
4	2.975	3.07	6	25	15	74.00

- **Para la Av. 7 Julio**

Alternativas	SNR (req.)	SNR (calc.)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Precio S/.
1	4.155	4.52	13	30	15	113.50
2	4.155	4.17	11	25	20	102.50
3	4.155	4.26	10	30	20	104.00
4	4.155	4.27	10	35	15	105.50

En el caso de pavimentos flexibles se tienen tres categorías y de acuerdo al tipo de EE se diseñara.

Los aspectos más importantes en la composición y el comportamiento del pavimento flexible son:

5.5.1.3. Ventajas

- Aumenta la vida útil.
- Disminuye la precisión sobre la sub rasante.
- Facilita el reciclaje.

5.5.1.4. Desventajas

- Agrietamiento por fatiga.
- Deformación permanente
- Agrietamiento a bajas temperaturas

5.5.1.5. Características

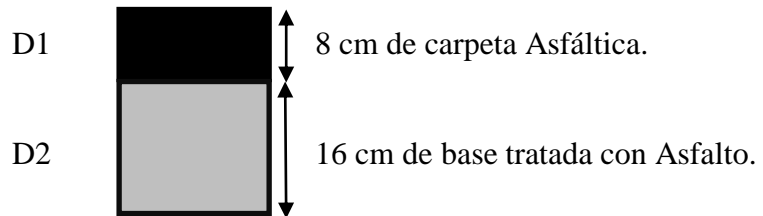
- Resistencia estructural.
- Deformabilidad.
- Durabilidad.
- Requerimientos de la conservación.
- Comodidad

5.5.2. Pavimento Semirrígido

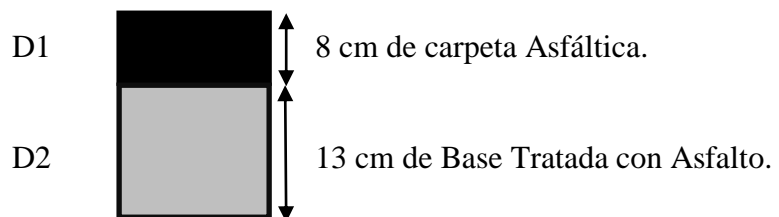
5.5.2.1. Diseños de acuerdo al (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

a) Estructura del Pavimento Semirrígido periodo de Diseño 20 Años

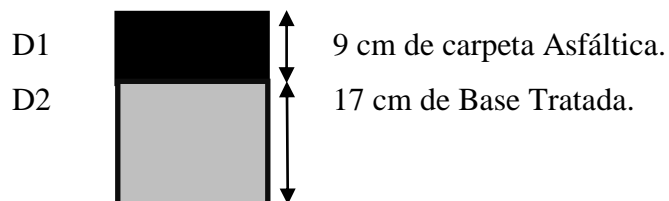
- Para las calles Pucara su estructura es la siguiente.



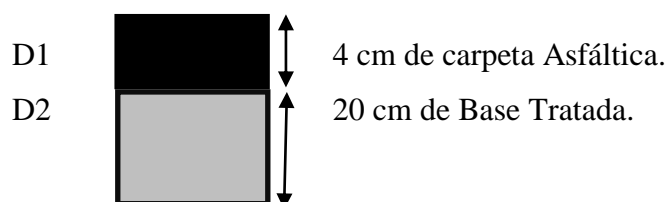
- Para las calles Progreso su estructura es la siguiente.



- Para la Av. Las Américas.



- Para la Av. 7 de Julio.



5.5.2.2. Diseño Propuestos

- Para la calle Pucara

Alternativas	SNR	SNR	D1	D2	D3	Precio
	(req.)	(calc.)	(cm)	(cm)	(cm)	S/.
1	2.862	2.92	7	15	15	65.00
2	2.862	3.15	5	20	15	62.75
3	2.862	2.98	4	20	15	61.00
4	2.862	3.22	2	25	15	60.52

- Para la calle Progreso

Alternativas	SNR	SNR	D1	D2	D3	Precio
	(req.)	(calc.)	(cm)	(cm)	(cm)	S/.
1	2.471	2.64	2	20	15	58.23
2	2.471	2.58	5	15	15	60.22
3	2.471	2.52	6	13	15	62.50
4	2.471	2.57	7	12	15	64.05

- Para la Av. Las América

Alternativas	SNR	SNR	D1	D2	D3	Precio
	(req.)	(calc.)	(cm)	(cm)	(cm)	S/.
1	2.975	3.32	6	20	15	66.20
2	2.975	3.03	7	16	15	67.40
3	2.975	3.09	8	15	15	69.50
4	2.975	3.21	4	22	15	64.78

- Para la Av. 7 Julio

Alternativas	SNR	SNR	D1	D2	D3	Precio
	(req.)	(calc.)	(cm)	(cm)	(cm)	S/.
1	4.155	4.24	7	25	15	88.80
2	4.155	4.64	8	30	15	90.52
3	4.155	4.23	10	22	15	103.50
4	4.155	4.34	12	20	15	105.00

Este tipo de pavimento es una alternativa muy importante porque mejora la durabilidad, resistencia, vida útil de servicio y las deformaciones ya que la base es tratada con asfalto.

Para pavimentos semirrígido el EE deben ser 1'000,000, con un CBR \geq 20% de sub rasante lo cual es una sub rasante buena.

5.5.2.3. Ventajas

- Mejora la capacidad estructural y eleva la vida de servicio.
- Mejora la resistencia a condiciones saturadas en comparación con material no tratado.
- Mejora las propiedades físicas de los materiales.
- Mejora la resistencia a la fatiga de superficies bituminosas colocadas encima (comparado con material no tratado).
- Excelente en la vida útil.
- Deformaciones muy reducidas en la sub rasante.
- Reducción de volumen de asfalto.

5.5.2.4. Base tratada

Para la base con CBR < 6% se colocará una base tratada, ya sea con asfalto, cal o cemento.

Al realizar el tratamiento de la base, tendrá más resistencia a las condiciones para las que estará diseñado.

5.5.3. Resultados

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis del diseño, dimensiones y precios se tomara el pavimento semirrígido con base tratada el más adecuado.
- El análisis económico realizado ha sido desarrollado únicamente para la etapa de construcción; las etapas de mantenimiento y operaciones no han sido consideradas en este análisis.

5.6. CUÁL ES EL DISEÑO MÁS ADECUADO TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE, PARA LA ZONA DE ESTUDIO.

1) Pavimentos Semirrígidos.

• Para la calle Pucara

Presupuesto	1001002	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO					
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO					29/06/2017
Partida	01.01	BASE TRATADA 25 cm					
Rendimiento	m2/DÍA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por : m2	24.59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0089	23.13	0.21	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	16.47	0.29	
0101010005	PEÓN	hh	4.0000	0.0711	14.81	1.05	
						1.55	
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	8.00	8.00	
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.1300	41.27	5.37	
						13.37	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.55	0.05	
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP	hm	1.0000	0.0178	152.31	2.71	
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP	hm	1.0000	0.0178	132.14	2.35	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0178	115.20	2.05	
03012200050001	CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0178	141.13	2.51	
						9.67	

Partida	02.01		SUB BASE 15 cm				
Rendimiento	m2/DÍA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por : m2	16.59	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0089	23.13	0.21
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0178	16.47	0.29
0101010005	PEÓN		hh	4.0000	0.0711	14.81	1.05
							1.55
Materiales							
0207040001	MATERIAL GRANULAR		m3		0.1300	41.27	5.37
							5.37
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.55	0.05
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP		hm	1.0000	0.0178	152.31	2.71
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP		hm	1.0000	0.0178	132.14	2.35
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0178	115.20	2.05
03012200050001	CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0178	141.13	2.51
							9.67

Partida	03.01		EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA				
Rendimiento	m2/DÍA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por : m2	7.16	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0089	23.13	0.21
0101010005	PEÓN		hh	1.0000	0.0178	14.81	0.26
							0.47
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.47	0.02
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP		hm	1.0000	0.0178	152.31	2.71
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0178	115.20	2.05
							4.78
Subpartidas							
010305010107	TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA		m3		0.1700	11.21	1.91
							1.91

Partida	03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 2 cm				
Rendimiento	m2/DÍA	360.0000	EQ.	360.0000	Costo unitario directo por : m2	19.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0222	23.13	0.51
						0.51
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0450	50.49	2.27
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0390	35.29	1.38
0207020002	FILLER	kg		3.3000	0.49	1.62
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal		1.0000	6.01	6.01
						11.28
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES CARGADOR SOBRE	%mo		3.0000	0.51	0.02
03011600010003	LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5500	0.0122	160.28	1.96
03013900030001	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE M.E. 50,65 - 115 ton/h	hm	0.5500	0.0122	335.00	4.09
0301400003	SECADORA DE ÁRIDOS	hm	0.5500	0.0122	132.83	1.62
						7.69

Partida	03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE				
Rendimiento	m2/DÍA	1,800.0000	EQ.	1,800.0000	Costo unitario directo por : m2	2.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0044	23.13	0.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0044	16.47	0.07
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	0.0267	14.81	0.40
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.0000	0.0133	20.93	0.28
						0.85
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP	hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03011000060006	RODIL NEUMT. AUTO P5.5-20TN 81-100HP	hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0044	133.71	0.59
						1.79

Partida	03.04		IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DÍA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000	Costo unitario directo por : m2	10.95	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0033	23.13	0.08
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0067	20.07	0.13
0101010005	PEÓN		hh	4.0000	0.0267	14.81	0.40
							0.61
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		gal		1.0000	8.00	8.00
							8.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.61	0.02
03011400060003	COMPRESORA NEUMÁTICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1.0000	0.0067	35.56	0.24
03012200080002	CAMIÓN IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl		hm	1.0000	0.0067	118.34	0.79
03013900050001	BARREDORA MECÁNICA 10- 20 HP 7 P.LONG.		hm	4.0000	0.0267	48.24	1.29
							2.34

Partida	03.05		BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DÍA	230.0000	EQ.	230.0000	Costo unitario directo por : m2	1.14	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0035	23.13	0.08
0101010005	PEÓN		hh	2.0000	0.0696	14.81	1.03
							1.11
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.11	0.03
							0.03

Partida	03.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m2/DÍA	216.0000	EQ.	216.0000	Costo unitario directo por : m2	12.83	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEÓN	hh	2.0000	0.0741	14.81	1.10	
						1.10	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.10	0.06	
03011700020009	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 80-110HP 0.50-1.3YD3	hm	2.0000	0.0741	140.00	10.37	
03012200040005	CAMIÓN VOLQUETE 4X2 140-210 HP 6M3	hm	0.2500	0.0093	140.00	1.30	
						11.73	

Presupuesto

Presupuesto	1001002	CALLE PUCARA				
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO				
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO				Costo al	29/06/2017
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - LA ESPERANZA					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	BASE				24.59	
01.01	BASE TRATADA 20 cm	m2	1.00	24.59	24.59	
02	SUB BASE				16.59	
02.01	SUB BASE 15 CM	m2	1.00	16.59	16.59	
03	PAVIMENTOS				54.20	
03.01	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA	m2	1.00	7.16	7.16	
03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 4cm	m2	1.00	19.48	19.48	
03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m2	1.00	2.64	2.64	
03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	1.00	10.95	10.95	
03.05	BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA	m2	1.00	1.14	1.14	
03.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m2	1.00	12.83	12.83	
Costo Directo					95.38	
SON : MOVENTAYCINCO Y 38/100 NUEVOS SOLES						

• **Para la calle Progreso**

Presupuesto	1001002 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO				Fecha presupuesto	29/06/2017	
Partida	01.01 BASE TRATADA 15 cm						
Rendimiento	m2/DÍA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : m2	24.19	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0160	23.13	0.37
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0160	16.47	0.26
0101010005	PEÓN		hh	6.0000	0.0960	14.81	1.42
							2.05
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		gal		1.0000	8.00	8.00
0207040001	MATERIAL GRANULAR		m3		0.1300	41.27	5.37
							13.37
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		6.0000	2.05	0.12
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP		hm	1.0000	0.0160	152.31	2.44
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP		hm	1.0000	0.0160	132.14	2.11
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0160	115.20	1.84
03012200050001	CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0160	141.13	2.26
							8.77

Partida	02.01 SUB BASE 15 cm						
Rendimiento	m2/DÍA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : m2	16.19	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0160	23.13	0.37
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0160	16.47	0.26
0101010005	PEÓN		hh	6.0000	0.0960	14.81	1.42
							2.05
Materiales							
0207040001	MATERIAL GRANULAR		m3		0.1300	41.27	5.37
							5.37
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		6.0000	2.05	0.12
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP		hm	1.0000	0.0160	152.31	2.44
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP		hm	1.0000	0.0160	132.14	2.11
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0160	115.20	1.84
03012200050001	CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	1.0000	0.0160	141.13	2.26
							8.77

Partida	03.01	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA				
Rendimiento	m2/DÍA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por : m2	7.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0089	23.13	0.21
0101010005	PEÓN	hh	1.0000	0.0178	14.81	0.26
						0.47
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.47	0.02
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP	hm	1.0000	0.0178	152.31	2.71
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0178	115.20	2.05
						4.78
Subpartidas						
010305010107	TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1700	11.21	1.91
						1.91

Partida	03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 5cm				
Rendimiento	m2/DÍA	400.0000	EQ.	400.0000	Costo unitario directo por : m2	18.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0200	23.13	0.46
						0.46
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0450	50.49	2.27
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0390	35.29	1.38
0207020002	FILLER	kg		3.3000	0.49	1.62
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal		1.0000	6.01	6.01
						11.28
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.46	0.02
011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5000	0.0100	160.28	1.60
03013900030001	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE M.E. 50,65 - 115 ton/h	hm	0.5000	0.0100	335.00	3.35
0301400003	SECADORA DE ÁRIDOS	hm	0.5000	0.0100	132.83	1.33
						6.30

Partida	03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE				
Rendimiento	m2/DÍA	1,800.0000	EQ.	1,800.0000	Costo unitario directo por : m2	2.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0044	23.13	0.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0044	16.47	0.07
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	0.0267	14.81	0.40
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.0000	0.0133	20.93	0.28
						0.85
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP	hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03011000060006	RODIL NEUMT. AUTO P5.5-20TN 81-100HP	hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0044	133.71	0.59
						1.79

Partida	03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DÍA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000	Costo unitario directo por : m2	10.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0033	23.13	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0067	20.07	0.13
0101010005	PEÓN	hh	4.0000	0.0267	14.81	0.40
						0.61
Materiales						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	8.00	8.00
						8.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02
03011400060003	COMPRESORA NEUMÁTICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0067	35.56	0.24
03012200080002	CAMIÓN IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0067	118.34	0.79
03013900050001	BARREDORA MECÁNICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	4.0000	0.0267	48.24	1.29
						2.34

Partida	03.05 BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA					
Rendimiento	m2/DÍA	230.0000	EQ.	230.0000	Costo unitario directo por : m2	1.14
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0035	23.13	0.08
0101010005	PEÓN	hh	2.0000	0.0696	14.81	1.03
						1.11
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.11	0.03
						0.03

Partida	03.06 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m2/DÍA	216.0000	EQ.	216.0000	Costo unitario directo por : m2	12.83
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010005	PEÓN	hh	2.0000	0.0741	14.81	1.10
						1.10
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.10	0.06
0301170002000	RETROEXCAVADORA SOBRE CANTAS 80-110HP 0.50-1.3YD3	hm	2.0000	0.0741	140.00	10.37
0301220004000	CAMIÓN VOLQUETE 4X2 140- 0 HP 6M3	hm	0.2500	0.0093	140.00	1.30
						11.73

Presupuesto

Presupuesto	1001002	CALLE PROGRESO			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO			Costo al	29/06/2017
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - LA ESPERANZA				

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	BASE				24.19
01.01	BASE TRATADA 15 cm	m2	1.00	24.19	24.19
02	SUB BASE				16.19
02.01	SUB BASE 15 cm	m2	1.00	16.19	16.19
03	PAVIMENTOS				59.05
03.01	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA	m2	1.00	7.16	7.16
03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 5cm	m2	1.00	18.04	18.04
03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m2	1.00	2.64	2.64
03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	1.00	10.95	10.95
03.05	BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA	m2	1.00	1.14	1.14
03.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m2	1.00	12.83	12.83
	Costo Directo				99.43
SON : NOVENTA Y NUEVE Y 43/100 NUEVOS SOLES					

• Para la Av. Las Américas

Presupuesto	1001002 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO						Fecha presupuesto	29/06/2017
Subpresupues	001 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO							
Partida	01.01	BASE TRATADA 22 cm						
Rendimiento	m2/DÍA	400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m2		26.65		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0200	23.13	0.46	
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0100	16.47	0.16	
0101010005	PEÓN		hh	6.0000	0.1200	14.81	1.78	
							2.40	
Materiales								
02010500010	ASFALTO LIQUIDO MC-30		gal		1.0000	8.00	8.00	
0207040001	MATERIAL GRANULAR		m3		0.1300	41.27	5.37	
							13.37	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.40	0.07	
03011000060	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-		hm	1.0000	0.0200	152.31	3.05	
03011000060	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-		hm	1.0000	0.0200	132.14	2.64	
03012000010	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0200	115.20	2.30	
03012200050	CAMIÓN CISTERNA (2,500		hm	1.0000	0.0200	141.13	2.82	
							10.88	

Partida	02.01	SUB BASE 15 cm						
Rendimiento	m2/DÍA	400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por: m2		18.65		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0200	23.13	0.46	
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0100	16.47	0.16	
0101010005	PEÓN		hh	6.0000	0.1200	14.81	1.78	
							2.40	
Materiales								
0207040001	MATERIAL GRANULAR		m3		0.1300	41.27	5.37	
							5.37	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.40	0.07	
03011000060	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-		hm	1.0000	0.0200	152.31	3.05	
03011000060	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-		hm	1.0000	0.0200	132.14	2.64	
03012000010	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	1.0000	0.0200	115.20	2.30	
03012200050	CAMIÓN CISTERNA (2,500		hm	1.0000	0.0200	141.13	2.82	
							10.88	

Partida	03.01 EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA					
Rendimiento	m2/DÍA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por : m2	7.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0089	23.13	0.21
0101010005	PEÓN	hh	1.0000	0.0178	14.81	0.26
						0.47
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.47	0.02
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP	hm	1.0000	0.0178	152.31	2.71
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0178	115.20	2.05
						4.78
Subpartidas						
010305010107	TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1700	11.21	1.91
						1.91

Partida	03.02 CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 4cm					
Rendimiento	m2/DÍA	360.0000	EQ.	360.0000	Costo unitario directo por : m2	19.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0222	23.13	0.51
						0.51
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0450	50.49	2.27
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0390	35.29	1.38
0207020002	FILLER	kg		3.3000	0.49	1.62
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal		1.0000	6.01	6.01
						11.28
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.51	0.02
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5500	0.0122	160.28	1.96
03013900030001	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE M.E. 50,65 - 115 ton/h	hm	0.5500	0.0122	335.00	4.09
0301400003	SECADORA DE ÁRIDOS	hm	0.5500	0.0122	132.83	1.62
						7.69

Partida	03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE					
Rendimiento	m2/DÍA	1,800.0000	EQ.	1,800.0000	Costo unitario directo por : m2	2.64	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0044	23.13	0.10
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0044	16.47	0.07
0101010005	PEÓN		hh	6.0000	0.0267	14.81	0.40
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO		hh	3.0000	0.0133	20.93	0.28
							0.85
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8- 10TN 58-70HP		hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03011000060006	RODIL NEUMT. AUTO P5.5-20TN 81-100HP		hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'		hm	1.0000	0.0044	133.71	0.59
							1.79

Partida	03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA					
Rendimiento	m2/DÍA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000	Costo unitario directo por : m2	10.95	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0033	23.13	0.08
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0067	20.07	0.13
0101010005	PEÓN		hh	4.0000	0.0267	14.81	0.40
							0.61
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30		gal		1.0000	8.00	8.00
							8.00
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.61	0.02
03011400060003	COMPRESORA NEUMÁTICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1.0000	0.0067	35.56	0.24
03012200080002	CAMIÓN IMPRIMADOR 6X2 178- 210 HP 1,800 gl		hm	1.0000	0.0067	118.34	0.79
03013900050001	BARREDORA MECÁNICA 10-20 HP 7 P.LONG.		hm	4.0000	0.0267	48.24	1.29
							2.34

Partida	03.05		BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DÍA	230.0000	EQ.	230.0000	Costo unitario directo por : m2	1.14	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0035	23.13	0.08	
0101010005	PEÓN	hh	2.0000	0.0696	14.81	1.03	
						1.11	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.11	0.03	
						0.03	

Partida	03.06		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	m2/DÍA	216.000	EQ.	216.000	Costo unitario directo por : m2	12.83	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEÓN	hh	2.0000	0.0741	14.81	1.10	
						1.10	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.10	0.06	
030117000200	RETROEXCAVADORA SOBRE LANTAS 80-110HP 0.50-1.3YD3	hm	2.0000	0.0741	140.00	10.37	
030122000400	CAMIÓN VOLQUETE 4X2 140- 0 HP 6M3	hm	0.2500	0.0093	140.00	1.30	
						11.73	

Presupuesto

Presupuesto	1001002		AV. LAS AMÉRICAS			
Subpresupuesto	001		PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO		Costo al		29/06/2017	
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - LA ESPERANZA					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	BASE				26.65	
01.01	BASE TRATADA 22 cm	m2	1.00	26.65	26.65	
02	SUB BASE				18.65	
02.01	SUB BASE 15 cm	m2	1.00	18.65	18.65	
03	PAVIMENTOS				54.20	
03.01	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA	m2	1.00	7.16	7.16	
03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 4cm	m2	1.00	19.48	19.48	
03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m2	1.00	2.64	2.64	
03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	1.00	10.95	10.95	
03.05	BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA	m2	1.00	1.14	1.14	
03.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m2	1.00	12.83	12.83	
Costo Directo					99.50	
SON : NOVENTA Y NUEVE Y 50/100 NUEVOS SOLES						

• Para la Av. 7 de Julio

Presupuesto	1001002 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO				Fecha		
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO				presupuesto	29/06/2017	
Partida	01.01	BASE TRATADA 25 cm					
Rendimiento	m2/DÍA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		31.58	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0160	23.13	0.37	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0160	16.47	0.26	
0101010005	PEÓN	hh	8.0000	0.1280	14.81	1.90	
						2.53	
Materiales							
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.5000	8.00	12.00	
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2000	41.27	8.25	
						20.25	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		6.0000	2.53	0.15	
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-	hm	1.0000	0.0160	152.31	2.44	
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-	hm	1.0000	0.0160	132.14	2.11	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0160	115.20	1.84	
03012200050001	CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0160	141.13	2.26	
						8.80	

Partida	01.01	SUB BASE 15 cm					
Rendimiento	m2/DÍA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		19.58	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0160	23.13	0.37	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0160	16.47	0.26	
0101010005	PEÓN	hh	8.0000	0.1280	14.81	1.90	
						2.53	
Materiales							
0207040001	MATERIAL GRANULAR	m3		0.2000	41.27	8.25	
						8.25	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		6.0000	2.53	0.15	
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-	hm	1.0000	0.0160	152.31	2.44	
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-	hm	1.0000	0.0160	132.14	2.11	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0160	115.20	1.84	
03012200050001	CAMIÓN CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	1.0000	0.0160	141.13	2.26	
						8.80	

Partida	03.01	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA				
Rendimiento	m2/DÍA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por : m2	7.16
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0089	23.13	0.21
0101010005	PEÓN	hh	1.0000	0.0178	14.81	0.26
						0.47
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.47	0.02
03011000060004	RODIL LISO VIBRAT. AUTP10-12TN-101-135HP	hm	1.0000	0.0178	152.31	2.71
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0178	115.20	2.05
						4.78
Subpartidas						
010305010107	TRANSPORTE DE AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1700	11.21	1.91
						1.91

Partida	03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 8cm				
Rendimiento	m2/DÍA	500.0000	EQ.	500.0000	Costo unitario directo por : m2	37.64
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0160	23.13	0.37
						0.37
Materiales						
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.0450	50.49	22.57
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0390	35.29	1.38
0207020002	FILLER	kg		3.3000	0.49	1.62
02130100060001	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gal		1.0000	6.01	6.01
						31.73
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.37	0.01
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	0.5500	0.0088	160.28	1.41
03013900030001	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE M.E. 50,65 - 115 ton/h	hm	0.5500	0.0088	335.00	2.95
0301400003	SECADORA DE ÁRIDOS	hm	0.5500	0.0088	132.83	1.17
						5.54

Partida	03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE				
Rendimiento	m2/DÍA	1,800.0000	EQ. 1,800.0000	Costo unit. directo por : m2	2.64	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0044	23.13	0.10
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0044	16.47	0.07
0101010005	PEÓN	hh	6.0000	0.0267	14.81	0.40
01010100060001	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.0000	0.0133	20.93	0.28
						0.85
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.85	0.04
03011000060005	RODIL TAND. ESTAT AUTO P8-10TN 58-70HP	hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03011000060006	RODIL NEUMT. AUTO P5.5-20TN 81-100HP	hm	1.0000	0.0044	132.14	0.58
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'	hm	1.0000	0.0044	133.71	0.59
						1.79

Partida	03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DÍA	1,200.0000	EQ. 1,200.0000	Costo unit. directo por : m2	10.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0033	23.13	0.08
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0067	20.07	0.13
0101010005	PEÓN	hh	4.0000	0.0267	14.81	0.40
						0.61
Materiales						
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal		1.0000	8.00	8.00
						8.00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02
03011400060003	COMPRESORA NEUMÁTICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	1.0000	0.0067	35.56	0.24
03012200080002	CAMIÓN IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl	hm	1.0000	0.0067	118.34	0.79
03013900050001	BARREDORA MECÁNICA 10-20 HP 7 P.LONG.	hm	4.0000	0.0267	48.24	1.29
						2.34

Partida	03.05		BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA				
Rendimiento	m2/DÍA	230.0000	EQ.	230.0000	Costo unitario directo por : m2	1.14	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0035	23.13	0.08
0101010005	PEÓN		hh	2.0000	0.0696	14.81	1.03
							1.11
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.11	0.03
							0.03

Partida	03.06		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	m2/DÍA			EQ.	216.0000	Costo unit. directo por : m2	12.83
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010005	PEÓN		hh	2.0000	0.0741	14.81	1.10
							1.10
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES				5.0000	1.10	0.06
0301170002000	RETROEXCAVADORA SOBRE CANTAS 80-110HP 0.50-1.3YD3		hm	2.0000	0.0741	140.00	10.37
0301220004000	CAMIÓN VOLQUETE 4X2 140- 0 HP 6M3		hm	0.2500	0.0093	140.00	1.30
							11.73

Presupuesto

Presupuesto	1001002	AV. 7 DE JULIO			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO			
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO			Costo al	29/06/2017
Lugar	LA LIBERTAD - TRUJILLO - LA ESPERANZA				

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	BASE				31.58
01.01	BASE TRATADA 25 cm	m2	1.00	31.58	31.58
02	SUB BASE				19.58
02.01	SUB BASE 15 cm			19.58	19.58
03	PAVIMENTOS				72.36
03.01	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE BASE TRATADA	m2	1.00	7.16	7.16
03.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 8cm	m2	1.00	37.64	37.64
03.03	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m2	1.00	2.64	2.64
03.04	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	1.00	10.95	10.95
03.05	BARRIDO Y LIMPIEZA DE LA CARPETA ASFÁLTICA	m2	1.00	1.14	1.14
02.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m2	1.00	12.83	12.83
	Costo Directo				123.52
	SON : CIENTO VEINTITRES Y 52/100 NUEVOS SOLES				

5.6.1. Resultados

- Se observa que el pavimento semirrígido es el más adecuado, sus dimensiones son menores al del flexible, esto se debe a la base tratada que tiene el diseño.

CAPITULO VI:
DISCUSION DE RESULTADOS

CAPITULO VI: DISCUSION DE RESULTADOS

Realizar Estudio de Tráfico y Estudio de Mecánica de Suelos.

El estudio de tráfico se realizó por un periodo de 5 días, los datos fueron recogidos en calles y avenidas del área de estudio, el cual nos arrojó diferentes resultados de ESAL. Para la Av. 7 de Julio $1.32E+07$ EE, la Av. Las Américas $2.01E+06$ EE, la calle Pucara $1.34E+06$ EE, y para la calle El Progreso $7.53+05$ EE, por un periodo de diseño de 20 años; en base a ello se realizaron diferentes propuestas de diseño.

Determinar parámetros de diseño para pavimentos flexibles y semirrígidos según su metodología.

Como parámetro de diseño se tomó en cuenta un periodo de 20 años, el cual se encuentra indicado en el “Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014”, a partir de este dato podemos determinar los espesores de las diferentes capas, y así obtener el diseño más adecuado.

Realizar el análisis comparativo entre las metodologías de diseño de pavimento flexible y semirrígido.

A partir de los valores encontrados en el (Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014), se diseñan dos alternativas diferentes con el objetivo de obtener espesores menores a las que se indican en el manual. De este modo esperamos alcanzar un presupuesto menor que sea viable para el proyecto.

Determinar cuál es el diseño más adecuado técnica y económicamente, para la zona de estudio.

Una vez diseñados las dos diferentes alternativas con dimensiones viables y presupuesto adecuado se procede a verificar cuál de ellos, es el más óptimo para el proyecto.

En nuestro proyecto el diseño más óptimo es el pavimento semirrígido, la razón principal es la durabilidad que este ofrece, debido que contará con una base tratada con asfalto, esto mejorar su vida útil.

CONCLUSIONES

- En el estudio de tráfico realizado, se tomó 5 días calendario y como periodo de diseño de 20 años lo cual se obtuvo los siguientes valores.

Resumen del total de repeticiones

VIAS	AV. 7 DE JULIO	AV. LAS AMÉRICAS	Calle. PUCARA	Calle. PROGRESO
AÑO 2036	13 245651.48 EE	2 014 266.79 EE	1 325 294.61 EE	735 137.43 EE

- Del Estudio de Mecánica de suelo, se obtuvo que el material de la sub rasante era una arena pobremente graduada (SP) según SUCS o A-1-b (0) según AASHTO.
- Para evitar el sobre costo en la capa de rodadura, dividimos la sección con la finalidad de agrupar sub sectores con valores de CBR similares (C1=12.80% y C4=12.60%) y (C2=14.30%, y C3=16.50%), de estos dos grupos obtendremos el valor promedio en cada una de ellas.
- Del estudio de canteras, concluimos que la cantera cumple las especificaciones tanto para base como sub base, para el proceso constructivo. Se puede verificar en los cuadros contenidos en la ficha técnica de la Cantera “El Milagro”, que el CBR del material que proporciona para la base y sub base es del 80% Min. y 40% Min. respectivamente.

Basándonos en esta información asumiremos como CBR FINAL de la base, un valor mayor al 80 % Min. debido que a este material se la añadirá un tratamiento con asfalto, lo cual aumenta este valor.

- Del parámetro de diseño, se realizó las cargas de tráfico vehicular en el cual se analizó el tipo de tráfico, su rango y características de la sub rasante sobre lo que se asienta el pavimento.

- Después de haber realizado el análisis respectivo, se determinó que la alternativa más económica es el pavimento semirrígido con los espesores y precios mencionados en el siguiente cuadro:

Vía	SNR (req)	SNR (Calc)	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	Precio S/.	Precio total S/.
Av. 7 Julio	4.155	4.24	7	25	15	88.80	123.52
Av. Las América	2.975	3.21	4	22	15	64.78	99.50
Calle El Progreso	2.471	2.64	2	20	15	58.23	99.43
Calle Pucara	2.862	3.22	2	25	15	60.52	95.38

- Del diseño concluimos indicando, que el pavimento semirrígido es la alternativa más adecuada para la zona de estudio, con los siguientes espesores:

Vía	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)
Av. 7 Julio	7	25	15
Av. Las América	4	22	15
Calle El Progreso	2	20	15
Calle Pucara	2	25	15

RECOMENDACIONES

- Para obtener un análisis completo del estudio comparativo de costos realizado en el presente trabajo, deberá tomarse en cuenta, la ejecución, y mantenimiento, para ambos pavimentos.
- Hablar de qué tan económico resulta un pavimento respecto al otro, es muy relativo, ya que si se toma en cuenta el costo total, el cual incluye la inversión inicial más el mantenimiento, no se obtendrá una alternativa definitiva. Por lo tanto, dependerá de las autoridades respectivas tomar la decisión acerca del tipo de pavimento a emplear en un proyecto determinado, contando con los fondos y financiamiento necesarios.
- Los dos sistemas de pavimento tienen virtudes considerables que pueden ser bien aprovechadas, cada diseño debe ser analizado a conciencia para determinar cuál es la mejor opción, haciendo un análisis cuidadoso de todos los factores que intervienen. Desde las condiciones del entorno, el proyecto geométrico, los estudios de ingeniería de tránsito, geo-técnicos, de drenaje y subdrenaje, la disponibilidad de materiales y equipo de construcción.
- Los dos diseños de pavimentos, tienen sus propios parámetros por lo cual cada diseño debe ser analizado cuidadosamente para así determinar la mejor opción. se tendrá en cuenta desde el estudio de tráfico y de suelos.

REFERENCIAS

- Arakaki, K. K. (2014). Diseño de los Pavimentos de La Nueva Carretera . Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú
- David, R. A. (2013). Bases Estabilizadas con Emulsión Asfáltica para Pavimentos. Quito, Ecuador.
- Huang, Y. (2004). Pavement Analysis And Design. Estados Unidos: Pearson Prentice Hall.
- Ing. Paola Quiroz; Ing German Huerta. (2015). Evaluación de Área Saturada de la Red Vial Metropolitana de Trujillo. Trujillo.
- Jorge Ernesto Corradine, Gilbert Alberto Espitia . (2015). Deterioro de una Base Estabilizada con Asfalto . Bogota, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas .
- Manual De Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (2014). Perú.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2000). Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras Eg-2000.Segunda Edición.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2003). Obtenido de Http://Transparencia.Mtc.Gob.Pe/Idm_Docs/Normas_Legales/1_0_21.Pdf.
- Montejo, A. (2006). Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, Estudios Básicos y Diseño. Colombia: Universidad Católica De Colombia.
- Pautas Pavimentos. (2015). Pautas Metodologicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversion pública de carreteras. Perú: Ministerio De Economía y Finanzas.
- Pereda Rodriguez, Danfer Alfonso, Cubas Parimango, Nahum Octavio. (2015). Investigación De Los Asfaltos Modificados con el uso de Caucho Reciclado de Llantas y su comparación Técnico-Económico con los asfaltos convencionales. Trujillo, Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego.

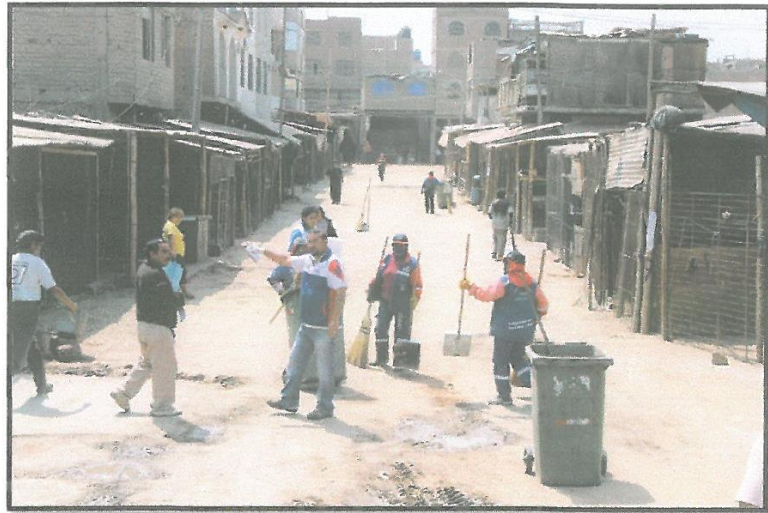
- Raquel, F. B. (2014). Análisis Comparativo de costos entre el Pavimento Rígido Y Pavimento Flexible. Quito – Ecuador: Universidad Central Del Ecuador.
- Vallejos, S. J. (2014). Diseño Estructural del Pavimento Flexible para el Anillo Vial del Ovalo Grau. Trujillo , La Libertad: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Vasquez, B. M. (2014). “Análisis Comparativo entre un Pavimento Rígido y un Pavimento Flexible Para La Ruta S/R: Santa Elvira – El Arenal, En La Comuna de Valdivia” . Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.

ANEXOS

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO
O
D
I
O
G
E
O
T
E
C
N
I
C
O

*“Estudio Comparativo Del Diseño Del Pavimento Flexible
Y Semirrígido Con Carpeta Asfáltica Y Base Tratada, Para
Las Calles Del Mercado Nuevo Progreso Sector La
Hermelinda - Trujillo - La Libertad”*



Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460

Junio del 2017



*Proyecto y Construcción de Obras Cíviles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos*



Proyecto y Construcción de Obras Civiles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos

1. ENSAYOS DE LABORATORIO



Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460


Mz. 10 Lote 2 - Dpto 201 - Urb. Los Jardines del Golf - TRUJILLO
94 9946311 - 94 8420425 - # 335648
enriquegeo@hotmail.com



*Proyecto y Construcción de Obras Civiles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos*

1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD





Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460

Mz. 10 Lote 2 - Dpto 201 - Urb. Los Jardines del Golf - TRUJILLO
94 9946311 - 94 8420425 - # 335648
 enriquegeo@hotmail.com



*Proyecto y Construcción de Obras Civiles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos*

1.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460


Mz. 10 Lote 2 - Dpto 201 - Urb. Los Jardines del Golf - TRUJILLO
94 9946311 - 94 8420425 - # 335648
✉ enriquegeo@hotmail.com



Proyecto y Construcción de Obras Civiles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos

1.3. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)




Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460

Mz. 10 Lote 2 - Dpto 201 - Urb. Los Jardines del Golf - TRUJILLO
94 9946311 - 94 8420425 - # 335648
 enriquegeo@hotmail.com



Proyecto y Construcción de Obras Civiles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos

1.4. PROCTOR MODIFICADO



Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460

Mz. 10 Lote 2 - Dpto 201 - Urb. Los Jardines del Golf - TRUJILLO
94 9946311 - 94 8420425 - # 335648
✉ enriquegeo@hotmail.com



*Proyecto y Construcción de Obras Civiles
Laboratorio de Control
en Ingeniería de Suelos y Pavimentos*

2. PERFIL ESTRATIGRÁFICO




Enrique Francisco Lujan Silva
Ing. Civil - Ms Sc. Ing. Geotécnica
CIP 54460

Mz. 10 Lote 2 - Dpto 201 - Urb. Los Jardines del Golf - TRUJILLO
94 9946311 - 94 8420425 - # 335648
enriquegeo@hotmail.com

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 1: Realizando el conteo de vehículos en la Av. 7 de julio.



Imagen 2: Realizando el conteo de vehículos en la Av. Las Américas.



Imagen 3: calles en mal estado.



Imagen 4: calles en mal estado.



Imagen 5: vehículos que contamina con el polvo.



Imagen 6: Buzones en mal estado expuestos en medio de la vía