

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES.  
UCC CAMPUS LEÓN**



**COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS**

**TITULO: EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA DE 500 METROS LINEALES EN EL COSTADO SUR DE LA PREPARATORIA UNAN, MUNICIPIO DE LEÓN, APLICANDO EL MÉTODO DE LA AASTHO 93 EN EL PERIODO DE ENERO – JULIO 2023.**

**Autor:** Ing. Oscar Benito Otero Pravia

**Asesor:** MSc. Constantino Portocarrero

**LEÓN, NICARAGUA.**

**Abril 2023.**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Antecedentes y Contexto del Problema.....	3
1.1.1. Internacionales.....	3
1.1.2. Nacionales.....	4
1.1.3. Locales.....	5
1.2. Objetivos.....	7
1.2.1. Objetivo General.....	7
1.2.2. Objetivos Específicos.....	7
1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación.....	8
1.3.1 Pregunta de Investigación.....	9
1.4. Justificación.....	10
1.5. Limitaciones.....	11
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Variables.....	13
1.7.1. Variable Dependiente:.....	13
1.7.2. Variable Independiente.....	14
CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1. Estado del Arte.....	15
2.2. Teorías y Conceptualizaciones Asumidas.....	17
2.2.1. MARCO TEORICO.....	17
2.2.1.1. Definiciones.....	17
2.2.1.2. ¿De qué está compuesta la Carpeta Asfáltica?.....	19
2.2.1.3. ¿Cuál es el Espesor de una Carpeta Asfáltica?.....	19
2.2.1.4. Tipos de Carpeta Asfáltica.....	20
2.2.1.5. ¿Cómo se construye una Carpeta Asfáltica?.....	22
2.2.1.6. ¿Cómo se hace la Carpeta Asfáltica?.....	23
2.2.1.7. ¿Cuál es el Peso Volumétrico de la Carpeta Asfáltica?.....	24
2.2.1.8. ¿Cómo cubicar y calcular el Volumen de la Carpeta Asfáltica?.....	24
2.2.1.9. ¿Cómo se mide la Carpeta Asfáltica?.....	24
2.2.1.10. Ficha Técnica y Características de la Carpeta Asfáltica.....	25
2.2.1.11. ¿Dónde venden Carpeta Asfáltica?.....	26
2.2.2. Método de Diseño de la AASHTO 93.....	26
2.2.2.1. Experimento Vial AASHO.....	27
2.2.3. Factores a considerar en el Diseño.....	30

2.2.3.1. Tránsito. ....	30
2.3. Marco contextual.....	32
2.3.1. Definiciones.....	32
2.3.2. Clasificación de los Pavimentos. ....	32
2.3.3. Características del Pavimento. ....	34
2.3.4. Funciones de las Capas del Pavimento.....	35
2.3.5. Definición de Concreto. ....	36
2.3.6. Componentes del Concreto. ....	36
2.3.7. Propiedades del Concreto. ....	38
2.3.8. MARCO LEGAL. ....	39
CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.....	41
3.1. Tipo de Investigación. ....	41
3.2. Área de Estudio. ....	41
3.3. Unidad de Análisis Población/Muestra. ....	42
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	43
3.5. Confiabilidad y Validez de los Instrumentos.....	43
3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información.....	43
3.7. Operacionalización de las Variables. ....	45
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....	47
4.1. Análisis de Gráficos. ....	47
4.2. Análisis Topográfico.....	58
4.3. Análisis Hidrológico.....	59
4.4. Análisis Hidráulico.....	62
4.5. Análisis Técnico. ....	66
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	76
5.1. Futuras Líneas de Investigación.....	77
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES. ....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	79
ANEXOS. ....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1</b>	Estructura de Pavimento.....	18
<b>Figura 2</b>	Esquema de Circuitos para Prueba AASHO.....	28
<b>Figura 3</b>	Clasificación Vehicular por Ejes de Carga. ....	30
<b>Figura 4</b>	Esquema de Estructura de Pavimento Flexible.....	32
<b>Figura 5</b>	Esquema de estructura de Pavimento Rígido.....	33
<b>Figura 6</b>	Tipología de Pavimento Semirrígido.....	33
<b>Figura 7</b>	Esquema de Pavimento Articulado.....	34
<b>Figura 8.</b>	.....	37
<b>Figura 9</b>	Aditivos que se utilizan en el Concreto.....	38
<b>Figura 10</b>	Departamento de León, Nicaragua.....	42
<b>Figura 11</b>	Costado Sur Preparatoria UNAN León.....	42
<b>Figura 12</b>	Estadística de Fiabilidad.....	43
<b>Figura 13</b>	¿Cuál es su Ocupación?.....	47
<b>Figura 14</b>	¿Con qué frecuencia circula por esta vía?.....	48
<b>Figura 15</b>	¿Cuál es la Principal causa de hacer uso de esta Vía?.....	49
<b>Figura 16</b>	¿Usualmente se le da mantenimiento a esta Vía?.....	50
<b>Figura 17</b>	¿Qué medio de Transporte utiliza habitualmente?.....	51
<b>Figura 18</b>	¿Qué tipo de Vehículo utiliza?.....	52
<b>Figura 19</b>	¿Cómo visualiza usted el estado en el que se encuentra actualmente la Vía?.....	53
<b>Figura 20</b>	¿Con qué regularidad se presentan problemas en esta Vía?.....	54
<b>Figura 21</b>	¿Cree que es necesario una mejora en esta Vía?.....	55
<b>Figura 22</b>	¿Qué tan importante sería esta Vía ya mejorada?.....	56
<b>Figura 23</b>	¿Está de acuerdo que se ahorra tiempo al circular por esta Vía?.....	57
<b>Figura 24</b>	Topografía del Terreno.....	59
<b>Figura 25</b>	Precipitaciones en la Ciudad de León.....	60
<b>Figura 26</b>	Lluvias esperadas para el periodo de Enero – Abril 2023.....	61
<b>Figura 27</b>	Diseño de Cuneta.....	62
<b>Figura 28</b>	Propuesta de Cunetas.....	64
<b>Figura 29</b>	Diseño de Número Estructural.....	71
<b>Figura 30</b>	Módulo de Elasticidad.....	71
<b>Figura 31</b>	Variación en el Coeficiente Estructural de la Capa de Base.....	71
<b>Figura 32</b>	Variación en el Coeficiente Estructural de la Capa de Subbase.....	71
<b>Figura 33</b>	Cálculo de las Ecuaciones AASHTO 1993 (2.0).....	72
<b>Figura 34</b>	Cálculo de las Ecuaciones AASHTO 1993 (2.0).....	73
<b>Figura 35</b>	Diseño de Estructura de Pavimento.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1</b>	Estado del Arte.....	15
<b>Tabla 2</b>	Espesor Mínimo de Carpeta Asfáltica.....	20
<b>Tabla 3</b>	Ficha Técnica Carpeta Asfáltica.....	25
<b>Tabla 4</b>	Ensayes para muestras de Agregados de concreto.....	37
<b>Tabla 5</b>	Operacionalización de las Variables.....	45
<b>Tabla 6</b>	Esals de Diseño.....	67
<b>Tabla 7</b>	Niveles de Confiabilidad Recomendados.....	68
<b>Tabla 8</b>	Datos Propuestos Pavimento Asfáltico.....	70

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1</b>	Encuesta .....	80
<b>Anexo 2</b>	Tablas de Frecuencias .....	82
<b>Anexo 3</b>	Guía de Observación.....	85

## **RESUMEN**

El presente trabajo investigativo tiene como propósito evaluar el diseño de una carpeta asfáltica de 500 metros lineales en el costado sur de la preparatoria UNAN, municipio de León, aplicando el método de la AASTHO 93 en el periodo de enero – abril del año 2023. Para llevar a cabo la investigación, se inició con el proceso de recopilación de información acerca del proyecto, como son los estudios de tráfico ejecutados en los conteos vehiculares por el Ministerio de Transporte e Infraestructura y el estudio de suelo. Al mismo tiempo se recopiló la información necesaria sobre la metodología que se debe desarrollar para evaluar el diseño de pavimento flexible en base a la AASHTO 93.

En segunda instancia se procedió a definir las variables de diseño, basado en los esfuerzos de carga de tráfico a los cuales será sometido el pavimento. Del mismo modo se propuso el tratamiento de la Subrasante y el espesor de la base estabilizada con cemento.

En los acápites se muestra el procedimiento de selección de las variables con tablas y gráficos que se tomaron en base a la Guía ASSHTO 93 para el diseño de estructuras de pavimento para demostrar la veracidad de la información.

En última instancia se revisaron las especificaciones técnicas particulares de los materiales, se plantearon los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Palabra Claves: Evaluación, carpeta asfáltica, diseño, norma, guía.

## **ABSTRACT**

The purpose of this research work is to evaluate the design of an asphalt folder of 500 linear meters on the south side of the UNAN high school, municipality of León, applying the method of AASTHO 93 in the period of January – April 2023.

To carry out the investigation, it began with the process of collecting information about the project, such as the traffic studies carried out in the vehicle counts by the Ministry of Transport and Infrastructure and the soil study. At the same time, the necessary information was collected on the methodology to be developed to evaluate the design of flexible pavement based on AASHTO 93.

In the second instance, the design variables were defined, based on the traffic load efforts to which the pavement will be subjected. In the same way, the treatment of the Subgrade and the thickness of the base stabilized with cement were proposed.

The sections show the procedure for selecting the variables with tables and graphs that were taken based on the ASSHTO 93 Guide for the design of pavement structures to demonstrate the veracity of the information.

Ultimately, the particular technical specifications of the materials were reviewed, the results, conclusions and recommendations were raised.

**Keywords:** Evaluation, asphalt folder, design, standard, guide

## INTRODUCCIÓN.

La presente investigación consiste en el diseño de una carpeta asfáltica de 500 metros lineales en el costado sur de la preparatoria UNAN, municipio de León, aplicando el método de la AASTHO 93 en el periodo de enero – abril del año 2023 sobre la base de los conocimientos técnicos adquiridos en la Facultad de la Ingenierías, de la Universidad de Ciencias Comerciales UCC – León de manera que este documento sirva de guía para los futuros diseños de pavimentos flexibles.

En la actualidad, las carreteras de Nicaragua están siendo mejoradas aplicando nuevas tecnologías (pavimento flexible), con el fin de mejorar la duración y calidad de las mismas, pues la carpeta asfáltica promete ser de mayor calidad.

Para el análisis técnico de esta investigación se utilizará el método aplicado de las normas AASHTO 93, en relación al diseño de pavimentos como una medida de su capacidad para brindar una superficie segura, cómoda y estable al usuario (AASHTO93).

El desarrollo de esta investigación tiene el propósito de dar a conocer los tipos de pavimentos flexibles, así mismo se describirá de forma general cada uno de los parámetros y criterios necesarios para el diseño de la carpeta asfáltica de rodamiento, así como las funciones de cada capa misma.

Se indicará los materiales y aditivos que deben ser usados en la capa rodamiento de pavimento flexible. Por último, se abordan los procedimientos y especificaciones para el diseño de las mezclas y construcción.

En el capítulo I, se aborda el planteamiento de la Investigación, en el cual se resumió en tres antecedentes internaciones, tres nacionales y tres locales, se plantearon los objetivos, se describió el problema y se realizó la pregunta de investigación, la justificación, lo que limito la investigación, la hipótesis y las variables que clasificamos en dependiente e independiente.

En el capítulo II, se plantea el marco referencial, elaboramos estado del arte, investigamos las teorías asumidas, marco contextual y marco legal.

En el capítulo III el diseño metodológico, se aborda el tipo de investigación, área de estudio, unidad de análisis, confiabilidad y validez de los instrumentos mediante el programa Estadístico SPSS, Procesamiento de datos y análisis de la información y la



operacionalización de las variables.

En el capítulo IV, se realiza el análisis de los resultados, tanto de las gráficas como de los aspectos técnicos de la investigación.

En el Capítulo V se brinda las conclusiones y futuras líneas de investigación para abrir paso a nuevos proyectos investigativos.

Por último, en el Capítulo VI se hacen las recomendaciones pertinentes.

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1.1. Antecedentes y Contexto del Problema.

#### 1.1.1. Internacionales.

Como indica Farinango (2014): Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible. La mencionada investigación es de tipo descriptivo y los métodos que emplearon fueron: el descriptivo con la finalidad medir la variable de análisis comparativo de costo de los dos tipos de pavimento, el propósito se pueda desarrollar definiendo los conceptos, funciones y factores de diseño de los pavimentos; en los capítulos siguientes se diseñó tanto el pavimento flexible, como el pavimento rígido con el Método AASHTO aplicado al Ecuador 1993, del proyecto Escalón N°2, ubicado en la provincia de Pichincha de los cuales una de las conclusiones más resaltantes es que el autor formula es: Se ha obtenido que el espesor de la losa de hormigón (25 cm) es mayor a la capa de rodadura (8cm) del pavimento flexible; lo cual según el presupuesto general eleva el costo de construcción del pavimento rígido. Según el diseño y cálculo de volúmenes de obra se obtuvo que el costo del pavimento flexible es USD 5'465 923.23 y el costo del pavimento rígido es USD 9'195 791.31, es decir el costo del pavimento flexible es el 59.4% del costo del pavimento rígido. Se escoge la alternativa de pavimento rígido, el cual, a pesar de su alto costo de construcción.

(Núñez, Gardini 2018). "Diseño de la carretera Tunaspampa – El Chito – El Chileno – cantera La Colorada, Perú", constata que durante el desarrollo del proyecto se realizaron los estudios de ingeniería básica para carreteras, tales como: estudio de tráfico, estudio de rutas, estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de canteras, estudio de fuentes de agua y estudio hidrológico de subcuencas; de los cuales se detallan los resultados obtenidos en el presente documento. Así mismo se realizó el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal siguiendo los parámetros técnicos de diseño para una carretera de tercera clase establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018. Además, se realizó el diseño de la superficie de rodadura a nivel de Estabilización con micro

pavimento de acorde a las recomendaciones del Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

(Risco Gutiérrez, Pedro Guillermo. 2019). "Diseño de la carretera para unir el distrito de Llama con el caserío San Antonio, distrito de Llama – provincia de Chota – Cajamarca", se realizó el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal siguiendo los parámetros técnicos de diseño para una carretera de tercera clase establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través del Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018. Además, se realizó el diseño de la superficie de rodadura a nivel de Estabilización con micro pavimento de acorde a las recomendaciones del Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **1.1.2. Nacionales.**

Kar (1951) hizo investigaciones técnicas que unificadas a una política de infraestructura vial permitió unir grandes regiones al desarrollo de la economía nacional. A partir de 1955, los prestamos públicos aumentaron y trajeron como resultado un nuevo empuje a la expansión de la Red Vial. A esa fecha existían 3,687 km de carretera, contando con 280 km de pavimentación asfáltica. Consta que en 1965 se tenían 6,475 km de los cuales 811 km eran de pavimentación asfáltica. En la actualidad la red vial de Nicaragua está conformada por 21 km de carreteras, de los cuales 2,850 km son pavimentados (Adoquinados y Asfaltados) y 18,939 km son caminos de tierra.

De acuerdo a Cross N. (2013), en su Propuesta de Diseño Alterno de Espesores de Pavimento Rígido para Proyecto de Construcción de la Circunvalación de Carretera Masaya-Las Flores, utilizando el Método de la AASHTO 93, nos hace saber que se inició con el proceso de recopilación de información acerca del proyecto, como son los estudios de tráfico ejecutados en los conteos vehiculares. Utilizando el programa WinPas se obtuvo los espesores de la Losa de Concreto Hidráulico para desarrollar un manual paso a paso en la utilización de este Software para el diseño de espesor de losa hidráulica. En conclusión, el programa WinPas es una herramienta muy útil y exacta para el diseño de

espesores de pavimento, y le logró generar especificaciones técnicas pertinentes al diseño sobre la calidad de los materiales a utilizarse en la construcción del pavimento rígido.

Según López y Parrales (2016) en el Diseño geométrico y propuesta de una estructura de pavimento rígido, en un tramo de vía de 500 M del Bo Frawley D-III del municipio de Managua, 2016 aplicando el método de la AASTHO 93 y el software WINPASS 1.0.4, este estudio constata que se realizó una revisión de los estudios de suelos elaborados por el laboratorio Ingeniería de Materiales y Suelos (IMS), análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, resultando que los materiales de la sub – rasante son suelos tipo A – 1 – b (0) y A – 1 – a (0) de características granulares, considerados en rangos que van de bueno a muy bueno como material de terracería de estructura de pavimento.

Se realizó un conteo vehicular, el cual se ejecutó por 12 horas en un período de 3 días continuos, analizándose los dos sentidos de la vía y clasificando los vehículos según lo establece el MTI.

El concreto utilizado para el diseño es de resistencia a la compresión de 4,092 PSI y un Módulo de Ruptura de 632 PCI. Los resultados de los estudios anteriores sirvieron de parámetros de diseño para determinar el espesor necesario de la estructura de pavimento, obteniéndose un valor de 9.5 pulgadas que garantizan la seguridad del firme ante la erosión y fatiga, cumpliendo así con las exigencias del método AASTHO 93. No obstante, en el diseño se consideró elementos complementarios que coadyuvan a garantizar la calidad del pavimento como son las barras de amarre y las pasajuntas.

### **1.1.3. Locales.**

En el Diseño de 1.025 km de Pavimento de Concreto Hidráulico aplicando el Método AASHTO 93, localizado en el km 27 de la carretera Vieja a León, Jurisdicción de Villa el Carmen del Departamento de Managua como parte del diseño se evaluó los diversos estudios técnicos que son necesarios en el diseño de un pavimento como son: estudio de suelo, estudio de tránsito, estudio Hidro técnico, evaluación del emplazamiento y el estudio de costo o presupuesto. Se optó la metodología AASHTO ya que le método

considera los índices de serviciabilidad que es un parámetro importante para el confort y seguridad de las carreteras, también toma en cuenta los coeficientes de drenajes y toma en cuenta cualquier configuración del tránsito, cosa que le PCA considera únicamente los vehículos pesados, dentro de las recomendaciones mencionaron que Se recomienda la construcción de una carpeta de rodamiento de cinco pulgadas, como mínimo, de concreto hidráulico con una resistencia de 4000 psi. Es necesario seguir mejorando las estructuras de drenaje de este sitio, en los otros sectores donde no se construirán canalizaciones. Rodríguez et al, 2017.

En Larreynaga-Malpaisillo según el Grupo Santa Fe (2014 – 2015) se realizó una investigación la construcción de una nueva vía de 38.2 kilómetros con pavimento asfáltico de mezcla en caliente con una temperatura de 36 grado F°, los resultados técnicos en la aplicación de la mezcla asfalto fueron exitosos en la ejecución del proyecto porque se cumplió con el tiempo planificado, determinando la rapidez del uso del asfalto de 5 centímetros de espesor, desarrollo 85 obras de drenaje mejor, la construcción de un puente, rehabilitación de cuatro puentes adicionales y la ejecución de obras de mitigación del impacto ambiental. lo que disminuye el tiempo de tráfico de carga internacional de la Carretera Panamericana al atravesar el valle entre los volcanes Momotombo y El Hoyo.

MTI (2013) Proyecto de Mejoramiento del Transporte Rural en el tramo El Jicaral - Santa Rosa del Peñón (6.42 Km), este Proyecto consistió en la conversión de 6.42 km del camino existente a ejecutarse con fondos de un Convenio de Préstamo del Banco Mundial, a través de la colocación de una carpeta de rodamiento provista de Adoquín, sin contemplar la ampliación del camino en donde fue beneficiada toda la población del Municipio de Santa Rosa del Peñón.

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

- Evaluar el Diseño de Carpeta Asfáltica de 500 Metros Lineales en el Costado Sur de la Preparatoria UNAN, municipio de León, aplicando el método de la AASHTO-93 en el periodo de Enero – Abril del año 2023.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Desarrollar los estudios técnicos (Topografía e Hidrología) para el diseño de una estructura de rodamiento con pavimento flexible.
- Elaborar el Esal's Vehicular para aplicar las Normas AASHTO-93.
- Realizar un diagnóstico situacional de la afluencia poblacional al área de proyecto, para valorar la importancia y necesidad del diseño.

### **1.3. Descripción del Problema y Preguntas de Investigación.**

Debido a la demanda de estudiantes de las diferentes universidades y población aledaña que viajan al norte y sur de la ciudad de León y el desarrollo turístico-deportivo puesto que en este sector también se está construyendo un nuevo estadio de béisbol, factor que aumenta de manera relevante la circulación vehicular en este punto los días que haya partidos de béisbol, es necesario el diseño de Carpeta Asfáltica de 500 metros lineales de la calle del Costado Sur de la Preparatoria UNAN León en el Periodo de Enero – Abril 2023, ya que permite la facilidad de entrada y salida de los diferentes vehículos que a diario circulan en estas inmediaciones, es por esto que esta investigación se realiza para encontrar la manera más oportuna de mejorar esta vía, para dar respuesta a las necesidades de la población, mejorando su nivel de tiempo, costos y seguridad en cuanto a circulación vial se refiere.

En los últimos años, la construcción de carreteras de Carpeta Asfáltica para el mejoramiento del tipo de superficie se ha incrementado, ya que representa una buena opción de pavimento en condiciones climáticas de altas precipitaciones y regiones de suelos de poca capacidad de soporte, a parte de otros beneficios de este tipo de pavimento categorizado como flexible en el que se destaca una mayor vida útil y alta resistencia con menos costo de mantenimiento. (Red Vial MTI 2012).

Dado lo mencionado anteriormente, es necesario realizar diseños de pavimento adecuados a las condiciones de nuestro país, basados en metodologías utilizadas a nivel mundial. Por lo tanto, se requiere estudiar las alternativas de diseño de pavimentos flexibles para realizar un diseño eficaz y versátil.

Un diseño de pavimento flexible desarrollado de manera detallada y siguiendo todos los parámetros de diseño y construcción ofrece una obra duradera, con bajo costo de mantenimiento, seguridad y comodidad al usuario. La falta de experiencia y personal especializado en este tipo de proyectos y diseños, hace de esta investigación una necesidad para guiar a los profesionales que quieren enfocarse en el diseño de obras horizontales. Por lo tanto, esta investigación servirá de introducción al diseño de pavimentos flexibles para futuras investigaciones.

### **1.3.1 Pregunta de Investigación.**

¿Es necesario evaluar el diseño la Carpeta Asfáltica para mejorar la circulación vial del Campus Médico y barrios aledaños hacia el By Pass de León y salida a la carretera de Managua?



#### **1.4. Justificación.**

Una obra de ingeniería civil no se puede llevar a cabo sin tener criterios de elección, por lo tanto, siempre es necesario tener diferentes alternativas de diseño para poder escoger la opción más viable, entre estas tenemos la más económica, mayor beneficio social y una fácil metodología de construcción.

Mediante esta investigación que llevara el título "Diseño de Carpeta Asfáltica de 500 Metros Lineales en el Costado Sur de la Preparatoria UNAN, municipio de León, en el periodo de Enero – Abril del año 2023 bajo los criterios de diseño de las Normas de Construcción de Pavimentos y las Normas AASHTO-93, se pretende estudiar una metodología de diseño que sirva de guía para el diseño de pavimentos flexibles a través de la norma AASHTO 93.

Con la construcción del tramo Se estarán reduciendo los costos de mantenimiento de la flota vehicular, también habrá disminución de enfermedades respiratorias por el polvo que ocasionan los vehículos al transitar por las calles de adoquinado.

La Carpeta Asfáltica beneficiara directamente a la Comunidad Estudiantil de las Universidades UNAN León y UCC León, a los Barrios aledaños y a toda la población en general ya sea de transporte público y privado.

Debido a que se requiere de buenos diseños para lograr que los proyectos se desarrollen de la manera en que se plantean, es necesario estudiar las diferentes metodologías de diseño que existen, por lo tanto, esta investigación nos permitirá a nosotros como futuros Ingenieros tener un punto de partida, de modo que sirva de guía para la ejecución de próximos estudios de pavimentos en el país, proporcionando conocimientos fundamentales que servirán de material de consulta, para los diseñadores, profesionales, consultores, comunidad educativa, personal civil.

## **1.5. Limitaciones.**

Este trabajo considera las siguientes limitaciones en su desarrollo como lo es el caso del factor tiempo dado que se considera un tiempo corto para poder recopilar de mejor manera la información necesaria afectando así la calidad de la misma y el desarrollo de más ejercicios de este tipo.

Otra limitación fue la falta de disponibilidad de información de los estudios de tráfico realizados por las autoridades correspondiente en el caso del Ministerio de Transporte e Infraestructura, este tiene reservada dicha información la cual se considera importante por evaluaciones previas del desarrollo del incremento del volumen vehicular y peatonal.

## **1.6. Hipótesis.**

Por medio de la Evaluación de Diseño de la Carpeta Asfáltica de 500 Metros Lineales en el Costado Sur de la Preparatoria UNAN, municipio de León aplicando el Método de la AASTHO 93 se mejorará el flujo vehicular de manera más rápida de la entrada y salida al By-Pass de León hacia la salida carretera a Managua y de igual manera al nuevo Estadio de Béisbol, mediante la aplicación de la Carpeta Asfáltica fortalecerá el desarrollo vial a través de un producto que aumentará los niveles de satisfacción de las personas al momento de realizar las rutas, además, de construir trayectos de conexión más seguros.

## 1.7. Variables.

### 1.7.1. Variable Dependiente:

- **Incremento del Tráfico:** El aumento del tráfico lleva consigo que por la carretera pasen un mayor número de vehículos de forma diaria, por lo que es normal que, como todo en esta vida, al ser utilizado en mayor medida, su desgaste también lo sea.  
Además, los daños en la carretera serán aún más fuertes y rápidos si el incremento del tráfico es de tráfico pesado (mayormente camiones, autobuses, tráileres).  
El hecho de que de forma corriente una carretera sea usada por vehículos más pesados de lo previsto en la fase de planificación de la carretera, será una de las causas más habituales para su deterioro.
- **Condiciones Climáticas Adversas:** Las condiciones climáticas cada vez tienden a ser más extremas. Lluvias torrenciales, temperaturas bajo cero, veranos extremadamente calurosos, etc. Todas estas inclemencias afectan físicamente al asfalto.  
Por ejemplo, un calentamiento excesivo y continuado perjudica en el asfalto de tal modo que este pierde elasticidad y se producen deformaciones de tipo permanente.  
No obstante, los materiales de las carreteras nuevas cada vez tienen más en cuenta este tipo de adversidades y son de mejor calidad.
- **Fatiga de los Materiales:** La duración de las carreteras se pueden ver afectadas si se emplean mezclas de asfalto inadecuadas y poco recomendables.  
También pueden verse reducida su durabilidad si se realizan extendidos defectuosos, por ejemplo, durante la compactación, de ahí la importancia de que se use siempre el mejor equipo posible.
- **Desgaste por Roce, Falta de Agarre:** Puede ser debido al uso de áridos no resistentes al pulimento, a la falta de adherencia del ligante o al uso de un ligante poco adecuado, a un fallo en la compactación o una excesiva carga de tráfico.
- **Pérdidas de Material:** Debido a un error en el extendido, al uso de una mezcla inapropiada, a la fragilidad de los materiales o una deficiente unión entre capas.

- **Fisuras Transversales y Ramificadas Superficiales:** Se pueden deber al envejecimiento del material, a un error en el extendido, a una deficiente unión entre capas, a un espesor de capa insuficiente o una falta de resistencia en el subsuelo.
- **Fisuras Longitudinales Profundas:** Se pueden producir debido a la falta de resistencia del subsuelo, al tráfico pesado canalizado o a la deficiente unión entre juntas.
- **Surcos:** Si surgen surcos en la carretera se pueden deber a una mezcla inapropiada, a que no hay suficiente unión entre las capas, al uso de un ligante demasiado blando, a un error de extendido o a una carga excesiva por el elevado calor.
- **Asentamientos:** Se pueden deber a que le falta resistencia al subsuelo, a la presencia de agua en el subsuelo o a que se han producido daños por heladas en las capas inferiores.

### 1.7.2. Variable Independiente.

- Las irregularidades en el paquete de firme conllevan un alto nivel de vibraciones que suponen daños en la carrocería y estructuras del habitáculo (asiento, tablero, puertas, etc).
- Deformaciones de los neumáticos y en algunos casos extremos la rueda completa (llanta más neumática).
- El aumento de frecuencia de revisiones y el aumento del consumo de combustible.
- Pintura desgastada, mala iluminación, pavimento deteriorado, señales que no se ven, etc. Situaciones que aumentan la probabilidad de cometer errores al volante.
- Una conducción irresponsable, con el actual mal estado de algunas carreteras, puede traer consigo dificultades en el vehículo y accidentes de tránsito como consecuencia, además, de un mayor consumo de combustible y aumento en la contaminación del medio ambiente.

## CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.

### 2.1. Estado del Arte.

Tabla 1.  
Bases de datos consultadas

<b>Base de Datos Científicas Utilizadas</b>	<b>No. de publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo a la base de datos</b>	<b>No. de publicaciones con mayor reconocimiento científico</b>	<b>Tipos de publicaciones identificadas</b>
<b>Dialnet</b>	1	1	Tesis de Grado
<b>Google Académico</b>	15,700	4	Artículo Científico
<b>Redalyc</b>	62	3	Artículo Científico

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

#### *Principales Teorías y Aportes al Tema de Investigación*

<b>Autor y Año.</b>	<b>Concepto.</b>	<b>Cambio.</b>
Gago, Picado y Rodríguez, 2012.	Establece la manera correcta en el procedimiento del diseño de un tramo puntual de vía, desde el diseño geométrico basado en estudios precisos de tráfico.	Establece la importancia de saber diseñar carreteras basados en un estudio previo de tráfico antes de su construcción.

<p>Rodríguez, Garnica, Viviana. 2015</p>	<p>Diferentes tecnologías que se han estudiado con el fin de obtener energía en sus diferentes transformaciones como térmica, mecánica, eléctrica u otras a partir de los pavimentos asfálticos o flexibles.</p>	<p>Impulsar el estudio de la instauración de un sistema de obtención energética a partir de la carpeta asfáltica de los pavimentos, aprovechando las altas temperaturas que se presentan en diversas regiones por sus condiciones geográficas y así de esta manera aportar al adelanto tecnológico en cuanto a energías alternativas se refiere.</p>
<p>Vanegas, Ramírez y Juárez. 2019.</p>	<p>Permitió evaluar la necesidad de la mejora vial, y el impacto al desarrollo económico y social de la zona a mejorar.</p>	<p>Creó insumos para sustentar la puesta en marcha del proyecto en estudio y dio pie al interés en mejorar otras zonas que presentan problemas estructurales.</p>

Fuente: Elaboración Propia

## 2.2. Teorías y Conceptualizaciones Asumidas.

### 2.2.1. MARCO TEORICO.

#### 2.2.1.1. Definiciones.

**Agregado:** Un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

**Alcantarilla:** Cualquier estructura por debajo de la Subrasante de una carretera u otras obras viales. con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas.

**Balasto:** Una capa superficial de material selecto consistiendo por lo general de material granular natural o agregado triturado, que se coloca sobre la Subrasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura, para permitir el libre tránsito durante todas las épocas del año

**Base:** Es la capa de espesor diseñado, constituyente de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes y sobre la cual se coloca la carpeta de rodadura.

**Calzada:** Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos, con ancho suficiente para acomodar un cierto número de carriles para el movimiento de los mismos, excluyendo los hombros laterales.

**Carpeta o Superficie de Rodamiento o Rodadura:** La parte superior de un pavimento, por lo general de pavimento bituminoso o rígido, que sostiene directamente la circulación vehicular.

**Carretera, Calle o Camino:** Un calificativo general que designa una vía pública para fines de tránsito de vehículo, y que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía.

**Daños:** Desperfectos ocurridos en la superficie de una carretera debido a efectos de clima y tránsito.

**Deflexión:** El desplazamiento vertical temporal de un pavimento proveniente de la aplicación de cargas de las ruedas de los vehículos.

**Derecho de Vía:** El área de terreno que el Gobierno suministra para ser usada en la construcción de la carretera, sus estructuras, anexos y futuras ampliaciones.

**Hombro (Berma):** Las áreas de la carretera, contiguas y paralelas a la carpeta o superficie de rodadura, que sirven de confinamiento a la capa de base y de zona de



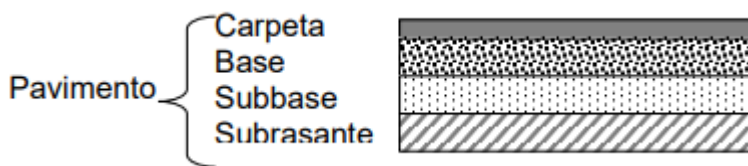
estacionamiento accidental de vehículos.

**Mantenimiento:** Conjunto de tareas de limpieza, reemplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en una carretera, para asegurar su buen funcionamiento y la prolongación de su vida de servicio, al máximo compatible con las previsiones de diseño y construcción de la obra.

**Mejoramiento:** Ejecución de las actividades constructivas necesarias para dotar a una carretera existente en bueno, regular o mal estado de mejores condiciones físicas y operativas de las que disponía anteriormente, para ampliar su capacidad o simplemente ofrecer un mejor servicio al usuario.

**Pavimento:** La estructura integral de las capas de Subrasante, sub- base, base y carpeta colocado encima de la rasante y destinada a sostener las cargas vehiculares.

**Figura 1**  
*Estructura de Pavimento.*



Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

**Reconstrucción:** trabajo mayor de rehabilitación de una carretera en mal estado, para restablecer sus condiciones físicas a un mejor nivel de servicio, al que fue construido anteriormente.

**Rehabilitación:** Ejecución de las actividades constructivas necesarias para restablecer las condiciones físicas de la carretera a su situación como fue construida originalmente.

**Rugosidad:** La desviación vertical del perfil de un pavimento de su forma tal como fue diseñado y que resulta en incomodidades en el manejo del vehículo. Por lo general, la rugosidad se mide para fines de mantenimiento vial por medio de IRI.

**Subrasante:** Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

**Tránsito:** Circulación de personas y vehículos por calles, carreteras.

La carpeta asfáltica es una capa de la estructura de pavimentos de una carretera, la cual normalmente es la última que se coloca y queda encima de todas las demás, por lo que se usa como superficie de rodamiento de la vialidad.

Normalmente es de color negro y rugosa al tacto, aunque después de haber sido compactada puede quedar ligeramente lisa, al acercarnos a ella podremos apreciar que en realidad es una superficie compuesta por “pequeña grava recubierta de asfalto (derivado del petróleo)”.

Es importante que identifiquemos la carpeta asfáltica durante nuestro proceso de construcción, ya que suele ser el elemento más caro dentro de la estructura de la calle, por lo que es necesario que tengamos claro de lo que estamos hablando y así evitar pérdidas de dinero por confusiones.

#### **2.2.1.2. ¿De qué está compuesta la Carpeta Asfáltica?**

Los materiales que integran la carpeta asfáltica son agregados pétreos (grava) y material asfáltico (bitumen o ligante), los cuales al combinarse dan como resultado un material pétreo recubierto de asfalto y unido por éste.

Es muy importante que cuidemos el contenido óptimo de asfalto en nuestra mezcla, ya que la misma deberá tener cohesión y ser capaz de resistir el desgaste por intemperismo y el paso de los coches, lo cual se logra agregando asfalto, pero sin que se vuelva una mezcla demasiado líquida que pierda estabilidad y resistencia, lo cual se logra disminuyendo la cantidad de asfalto.

Del lado de los agregados pétreos, estos normalmente provienen de los playones de ríos o de minas de rocas y deben de cumplir con las características de granulometría, dureza, contenido de finos y adherencia del asfalto (más adelante te compartiré las características y valores exactos).

#### **2.2.1.3. ¿Cuál es el Espesor de una Carpeta Asfáltica?**

El espesor de una carpeta asfáltica es de 5 cm (ya compactada), cabe mencionar que éste es el espesor más común que podemos encontrar, ya que en realidad las carpetas asfálticas pueden ir desde un tratamiento superficial de 3 centímetros hasta un espesor de 10, el cuál normalmente se usa en autopistas con una alta cantidad de tráfico pesado.

El espesor mínimo de una carpeta asfáltica es 3 centímetros, sin embargo, éste

dependerá de la cantidad y tipo de vehículos que vayan a circular en ella, por lo que a continuación te comparto una tabla en la que fácilmente podrás obtener el espesor mínimo necesario para tu carpeta asfáltica en base a la cantidad de tráfico (en ejes equivalentes) que transite por ella.

**Tabla 1**

*Espesor Mínimo de Carpeta Asfáltica.*

<b>Espesor Mínimo de Carpeta Asfáltica</b>	
Tránsito (Ejes Equivalentes)	Espesor (cm)
<50,000	3
50,000 – 150,000	5
150,000 – 500,000	6.5
500,000 – 2,000,000	7.5
2,000,000 – 7,000,000	9
>7,000,000	10

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.

Como puedes ver, entre mayor sea el tráfico que transite por una vialidad, mayor es el espesor de carpeta que se necesita colocar en la misma, razón por la que es necesario contar con un buen estudio de tránsito, así como con un buen diseño de pavimentos, para definir el espesor ideal de carpeta a colocar en nuestra vialidad.

#### **2.2.1.4. Tipos de Carpeta Asfáltica.**

Cuando nos empezamos a adentrar en el mundo de los pavimentos y el asfalto, nos encontramos con que existen muchos tipos de ellos, lo cual pudiere parecer confuso, ya que sí no entendemos las diferencias entre los mismos, es fácil confundirlos.

Y las carpetas asfálticas no son la excepción, de hecho, lo primero que tenemos que hacer es definir como las vamos a clasificar, ya que si bien hay quienes piden clasificarlas por el lugar de su producción (en obra o en planta), la realidad es que la forma más aceptada para hacer esto, es dividir las de acuerdo al procedimiento de su elaboración, ya sea que se mezclen en caliente, en frío o sean en base al sistema de riegos.

Razón por la que a continuación te voy a explicar a detalle los tipos de carpetas asfálticas en base a su proceso de mezclado, así como sus sub clasificaciones:

### **Carpeta Asfáltica Elaborada en Caliente.**

Son mezclas que se fabrican a temperaturas de 150 °C o más, por lo que sólo pueden fabricarse con plantas de asfalto (móviles o fijas), además de que en ellas se utilizan materiales pétreos y cemento asfáltico.

Éste tipo de mezclas se sub clasifican de acuerdo a su granulometría en los siguientes 3 tipos:

**Granulometría Densa:** La principal característica de este tipo de mezcla en caliente, es que los materiales pétreos que la conforman deben de estar bien graduados y tener un tamaño de entre 37.5 mm y 9.5 mm. Se usan para la elaboración de carpetas asfálticas nuevas que requieran una alta resistencia estructural.

**Granulometría Abierta:** En este caso, los agregados pétreos deben de situarse entre 12.5 mm y 6.3 mm, y es un tipo de carpeta que se usa como capa de rodadura solamente, ya que no tienen un buen soporte estructural.

**Granulometría discontinua (SMA):** A diferencia de los 2 tipos anteriores en los que la granulometría debe ser uniforme, en este caso como su nombre lo indica la granulometría de los agregados pétreos será discontinua, además de que estos deberán encontrarse entre 19 y 9.5 mm. Las carpetas SMA se usan principalmente como una sobre carpeta en carreteras existentes.

### **Carpeta Asfáltica Elaborada en Frío.**

Suelen elaborarse en el sitio de los trabajos o en plantas asfálticas móviles y a diferencia del tipo de carpeta anterior, se pueden fabricar a temperatura ambiente, lo que las hace más económicas y menos intensivas en uso de energía.

Éste tipo de mezclas se sub clasifican en los siguientes 2 tipos:

**Granulometría Densa:** En ella los agregados pétreos se encontrarán entre 37.5 mm y 9.5 mm, además de que normalmente se usan en carreteras de 1 millón de ejes equivalentes o menos, ya que su nivel de resistencia estructural no es muy alta.

**Mortero Asfáltico:** Dicha mezcla es diferente a las anteriores, ya que aquí se mezcla la emulsión asfáltica con agua y una arena con granos no mayores 2.36 mm, razón por la sólo se usa como capa de rodadura.

**Carpeta Asfáltica por el Sistema de Riegos:** Lo que distingue a éste tipo de carpeta asfáltica que prácticamente sólo se usa como capa de rodadura, es que, en lugar de

mezclarse en una planta, se elabora directamente en obra sobre la superficie en la que se éste aplicando, por lo que para hacerlas se intercalan capas de material pétreo en la vialidad, con riegos de material asfáltico.

Dichas carpetas se pueden sub clasificar en uno, dos o tres riegos, donde la única diferencia entre ellas, es la cantidad de capas intercaladas del material pétreo con el material asfáltico.

#### **2.2.1.5. ¿Cómo se construye una Carpeta Asfáltica?**

Colocar carpeta asfáltica es un proceso constructivo relativamente sencillo, aunque no por esto debemos dejar de lado la correcta supervisión de los trabajos y el correcto control de calidad de los materiales que se usen en éste, por lo que con la idea de que logres ejecutar este concepto de buena manera, te comparto los pasos principales para aplicar carpeta asfáltica:

Antes de iniciar los trabajos debes de verificar que cuentes con todo el material necesario para ejecutar el tramo que vayas a hacer, sobre todo debes de contar con una correcta programación del suministro de la mezcla asfáltica.

También deberás de señalizar el área en la que se va a trabajar, además de asegurarte que no transiten vehículos ni personas en la zona de labores.

Cabe mencionar que antes de aplicar la carpeta ya se debió de haber colocado el riego de impregnación, así como el riego de liga.

Tendrás que verificar que la superficie sobre la que se tenderá la carpeta asfáltica se encuentre libre de polvo, suciedad o encharcamientos.

En este momento debes de asegurarte que la Pavimentadora o Finisher se encuentre en su lugar y lista para comenzar los trabajos, además de verificar que se encuentre calibrada para ejecutar la carpeta en el ancho y espesor solicitados en el proyecto.

A continuación, deberás de recibir el primer camión tipo volteo con la mezcla asfáltica, misma que hay que revisar venga a la temperatura correcta (aprox 150 ° C) y con la calidad solicitada.

Lo siguiente será que el camión se coloque en posición al frente de la Pavimentadora y empiece a descargar la mezcla en ésta, proceso que se debe hacer de manera controlada para evitar que la misma se segregue o caiga fuera de la finisher.

La finisher procederá a realizar el tendido de la mezcla asfáltica para carpeta, por lo que en este punto es importante controlar la logística del suministro de la mezcla procedente de los camiones de carga y así evitar cualquier problema en el tendido.

El proceso de compactación de la carpeta se debe hacer en los 10 minutos siguientes al tendido, mismo que se ejecutará en 2 etapas, la primera se llevará a cabo mediante compactación con el equipo de doble rodillo liso y la segunda mediante la compactación con el equipo compactador neumático.

Finalmente deberás de esperar 15 días a que la carpeta asfáltica termine de secar, para aplicarle el señalamiento y/o abrirla al tráfico.

#### **2.2.1.6. ¿Cómo se hace la Carpeta Asfáltica?**

En el punto anterior vimos cómo se ejecuta en campo el proceso de carpeta asfáltica, por lo que ahora te voy a explicar cómo es que se fabrica la mezcla de la carpeta asfáltica en sí, lo que te permitirá tener un conocimiento más profundo sobre este material que es tan importante en la construcción de carreteras.

Antes de continuar, debemos recordar que una carpeta asfáltica está compuesta principalmente por 2 ingredientes, por un lado, tenemos el agregado pétreo y por el otro el material asfáltico, mismos que se mezclarán dentro de una planta de asfaltos para elaborar la carpeta asfáltica:

Lo primero será introducir el material pétreo en los silos de alimentación.

Dicho material será transportado hasta el secador, con el fin de extraerle la humedad.

Posteriormente se moverá el material hasta la torre de dosificación.

En la torre de dosificación se separarán mediante cribas los diferentes tamaños del agregado.

En este punto, la computadora de la planta de asfalto dosificará de manera automática el porcentaje de cada uno de los diferentes tamaños de agregado que serán agregados a la mezcla de la carpeta asfáltica, esto en base a la granulometría solicitada.

Dicho material, ya cribado y dosificado, se moverá a la mezcladora, lugar en el que será añadido el material asfáltico (ligante), en base al diseño de pavimentos.

Finalmente, esta mezcla será colocada mediante las compuertas de descarga en los camiones de transporte que trasladarán la misma al sitio de los trabajos.

### **2.2.1.7. ¿Cuál es el Peso Volumétrico de la Carpeta Asfáltica?**

El peso volumétrico de la carpeta asfáltica es de  $950 \text{ kg/m}^3$ , dicho valor es un promedio, ya que dependiendo del tipo de mezcla que utilicemos en nuestra obra, éste podrá variar desde los 900 hasta alrededor de los 980 kilogramos por metro cúbico.

Recuerda que siempre deberás de verificar el peso volumétrico de la mezcla de carpeta asfáltica que te esté suministrando tu proveedor, ya que es una de las pruebas que te ayudarán a determinar la calidad de la misma, además de que sí el peso es diferente al que proyectaste, te puede impactar en la logística y costos del flete a tu obra.

Razones por las que nunca debes de dejar pasar por alto la revisión de la misma, ya que como en cualquier proceso de construcción, si no se supervisa y revisa la calidad del material, se nos pueden presentar problemas técnicos y presupuestales.

### **2.2.1.8. ¿Cómo cubicar y calcular el Volumen de la Carpeta Asfáltica?**

Para calcular el volumen de una carpeta asfáltica debes de multiplicar su espesor por el ancho de la calzada y por el largo de la misma, es importante que recuerdes que la carpeta asfáltica se paga ya compactada, por lo que el espesor que se debe usar para el cálculo es el espesor final compactado.

Sí lo que tú quieres es cubicar la carpeta asfáltica para saber cuánto material tienes que pedir en la planta de asfalto, deberás incrementar el espesor del párrafo anterior en base al factor de abundamiento de la carpeta, por lo que deberás de multiplicarlo por 1.3, lo que te permitirá obtener los  $\text{m}^3$  de material que debes de comprar para ejecutar tu obra.

Es muy importante distinguir si usamos el espesor compactado o no compactado en los cálculos, ya que de lo contrario podríamos propiciar cálculos erróneos que harían desaparecer las utilidades esperadas de los trabajos.

### **2.2.1.9. ¿Cómo se mide la Carpeta Asfáltica?**

La carpeta asfáltica se mide por metro cúbico, valor que normalmente es empleado como unidad de pago y que se obtendrá de acuerdo a lo que vimos en la sección anterior de éste post, sin embargo, siempre revisa con tu cliente la forma en que pagará, ya que hay quienes prefieren pagarla por  $\text{m}^2$ .

La carpeta asfáltica también se puede medir por metro cuadrado, esto en aquellas

ocasiones en las que desde un inicio se te pida tender la carpeta con un espesor compactado predefinido, por lo que para realizar la medición de la carpeta en estos casos simplemente multiplicaremos el ancho de la superficie sobre la que tendimos el material, por el largo de la misma, obteniendo así los metros cuadrados ejecutados.

La realidad es que cualquiera de las 2 formas es aceptado (aunque yo prefiero medirla por m<sup>3</sup>), ya que te será más fácil adaptar tu presupuesto y realizar el cobro en caso de que el espesor de diseño varíe.

### 2.2.1.10. Ficha Técnica y Características de la Carpeta Asfáltica.

Como con todo material o proceso en la construcción, es importante conocer las propiedades y características de la carpeta asfáltica, razón por la que a continuación te enunciaré las que a mi parecer son las características más relevantes, además de compartirte su ficha técnica.

- Color: Negro.
- Peso específico: 2 – 2.5.
- Peso volumétrico: 950 kg/m<sup>3</sup>.
- Coeficiente de fricción: 0.6 a 0.8.
- Textura: Rugosa.

#### Tabla 2

*Ficha Técnica Carpeta Asfáltica.*

<b>Ficha Técnica Carpeta Asfáltica</b>	
<b>Agregado Pétreo</b>	
% min de trituración	100%
Equivalente de arena min	50%
Azul de metileno	12 mg / g máx.
<b>Ligantes</b>	
Viscosidad Saybolt Furol	25 – 500
As entamamiento máx. en 3 días	5%

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.



### **2.2.1.11. ¿Dónde venden Carpeta Asfáltica?**

A diferencia de muchos otros materiales en las obras, con la carpeta asfáltica no podemos ir simplemente a la tienda de materiales de la colonia a comprarla, lo que causa que las primeras veces que busquemos adquirirla no hallemos donde.

Normalmente venden la carpeta asfáltica en plantas de asfalto, por lo que te recomiendo buscar aquella que esté más cercana al lugar de tu obra, ya que seguramente será la opción más barata para que la adquieras, y es que, aunque el material sea más caro que en otro lado, recuerda tomar en cuenta los costos por el flete de entregártela en tu tramo de trabajo.

Fuente: <https://preciosunitariosconstruccion.com/carreteras/carpeta-asfaltica>.

### **2.2.2. Método de Diseño de la AASHTO 93.**

El método de diseño de la AASHTO 93 está basado en el experimento vial de la ASSHO y el desarrollo de los pavimentos a través del tiempo.

El desarrollo de los métodos de diseño de pavimentos, puede de una manera simplificada y en función de su nivel de información, dividirse en tres grandes etapas:

#### **Primera Etapa: Antes de la Segunda Guerra Mundial.**

Los métodos de diseño se fundamentan en las características de los suelos de fundación y en la comparación del comportamiento de pavimentos similares que habían tenido buena duración. Se conocía que el tráfico tiene efecto sobre el diseño, pero su única medición se basa en el conteo de vehículos, clasificación por intensidad y carga máxima por eje. Se dispone de más de 18 métodos de diseño, entre los más conocidos están los del "Índice de Grupo" y el "CBR".

#### **Segunda Etapa: Después de la Segunda Guerra Mundial y hasta 1988.**

Se estudian los efectos de la acción de las cargas en la actuación de los pavimentos, se cuantifican los diversos factores que participan en el diseño y su influencia en el comportamiento de la estructura. se considera, en especial, el efecto de las cargas y su número de aplicaciones sobre el pavimento, y la cuantificación del "grado de falla de la estructura. Se analizan teóricamente los factores de diseño y se corrigen, o ajustan, estas bases en función del comportamiento real ante el tráfico. En esta etapa han tenido gran

influencia los Ensayos de Carreteras", modelos a escala natural que han sido el fundamento de los métodos actuales.

Entre los más conocidos están:

- Carretera Experimental Maryland (USA).
- Carretera Experimental WASHO (USA).
- Carretera Experimental LARR (GER).
- Experimento Vial de la AASHO (USA).

### **Tercera Etapa: A partir de 1993.**

La Asociación de Administradores de Carreteras de Estados Unidos (AASHTO) desarrollo un método de diseño que se califica como racional. Pero consideran que se fundamenta el procedimiento en un alto grado en valores experimentales. Por esta razón, a partir de 1993 la AASHTO se ha dedicado a desarrollar un "Método Mecanicista", en el que se pueda diseñar en base a los principios fundamentales de esfuerzos y deformaciones. En 2002 la AASHTO propone un método empírico-mecanicista para diseño de pavimentos y este todavía se encuentra en etapa de desarrollo final.

#### **2.2.2.1. Experimento Vial AASHO.**

La prueba de pavimentación que en su momento se conoció como AASHO, por sus siglas en inglés y debido a que en aquel entonces no estaba integrado el departamento del transporte de EU a esta organización. Fue concebida y promovida gracias a la organización que ahora conocemos como AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials") para estudiar el comportamiento de estructuras de pavimento de espesores conocidos, bajo cargas móviles de magnitudes y frecuencias conocidas y bajo el efecto del medio ambiente. Fue formulada por el consejo de investigación de carreteras de la academia nacional de ciencias consejo nacional para la investigación, la planeación empezó en 1951, la construcción del proyecto comenzó en 1956 muy cerca de Ottawa, Illinois y concluyo en 1958. EL tráfico controlado de la prueba se aplicó de octubre de 1958 a noviembre de 1960, o sea, durante más de dos años.

Los objetivos del experimento fueron:

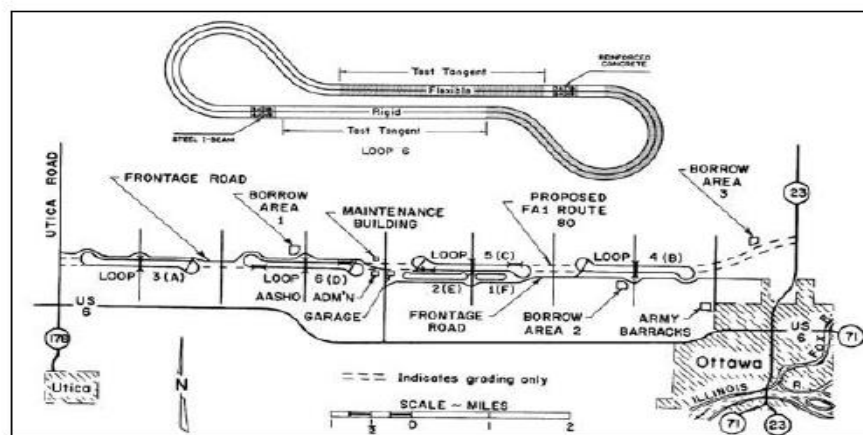
- Bajo el objetivo de daños al pavimento determinar la relación espesores.
- Repetición de carga. Proveer información cuantitativa sobre los daños producidos por las

cargas. Definir el concepto de Serviciabilidad.

- Medir la Serviciabilidad y su utilización para caracterizar el desempeño del
- Tráfico Acumulado.
- Estudiar la calidad de los diferentes materiales para base (granulares y estabilizados).

Se realizaron 6 circuitos de prueba, todos eran tramos de dos camiles y tenían la mitad del tramo en pavimento de concreto y la otra en pavimento flexible. El Circuito 1 se dejó sin cargas para evaluar el impacto del Medio Ambiente en los pavimentos. El Circuito 2 se utilizó con aplicaciones de cargas de camiones ligeros. En los Circuitos de 3 al 6 se realizaron aplicaciones de carga con camiones pesados. Los circuitos 5 y 6 tuvieron idénticas configuraciones y combinaciones de carga.

**Figura 2**  
*Esquema de Circuitos para Prueba AASHO.*



Fuente: The ASSHO Road Test, Highway Research Board 1962.

Cada circuito consistía de dos largas carreteras paralelas conectadas en los extremos por retornos, las secciones de prueba de los pavimentos estaban localizadas en las rectas o tangentes de cada circuito. La sección estructural de prueba tenía una longitud de 30 m en pavimentos flexibles. 36 m en pavimentos de concreto simple y 80 m en pavimentos continuamente reforzados. Las secciones de prueba tanto de flexible como de pavimento rígido fueron construidas sobre idénticos terraplenes. También se examinaron bajo las mismas condiciones climáticas, por el mismo número de cargas aplicadas, el mismo tráfico y velocidades de operación.

Los principales experimentos sobre pavimentos fueron diseñados de modo que los

resultados de las pruebas fueran estadísticamente significativos. Las secciones de prueba de los pavimentos de varios espesores fueron sometidas a tráfico controlado. Las secciones examinadas representaban todas las combinaciones de los factores de diseño para concreto y asfalto. Cada circuito de tráfico contenía algunas secciones que no formaban parte de los principales experimentos sobre pavimentos. Estas secciones se incluyeron para estudios especiales tales como los efectos de acotamientos pavimentados y bases estabilizadas en el comportamiento del pavimento.

Las mediciones del comportamiento de un pavimento en términos de su capacidad para soportar el tráfico con seguridad y comodidad en la esencia del concepto de capacidad de servicio. Su desarrollo para convertirlo en un procedimiento trabajable por parte del personal de la Prueba de Carreteras constituyó una aportación muy importante a la ingeniería de carreteras. El nivel requerido de servicio de un pavimento depende de la función que requiera dársele al pavimento.

Las variables que intervienen en el diseño de los pavimentos constituyen en realidad la base del diseño del pavimento por lo que es importante conocer las consideraciones más importantes que tienen que ver con cada una de ellas para así poder realizar diseños confiables y óptimos al mismo tiempo.

El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar a realizar tanteos, con el espesor supuesto calcular los Ejes Equivalentes y posteriormente evaluar todos los factores adicionales de diseño, si se cumple el equilibrio en la ecuación el espesor supuesto es resultado del problema, en caso de no haber equilibrio en la ecuación se deberán seguir haciendo tanteos para tomando como valor semilla el resultado del tanteo anterior. La convergencia del método es muy rápida.

Fuente: The ASSHO Road Test, Highway Research Board 1962.



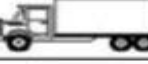
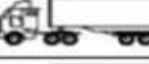

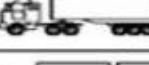






### 2.2.3. Factores a considerar en el Diseño.

#### 2.2.3.1. Tránsito.

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o tridem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas de tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo.

Los estudios de tránsito son fundamentales para el diseño de un pavimento ya que estos determinan la cantidad de vehículos que pasaran en la vía o carretera que se diseña, gran parte del espesor de los pavimentos depende de los volúmenes de tránsito.

**Figura 3**  
*Clasificación Vehicular por Ejes de Carga.*

TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS	TIPO DE VEHICULOS	ESQUEMAS DE VEHICULOS
C2 11		T3-S1 $T_x-S_x < 4$	
C3 12		T3-S2 $C_x-R_x < 4$	
C4 $T_x-S_x < 4$		T3-S3 $C_x-R_x > 5$	
T2-S1 $T_x-S_x < 4$		C2-R2 $C_x-R_x < 4$	
T2-S2 $T_x-S_x < 4$		C3-R2 $C_x-R_x > 5$	
T2-S3 $T_x-S_x > 5$		C3-R3 $C_x-R_x > 5$	

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura, MTI Nicaragua.

El estudio de tránsito se realiza por medio de aforos o conteo vehicular. Estos conteos se pueden realizar de modo manual o automático con equipos especiales. En los estudios de tránsito se clasifican los vehículos de acuerdo a sus características geométricas y capacidad de carga.

Los datos importantes que se obtienen de un aforo vehicular son:

**Tránsito Diario Promedio Anual (TPDA):** Es el promedio de los conteos de 24 horas

recolectados todos los días del año. Los TPDA se usan en vanos análisis de tránsito y transporte para estimación de ingresos debido al peaje, cálculo de tasas de accidentes, establecimiento de tendencias del volumen, evaluación de factibilidad económica de los proyectos de carretera, etc.

**Transito Diario Promedio (TDP):** Es el promedio de los conteos de 24 horas recolectados, en un número de días mayor que 1, pero menor que un año. Estos se usan para planificación de actividades de la carretera, medición de la demanda actual y evaluación de flujo existente de tránsito.

**Volumen de la Hora Pico (VHP):** Es el número máximo de vehículos que pasan por un punto en una carretera durante un periodo de 60 minutos consecutivos. Los VHP se usan para clasificación funcional de la carretera, diseño geométrico de las carreteras, análisis de capacidad, desarrollo de programas relacionados con las operaciones de tránsito, regulación del desarrollo de estacionamientos.

**Clasificación de Vehículos (CV):** Registra el volumen respecto al tipo de vehículo, por ejemplo, automóviles de pasajeros, camiones de dos ejes o camiones de tres ejes. Los CV se usan para: diseño de características geométricas, análisis de capacidad, ajuste de conteos de tránsito obtenidos por máquina, diseño estructural de los pavimentos de las carreteras.

Fuente: Ministerio de Transporte e Infraestructura, MTI Nicaragua.

## 2.3. Marco contextual.

### 2.3.1. Definiciones.

Un pavimento se puede definir como el conjunto de capas de materiales seleccionados, que comprende entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas funciones es brindar una superficie de rodamiento segura y uniforme, resistente a las cargas de tránsito, intemperismo y transmitir adecuadamente los esfuerzos a la Subrasante de modo que esta no se deforme.

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente y con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las repetidas cargas de tránsito le transmite durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura de pavimento. (Montejo. 2002)

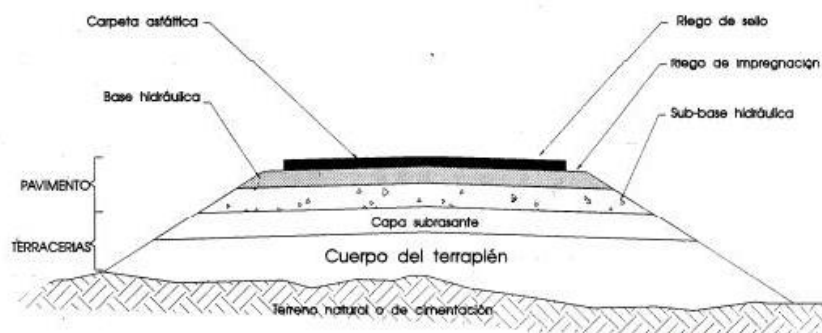
### 2.3.2. Clasificación de los Pavimentos.

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos o semiflexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados. (Montejo, 2002).

**Pavimentos Flexibles:** Consiste en una carpeta de asfalto relativamente delgada construida sobre dos capas no rígidas (base y subbase). No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

**Figura 4**

*Esquema de Estructura de Pavimento Flexible.*

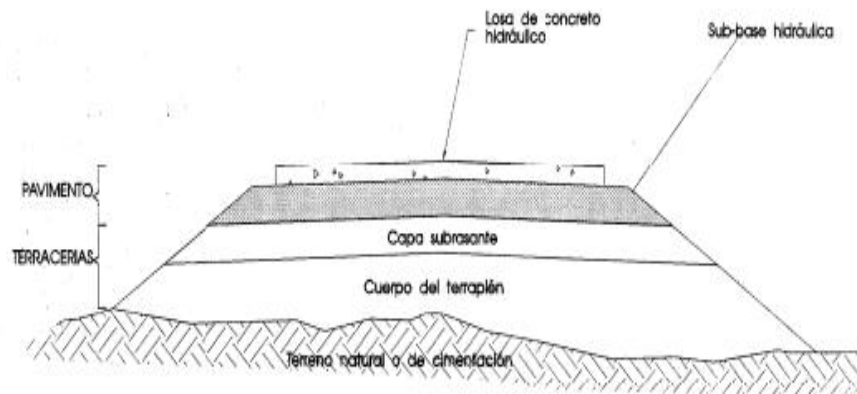


Fuente: Instituto de Aeronáutica, Ingeniería de Pavimentos, Brasil 2000.

**Pavimento Rígido:** Consiste en una losa de concreto hidráulico que puede o no poseer una capa Subbase entre la losa y la Subrasante. Se le llama rígido porque las deformaciones a las que debe estar sometido deben ser nulas al ser sometido a las cargas del tránsito. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

### Figura 5

*Esquema de estructura de Pavimento Rígido.*

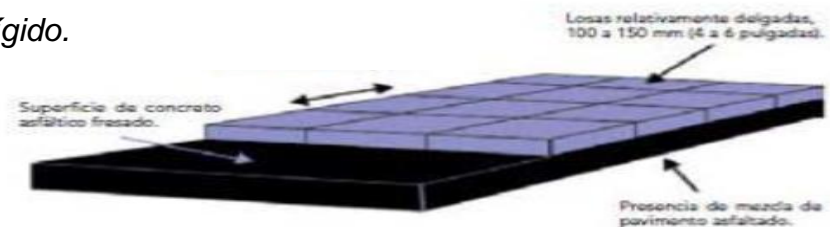


Fuente: Instituto de Aeronáutica, Ingeniería de Pavimentos, Brasil 2000.

**Pavimento Semirrígido:** Un pavimento semirrígido o compuesto es en el que se combinan diferentes tipos de pavimento, es decir, pavimento flexible y pavimento rígido, normalmente la capa rígida está por debajo y la flexible por encima. Usualmente un pavimento semirrígido comprende una capa base tratada con cemento portland junto con una superficie de rodamiento de asfalto. Este tipo de pavimento guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos.

### Figura 6

*Tipología de Pavimento Semirrígido.*



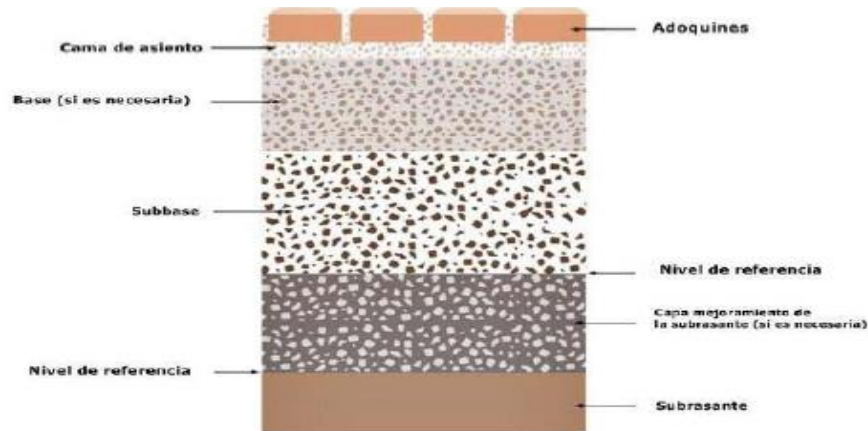
Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto.



**Pavimento Articulado:** Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concretos prefabricados. llamados adoquines, de espesor uniforme elaborados entre sí, esta a su vez va ubicada sobre una capa de arena, la cual, a su vez, se apoya en una base granular o directamente sobre la Subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de las cargas que circularan por dicho pavimento

### Figura 7

*Esquema de Pavimento Articulado.*



Fuente: Asociación Argentina del Bloque de Hormigón.

### 2.3.3. Características del Pavimento.

- Ser resistente a la acción de las cargas generadas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes del intemperismo.
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de un vehículo.
- Debe presentar una regularidad superficial de modo que brinde suficiente comodidad a los usuarios.
- Debe poseer condiciones de drenaje adecuado.
- Debe ser durable.
- Debe poseer un color adecuado para evitar reflejos que afecten la seguridad al tránsito.

#### **2.3.4. Funciones de las Capas del Pavimento.**

**Terreno Natural:** Es la franja de terreno afectada por la construcción del camino y su función es soportar las cargas de la estructura del pavimento y las cargas de tránsito.

**Cuerpo del Terraplén:** Esta se utiliza en las porciones de camino con terraplén, su función es dar la altura necesaria para alojar las obras de drenaje.

**Subrasante:** Esta se considera como la cimentación del pavimento, está constituida por material selecto compactado. Las funciones de la subrasante son resistir y transmitir las cargas de tránsito, evitar que se contamine el cuerpo del terraplén y brindar una superficie uniforme para la estructura del pavimento.

#### **Pavimento Flexible.**

**Subbase:** Es una capa de material seleccionado de baja calidad, sirve de transición entre el material de la base, generalmente granular y la Subrasante. Su principal función es reducir el espesor de la base y absorber las deformaciones que se puedan producir en la Subrasante, al igual que soportar y transmitir las cargas de tránsito. Otra función es drenar el agua que se filtre a través de las capas superiores.

**Base:** Es una capa de material seleccionado de mejor calidad que la Subbase. Su principal función es proporcionar un elemento resistente que transmita a las capas inferiores los esfuerzos del tránsito en una intensidad apropiada. Otra función es reducir el espesor de la carpeta de rodamiento y así reducir los costos del proyecto, también tiene la función de drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta por los acotamientos del pavimento.

**Carpeta de Rodamiento:** Es una capa que consiste en la mezcla de asfalto con materiales pétreos de buena calidad. Su función es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme adecuada con textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tráfico, además debe impedir el paso del agua a las capas inferiores.

#### **Pavimento Rígido.**

**Base:** Al igual que en los pavimentos flexibles sirve para proporcionar una superficie uniforme que actúe como apoyo a la losa, facilite su colocación y la proteja de los cambios volumétricos de la Subrasante. En este caso, la subbase no tiene ninguna función estructural.

**Losa Hidráulica:** Las funciones de la losa es soportar las cargas de tránsito y brindar una superficie de rodamiento uniforme y segura. También debe impedir que se filtre el agua a las capas inferiores.

### **2.3.5. Definición de Concreto.**

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaño de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm. (Steven, 1992)

### **2.3.6. Componentes del Concreto.**

Los componentes principales del concreto son: cemento, agua y agregados. A esta mezcla de componentes se le puede añadir aditivos para modificar las propiedades del concreto. Los agregados constituyen entre el 60% y el 75% del volumen total del concreto, mientras que la pasta constituye entre el 25% y el 40% del volumen del concreto con aire atrapado o incluido intencionalmente.

#### **Cemento.**

Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. Agua: Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

**Agregados pétreos:** Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida. Según su tamaño se clasifican en

agregados gruesos y agregados finos, que se utilizan en diferentes proporciones en función de las características que se quieren obtener del concreto.

**Figura 8.**

Componentes del Concreto.



Fuente: Instituto Costarricense del Cemento y el Concreto

Para poder ser utilizado lo agregados pétreos en una mezcla de concreto se deben realizar ensayos normados por la AASHTO o la ASTM para verificar su calidad.

**Tabla 3**

*Ensayes para muestras de Agregados de concreto.*

Tipo de Ensaye	Designación	
	AASHTO	ASTM
Análisis Granulométrico	T-88	C-136
Pesos Volumétricos	T-19	C-29
Desgaste Los Ángeles en muestras de materiales para Base	T-96	C-131
Sanidad (Intemperismo con Sulfato de Sodio)	T-104	C-88
Densidad	T-84 y T-85	C-127 y C-128
Absorción	T-84 y T-85	C-127 y C-128
Materia Orgánica (Arenas para Concreto)	T-21	C-40

Fuente: Google.

**Aditivos:** Se utilizan como ingredientes de concreto y se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción. (Jaime, 1997).

**Figura 9**  
*Aditivos que se utilizan en el Concreto.*



Fuente: Google.

### **2.3.7. Propiedades del Concreto.**

Las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas. Las cuatro propiedades principales del concreto son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad. (IMCYC, 2004). Las características del concreto pueden variar en un grado considerable, mediante el control de sus ingredientes. Por tanto, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características exactas necesarias, aunque esté débil en otras.

**Trabajabilidad:** Es la facilidad con la cual pueden mezclarse los ingredientes y la mezcla resultante puede manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de la homogeneidad. Es una propiedad importante para muchas aplicaciones del concreto.

**Durabilidad:** El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgastes, a los cuales estará sometido en el servicio. Impermeabilidad: Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla.

**Resistencia:** Es una propiedad del concreto que, casi siempre, es motivo de preocupación. Por lo general se determina por la resistencia final de una probeta en compresión. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. (Frederick, 1992).

### **2.3.8. MARCO LEGAL.**

El marco legal consta de todas las leyes, normas y decretos, dictados y aprobados por el Poder Legislativo o por el Poder Ejecutivos de la República de Nicaragua. De los cuales, se tomarán los que tienen mayor relación con el Proyecto.

En Nicaragua las mejoras en el sistema vial y su señalización deben de estar regida y vigilada por la **LEY N°. 431 "LEY PARA EL RÉGIMEN DE CIRCULACIÓN VEHICULAR E INFRACCIONES DE TRÁNSITO"**. Por lo que este trabajo respeta cada una de las normativas indicadas en dicha Ley.

#### **Ley de Municipios.**

La Ley 40 y 261, "Ley de Municipios" en su artículo 7 inciso 8, refiere que el municipio tendrá entre sus competencias: desarrollar, conservar y controlar el uso racional del medio ambiente y los recursos naturales como base del desarrollo sostenible del Municipio y del país, fomentando iniciativas locales en estas áreas y contribuyendo a su monitoreo, vigilancia y control en coordinación con los entes nacionales correspondientes, y los diferentes órganos municipales.

#### **Ley Especial para el uso de Bancos de Materiales selectos para el aprovechamiento en la infraestructura, Ley 730.**

Esta ley tiene por objeto normar el uso y aprovechamiento racional de los bancos de materiales selectos o bancos de préstamos a nivel nacional aptos para la infraestructura de interés público para el país que no requiera más operación que las de arranque, fragmentación y clasificación.

Los recursos no minerales existentes en el suelo y subsuelo del territorio nacional son patrimonio del Estado, quien ejerce sobre ellos dominio absoluto, inalienable e imprescriptible.

#### **Ley de Derecho de Vía. Decreto N° 46.**

Esta Ley clasifica las carreteras existentes y por construir en: a) Carreteras Internacionales, b) Carretera Interoceánica, c) Carreras Inter-departamentales y d) Carreteras Vecinales. Básicamente establece que el Derecho de vía para las carreteras internacionales e interoceánicas, será de cuarenta metros, o sean veinte metros a cada lado del eje o línea media de las mismas; para las inter-departamentales y vecinales, veinte metros o sean diez metros a cada lado del eje o línea media.

**Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON 12 001 - 00. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes "NIC-2000".**

Las Especificaciones NIC-2000 son normativas en la administración y construcción de obras viales y deben ser incorporadas al Contrato. Las NIC-2000 contiene disposiciones técnicas básicas para proteger el Medio Ambiente y los Recursos Naturales en la construcción de vías, que todo contratista tiene la obligación de cumplir, y se complementan con las Normas Ambientales Básicas para la Construcción Vial (NABCV), puestas en vigencia por el MTI, como parte de los Documentos de Licitación y Contratación (DLC).

**Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Material de Préstamo para la Construcción, NTON 05 016 2002.**

Establece los criterios y especificaciones técnicas para la protección del medio ambiente, durante el aprovechamiento de los bancos de materiales de construcción, también conocidos como bancos de préstamo.

Esta norma establece la obligación de los interesados que requieran utilizar un Banco de materiales, de aplicar una solicitud de aprovechamiento ante la autoridad competente, y obtener el permiso de concesión para su aprovechamiento y cumplir con lo establecido en la ley 387 y su reglamento. Así mismo, se debe obtener una autorización ambiental emitido por MARENA, antes de proceder a desarrollar las actividades de aprovechamiento.

**Manual Centroamericano de Normas para el Diseño, Construcción y Mantenimiento de Obras Viales. SIECA 2002.**

Mediante este Manual, se establecen las normas para las diferentes etapas en el desarrollo de carreteras, de tal manera que este sirve para cumplir sus objetivos, principalmente el desarrollo de proyectos viales sostenibles y económicamente sustentables. El manual se basa en el análisis de los aspectos institucionales y legales, dentro de los Ministerios de Transporte de Centroamérica. Tiene como finalidad fortalecer los aspectos normativos de diseño, construcción y mantenimiento de carreteras, incluyendo puentes, de la red vial regional por la cual transita la mayor parte del transporte de Centroamérica.

## CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO.

### 3.1. Tipo de Investigación.

El tipo de Investigación es Descriptiva porque analiza la información de Parámetros y Cálculos que se realizan para el Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible y de Corte Transversal por estar definido su tiempo de ejecución que está delimitado en un periodo corto de cuatro meses, el Tipo de Enfoque es Cuantitativo por los estudios realizados para la Estructura de Pavimento.

### 3.2. Área de Estudio.

El área de estudio se centra geográficamente en la entrada y salida al By-Pass de León salida carretera a Managua.

León, es un municipio y una ciudad de la República de Nicaragua, cabecera del departamento de León, y se localiza aproximadamente a 90 kilómetros al noroeste de Managua. Se asienta en las orillas del Pacífico, teniendo a 18 kilómetros las dos playas más cercanas: Poneloya y Las Peñitas. Fue fundada en 1524, por Francisco Hernández de Córdoba. El balneario Las Peñitas fue fundado en tiempo contemporáneo 1959 por el Dr. José Venancio Berríos Obregón, jefe político de León.

León ha sido la sede intelectual de la nación, con una universidad fundada en 1812, hecho por el cual se le conoce como «Ciudad Universitaria» o «Ciudad Metropolitana».

La ciudad de León está ubicada al occidente del país tiene una extensión de 820.2 km<sup>2</sup>, está ubicada entre las coordenadas 12° 26' 8" de latitud norte y 86° 52' 46" de longitud oeste, a una altitud de 86 m s. n. m., sus límites son al norte con los municipios de Quezalguaque y Telica, al sur con el Océano Pacífico, al este con los municipios de Larreynaga y La Paz Centro y al oeste con los municipios de Chichigalpa y Corinto.

La ciudad de León está ubicada al occidente del país tiene una extensión de 820.2 km<sup>2</sup>, está ubicada entre las coordenadas 12° 26' 8" de latitud norte y 86° 52' 46" de longitud oeste, a una altitud de 86 m s. n. m., sus límites son al norte con los municipios de Quezalguaque y Telica, al sur con el Océano Pacífico, al este con los municipios de Larreynaga y La Paz Centro y al oeste con los municipios de Chichigalpa y Corinto.

**Macro Ubicación:** Esta investigación se realiza en el occidente del país en el departamento de León el cual es uno de los más importantes en el desarrollo económico del país.



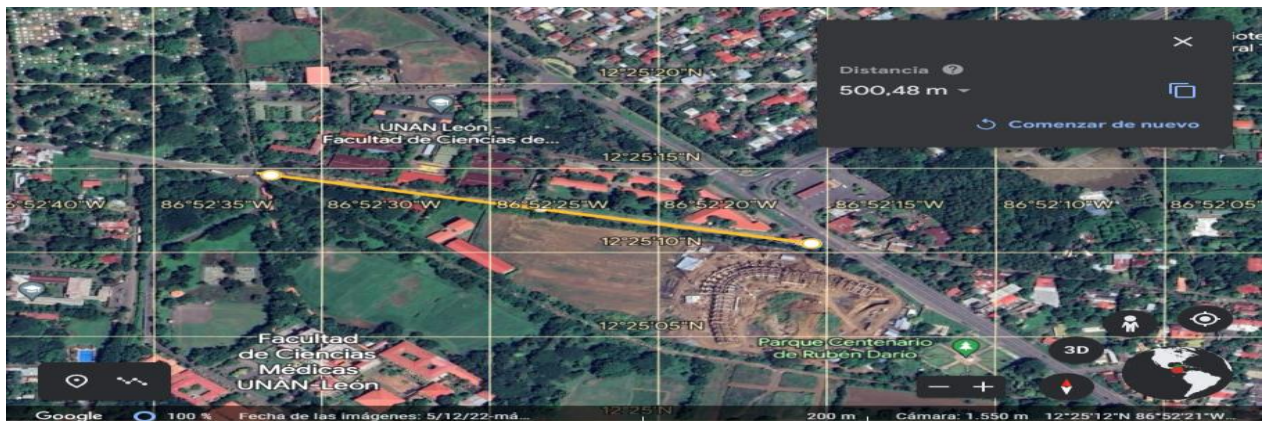
**Figura 10**  
*Departamento de León, Nicaragua.*



**Fuente:** Google, Mapa Político de Nicaragua.

**Micro Localización:** El lugar de estudio está ubicado en el costado sur de la Preparatoria UNAN – León, en las coordenadas 12°25'12" N y 86°52'21" W.

**Figura 11**  
*Costado Sur Preparatoria UNAN León.*



**Fuente:** Google Earth.

### 3.3. Unidad de Análisis Población/Muestra.

Dado el enfoque de la investigación se determinó: población de 5,000 habitantes que circundan el área de estudio; una muestra de 50 personas, esto bajo un muestreo no

probabilístico por conveniencia, ya que la muestra se seleccionó basándose únicamente en el conocimiento y la credibilidad del equipo de investigación.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

Observación guiada, lista de chequeo para conocer el Esal's vehicular y los tiempos de demora. Lista de chequeo aplicada a personas que hacen uso de la vía con el objetivo de determinar las condiciones de seguridad a los diferentes tipos de usuarios.

Encuesta la cual contiene una serie de preguntas de tipo estructuradas o cerradas, con el objetivo de establecer qué tipo de personas hacen uso de la vía, sus medios, frecuencia y hora en la que cruzan por la vía, de igual manera determinar el nivel de conformidad con la estructura vial.

### **3.5. Confiabilidad y Validez de los Instrumentos.**

Se aplicó prueba Piloto de 50 encuestas a las personas que transitan por esta vía, con un Número de Elementos de 11 preguntas con sus respectivas opciones de respuestas, se sometió al Programa Estadístico SPSS y dio como resultado un Alfa de Cronbach de .962, lo que nos indica que es una encuesta altamente confiable, por lo tanto, se puede aplicar.

#### **Figura 12**

*Estadística de Fiabilidad.*

#### **Estadísticas de Fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de Elementos
.962	11

Fuente: Programa SPSS.

### **3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información**

Para la Recopilación de Información de todo el Trabajo Investigativo, se han utilizados diversas fuentes de investigación, y a su vez, datos obtenidos mediante el uso de Método Práctico en el Campo Laboral.

En la elaboración del documento se ha utilizado el programa Microsoft Word, se aplicaron

Normas APA 7ma Edición, dicho programa se utilizó para adjuntar toda la información obtenida, ordenándola con concordancia y coherencia, cumpliendo con la estructura establecida.

Para esta investigación se establece el siguiente Plan de Procesamiento y Análisis de Datos:

- 1. Recolección de Datos:** Según el número de muestras establecidos y aplicando los formatos una vez validados por criterio externo.
- 2. Preparación de los Datos:** En este punto comienza la preparación para su organización, la detección de errores y el descarte de información repetitiva e incompleta. De este modo, pasa a seleccionar la información necesaria y puntual con la que se trabajará para el procesamiento y análisis de datos.
- 3. Introducción de Datos:** Una vez preparados los datos se introducen en el Paquete Estadístico SPSS, el cual mediante el Alfa de Cronbach se determina la confiabilidad del instrumento para su debida aplicación, en este paso se definen las tablas y las gráficas circulares para su posterior análisis.
- 4. Procesamiento de Datos:** Los datos obtenidos del Paquete Estadístico SPSS son introducidos en el ordenador finalmente para su debida interpretación.
- 5. Interpretación de la Información:** En este punto será cuando finalmente se tendrán todos los resultados de las etapas previas de una forma totalmente entendible para el equipo de investigación. Ahora se podrán tomar las conclusiones de manera más precisa y objetiva, a la vez realizar las recomendaciones pertinentes.

### 3.7. Operacionalización de las Variables.

**Tabla 4**  
*Operacionalización de las Variables.*

<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Subvariable</b>	<b>Marco Referencial</b>	<b>Ítems</b>	<b>Tipo de Instrumento</b>	<b>Dirigido</b>
Desarrollar los estudios técnicos para el diseño de una estructura de rodamiento con pavimento flexible.	Estudios Técnicos	-Topografía -Hidrología -Hidráulico	1-Estudios Técnicos. 1.1- Topografía. 1.2- Hidrología. 1.3- Hidraulico	¿Cuál es su ocupación? ¿Con que frecuencia circula por esta Vía? ¿Cuál es la principal Causa de hacer uso de esta Vía?	Encuesta	Ingeniero Civil
Elaborar el Esal's Vehicular para aplicar las Normas AASHTO-93.	Esal's Vehicular	-Estudio de Tráfico. -TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual). -Cálculo Tránsito Mixto	2-Esal's Vehicular. 2.1-Estudio de Tráfico. 2.2-TPDA. 2.3-Cálculo Tránsito Mixto.	¿Cuál es la probabilidad con la que utiliza esta Vía? ¿Qué Medio de Transporte utiliza habitualmente? ¿Qué tipo de vehículo utiliza?	Guía de Observación.	Ingeniero Civil
Realizar un diagnóstico situacional de la afluencia poblacional al área de	Diagnóstico Situacional	-Recoger y analizar datos para la evaluación de problemas.	3- Diagnóstico Situacional. 3.1- Recoger y analizar datos para	¿Cómo visualiza usted el estado en el que se encuentra actualmente la Vía?	Encuesta.	Población de la Ciudad de León.

<p>proyecto, para valorar la importancia y necesidad del diseño.</p>		<p>-Impacto social que se lograra con la evaluación.</p>	<p>la evaluación de problemas. 3.2-Impacto social que se lograra con la evaluación.</p>	<p>¿Con qué regularidad se presentan problemas en esta Vía? ¿Cree que es necesario una mejora esta Vía? ¿Qué tan importante sería esta Vía ya mejorada? ¿Está de acuerdo que se ahorra tiempo al circular por esta Vía?</p>		
--	--	--	---	---	--	--

Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS.

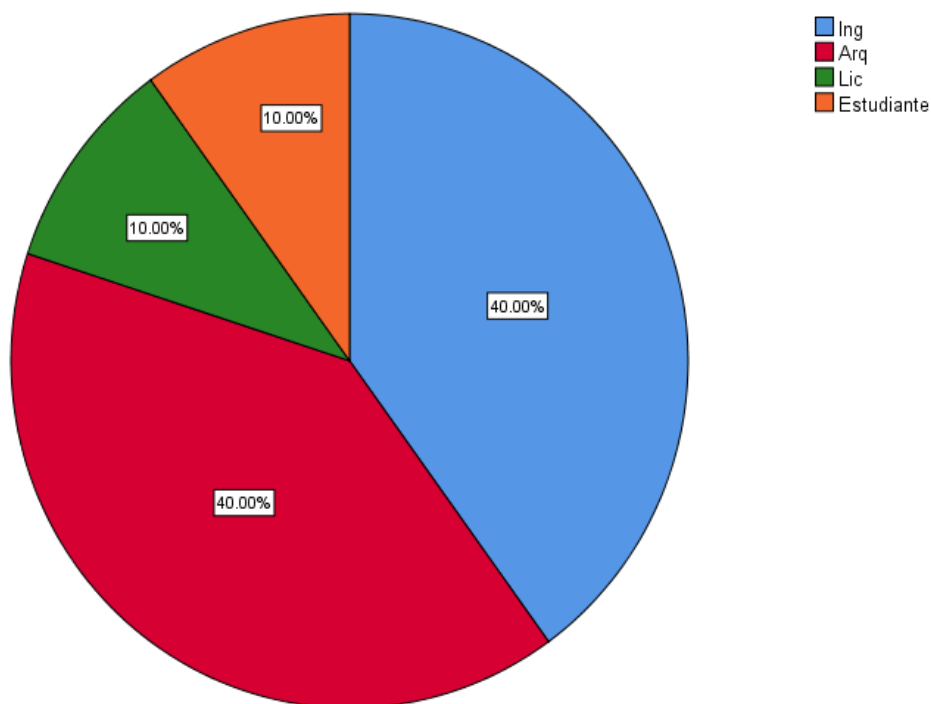
En este Capítulo que se expone a continuación se presentan los resultados obtenidos mediante el Programa SPSS en la Recolección de Datos de la encuesta realizada a 50 personas que circulan por esta vía en estudio.

### 4.1. Análisis de Gráficos.

#### Gráficos Circular.

**Figura 13**

*¿Cuál es su Ocupación?*

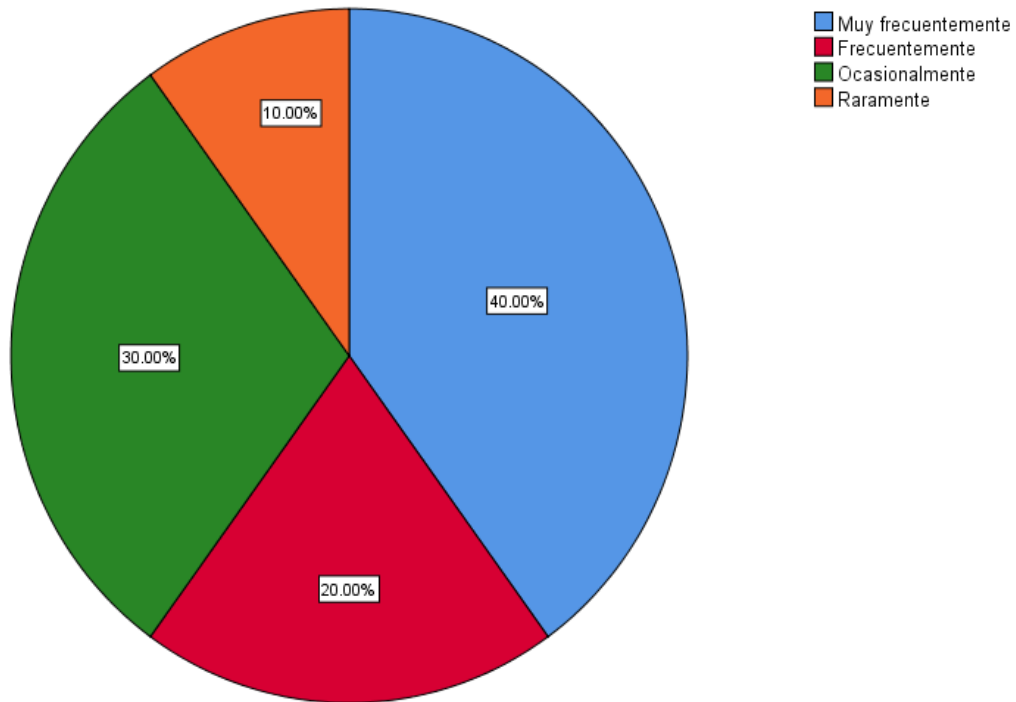


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

Tomando de referencia la pregunta de la Profesión de los encuestados se logra establecer que el 40% tiene la profesión de Ingeniero, el 40% tiene la Profesión de Arquitecto, el 10% tiene la Profesión de Licenciado e igual el 10% son Estudiantes; lo que indica que predominan los Ingenieros y Arquitectos como Profesión del grupo de estudio.

**Figura 14**

*¿Con qué frecuencia circula por esta vía?*

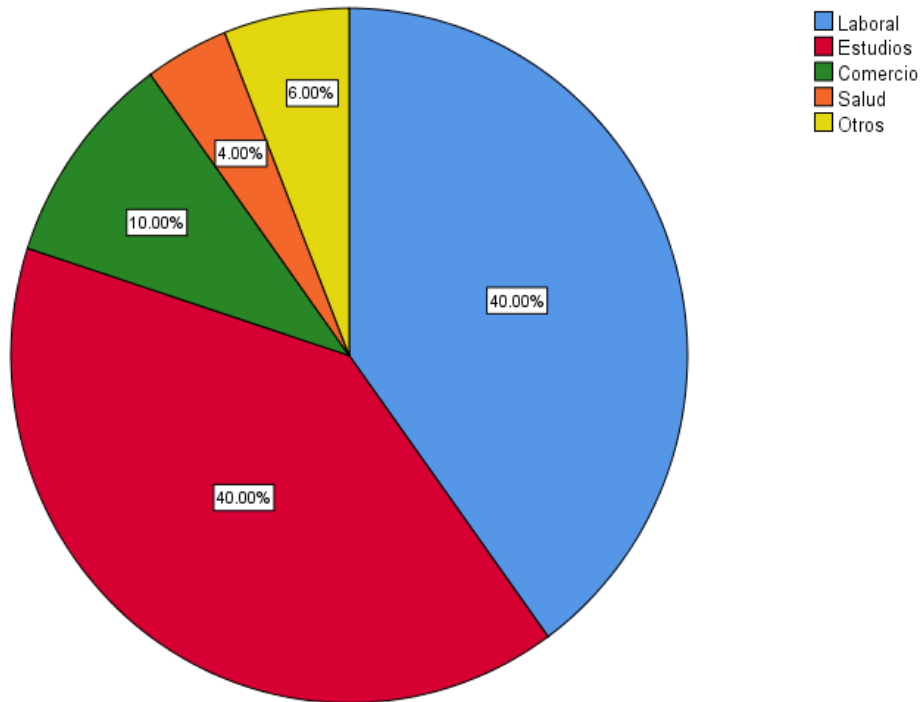


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

De nuestra segunda pregunta tomando en cuenta con qué frecuencia circula en esta vía se logra implantar que el 40% circula muy frecuentemente, el 30% lo hace frecuentemente, el 20% es ocasionalmente el que circula por esta vía y el 10% raramente circula; lo que indica que esta vía muy frecuentemente es transitada.

**Figura 15**

*¿Cuál es la Principal causa de hacer uso de esta Vía?*



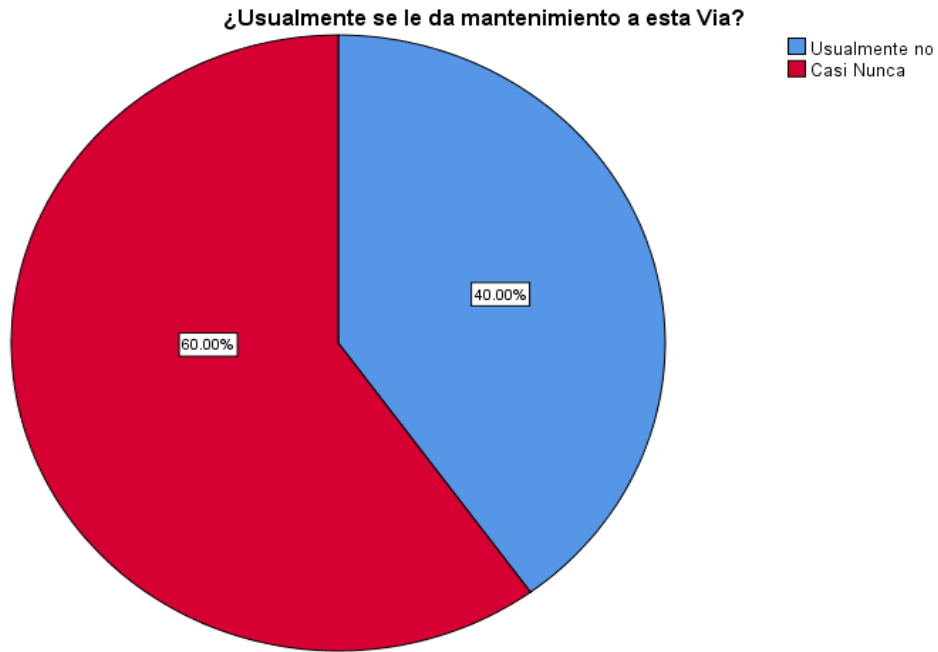
Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

En la tercera pregunta tomando como observación de cuál es la principal causa de hacer uso de esta vía se logra instaurar que el 40% tiene como causa el ámbito laboral y también el 40% estudiantil, el 10% su causa es el comercio, el 6% la utiliza para otros beneficios y el 4% su principal causa es por motivos de salud; lo que indica que predomina el sector laboral y estudiantil como principal causa de hacer uso de esta vía.



**Figura 16**

*¿Usualmente se le da mantenimiento a esta Vía?*

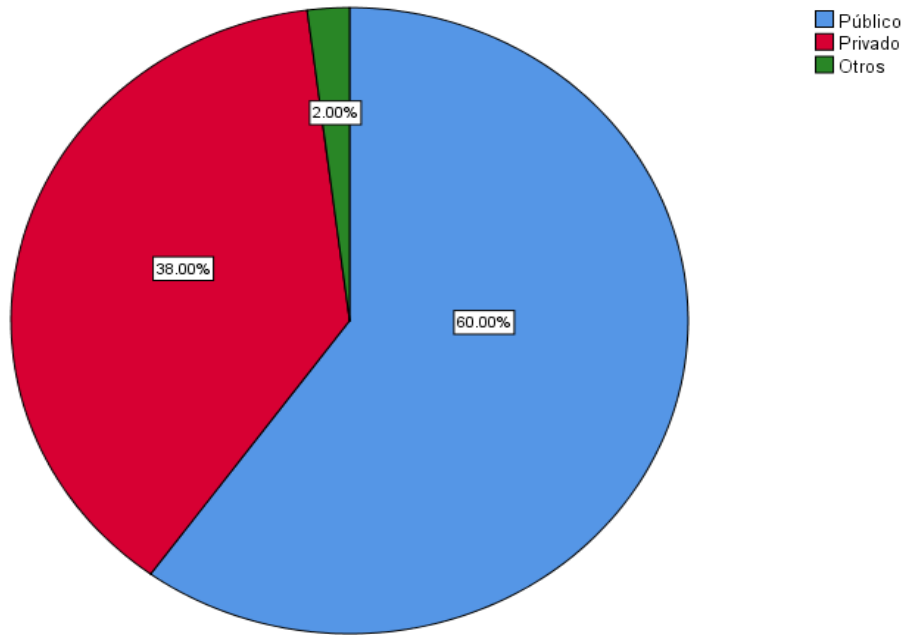


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

Tomando de referencia la pregunta del mantenimiento que se le da a esta vía, se logra fijar que el 60% nos menciona que casi nunca se le da el mantenimiento, el 40% afirma que usualmente no; lo que indica que esta vía necesita mantenimiento.

**Figura 17**

*¿Qué medio de Transporte utiliza habitualmente?*

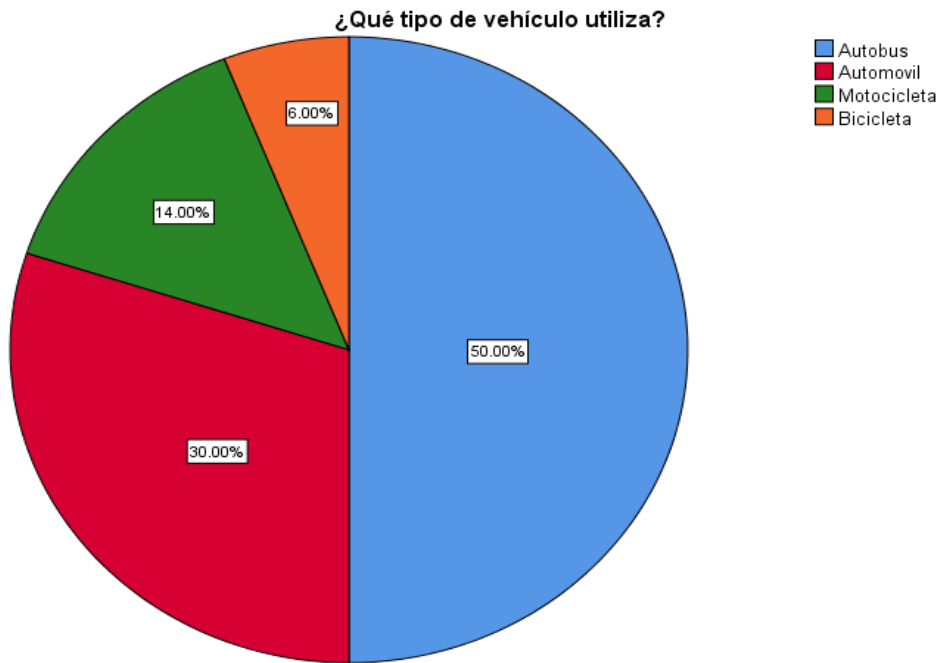


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

De nuestra quinta pregunta tomando como referencia que medio de transporte utiliza habitualmente se logra instaurar que el 60% utiliza el medio de transporte público, el 38% se inclina por el medio de transporte privado, y el 2% lo hace por medio de otro medio de transporte; en conclusión, predomina el transporte público como medio de transporte utilizado habitualmente.

**Figura 18**

*¿Qué tipo de Vehículo utiliza?*

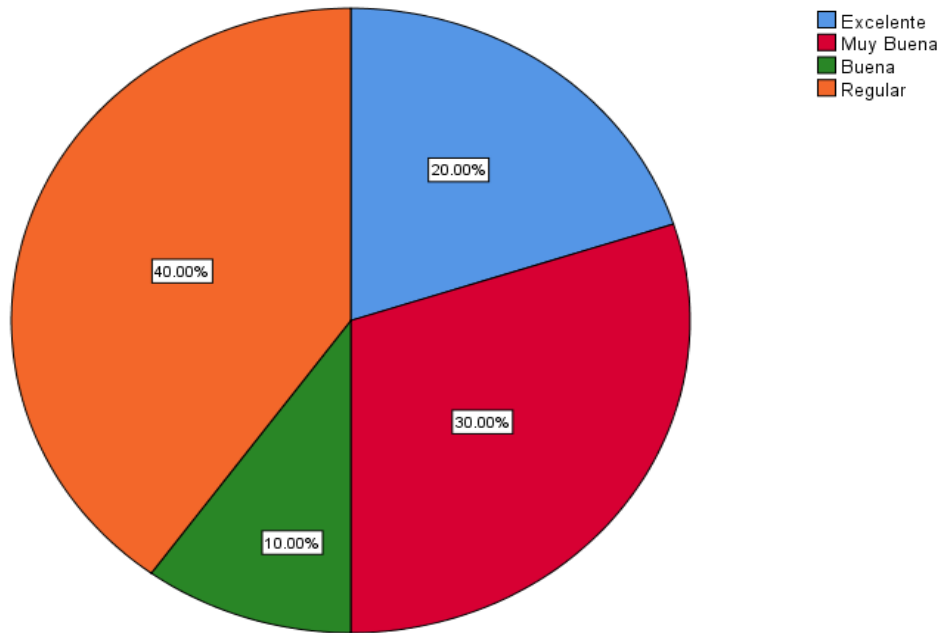


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

En la sexta pregunta tomando en cuenta que tipo de vehículo utiliza, se logra erigir que el 50% utiliza el autobús, el 30% lo hace por medio de automóvil, el 14% usa la motocicleta y el 6% la bicicleta; para hacer énfasis, en esta pregunta predomina el autobús como vehículo más utilizado por los usuarios en el grupo de estudio.

**Figura 19**

*¿Cómo visualiza usted el estado en el que se encuentra actualmente la Vía?*

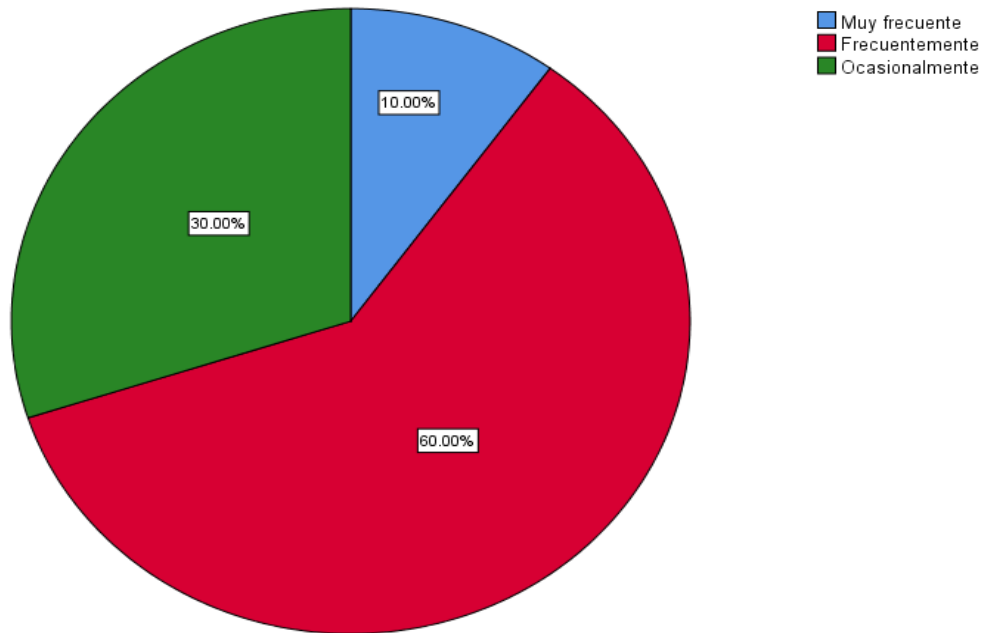


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

Tomando de referencia la pregunta de cómo visualiza el estado en que se encuentra actualmente la vía se logra establecer que el 40% la visualiza en un estado excelente, el 30% nos hace saber que la vía actualmente está muy buena, el 20% dice que la vía esta buena y el 10% nos manifestó que la vía esta regular; lo que nos indica que la via actualmente se encuentra en estado regular.

**Figura 20**

*¿Con qué regularidad se presentan problemas en esta Vía?*

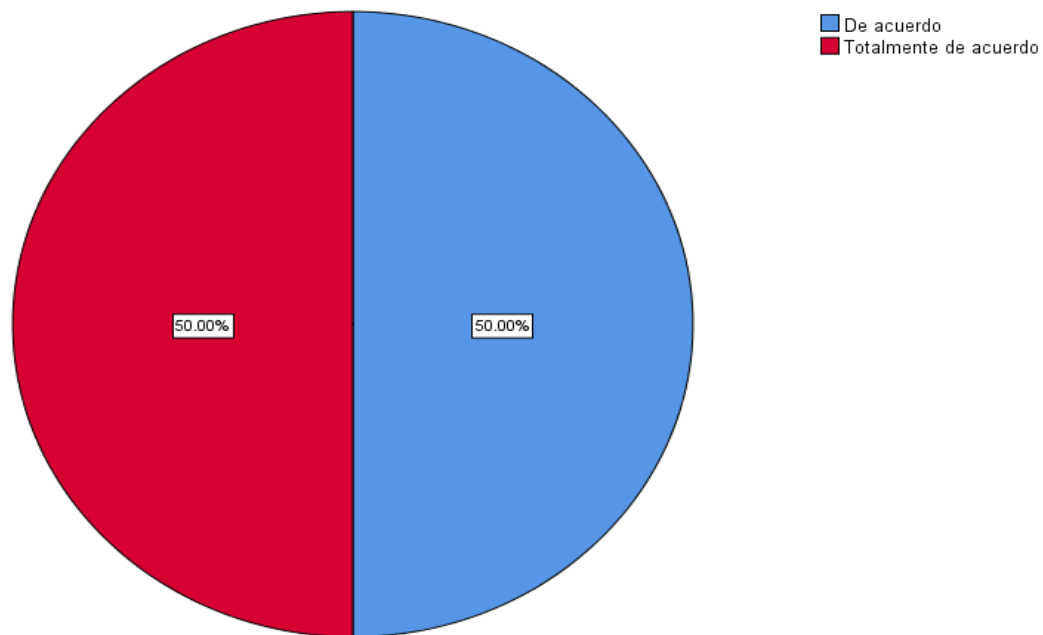


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

De nuestra octava pregunta tomando como referencia con que regularidad se presentan problemas en esta vía se logra establecer que el 60% nos dice que frecuentemente se presentan problemas, el 30% se inclina que ocasionalmente y el 10% nos hace saber que muy frecuentemente ocurren problemas en la vía. En conclusión, frecuentemente se presentan problemas en la vía.

**Figura 21**

*¿Cree que es necesario una mejora en esta Vía?*

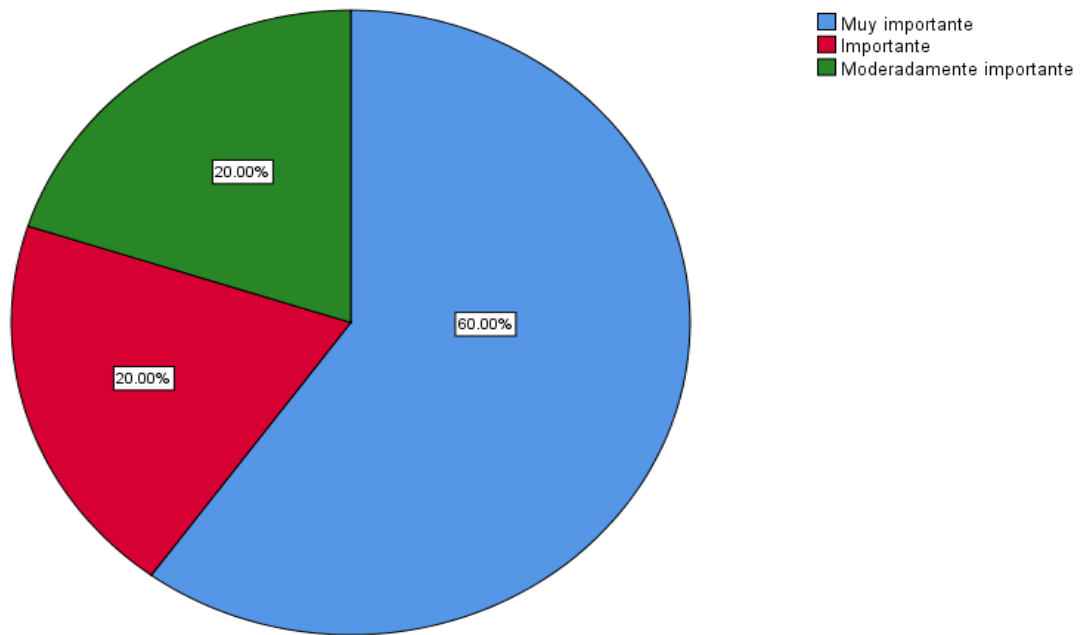


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

Tomando de referencia la pregunta de la necesidad de una mejora en esta vía se logra establecer que el 50% está totalmente de acuerdo y de igual manera el 50% está de acuerdo que se necesita una mejora en la vía, lo que nos indica que si es necesaria una mejora.

**Figura 22**

*¿Qué tan importante sería esta Vía ya mejorada?*

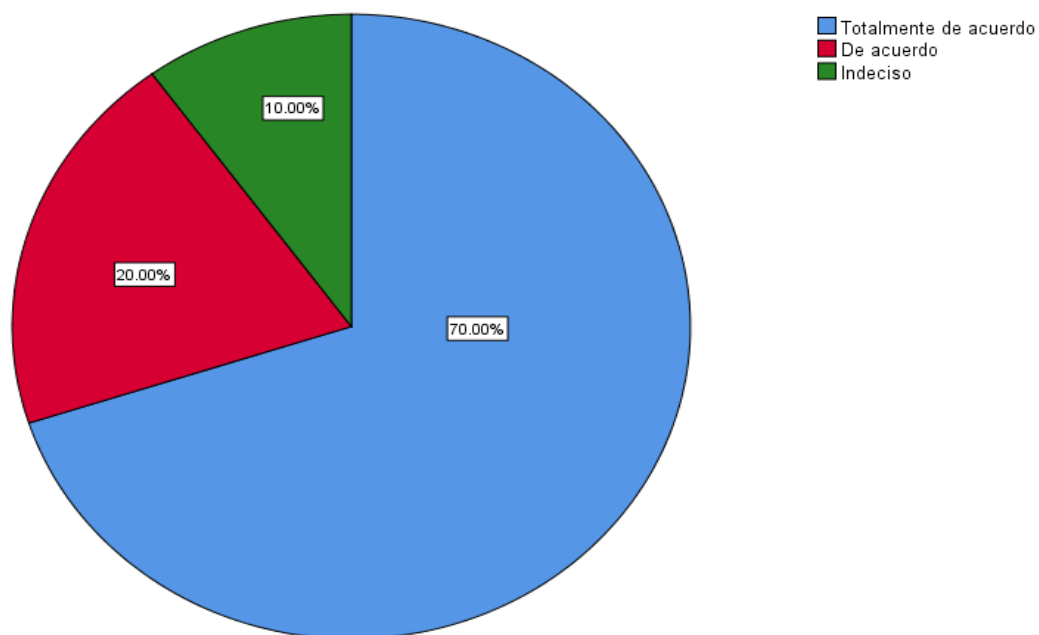


Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

En nuestra decima pregunta tomando como observación que tan importante sería esta vía mejorada se logra instaurar que para el 60% de nuestros encuestados es muy importante la vía ya mejorada, el 20% nos expresa que es importante, al igual que el 20% nos dice que es moderadamente importante, lo que indica que predomina muy importante en la vía ya mejorada del grupo de estudio.

**Figura 23**

*¿Está de acuerdo que se ahorra tiempo al circular por esta Vía?*



Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

En relación a nuestra última pregunta podemos mencionar que el 70% está totalmente de acuerdo que con esta vía se ahorra tiempo al momento de circular, el 20% nos hace saber que está de acuerdo y el 10% se encuentra indeciso. Lo que indica en conclusión que predomina el inciso totalmente de acuerdo dentro del grupo de estudio.



## **4.2. Análisis Topográfico.**

Los levantamientos topográficos permiten estudiar la superficie de un terreno teniendo en cuenta tanto las características naturales del mismo (pendientes, ríos, vegetación...) como las características de origen humano y construcciones (casas, naves, carreteras, caminos).

Es habitual realizar el levantamiento topográfico de una carretera antes de proceder a su construcción o cuando se hace necesario alguna ampliación o modificación en el trazado. La topografía puede ofrecer resultados tanto en dos dimensiones como resultados en tres dimensiones, en función de las necesidades y la complejidad del terreno.

Por tanto, ante la pregunta de qué es necesario para llevar a cabo el levantamiento topográfico de una carretera podemos afirmar que, en primer lugar, es necesario contactar con una empresa que se dedique de manera profesional a realizar estos estudios topográficos del terreno en carreteras. Es un paso previo necesario a la ejecución de cualquier proyecto de obra en carreteras.

Además, será necesario usar instrumental especializado para la toma de datos y mediciones de la carretera. Es en el trabajo de campo la única forma de realizar el levantamiento topográfico y para ello se necesitarán equipos y materiales como un teodolito óptico, un teodolito electrónico, una estación semitotal, un distanciómetro o una estación total. Con estos instrumentos se realizará un análisis que terminará en un estudio en el que se muestran los resultados del mismo.

Principalmente se consiguen planos y mapas de interés para las empresas encargadas de ejecutar una obra o para el organismo competente de llevar a cabo la inversión en la carretera objeto de levantamiento topográfico. Sobra decir que los levantamientos topográficos son realizados por topógrafos profesionales que trabajan en empresas especializadas en este tipo de análisis y estudios del terreno, así que es un sector muy profesional y totalmente regulado.

**Figura 24**  
*Topografía del Terreno.*



Fuente: Google Earth.

### **4.3. Análisis Hidrológico.**

Los estudios hidrológicos son herramientas necesarias para el dimensionado de obras hidráulicas tales como: pontones, pasos de agua, badenes, correcciones hídras, puentes, presas, azudes, encauzamientos, carreteras, etc.; generalmente basado en estudios con periodos de retorno de 100 a 500 años.

También son necesarios como documento base para la legalización de aprovechamiento de aguas superficiales (pluviales), en fincas de regadío, para cubicar el volumen de agua que se podría almacenar y aprovechar para riego.

Los Estudios Hidrológicos son documentos imprescindibles para las actuaciones ejecutadas en zona de policía, distancia menor a 100 metros del cauce. Estos estudios se utilizan como base para el desarrollo de nuevas infraestructuras o en los procesos de urbanización residencial o industrial. Éstos precisan de Estudios Hidrológicos si discurren en las proximidades de cauces públicos o pueden afectarlos.

El estudio de las afecciones a los cauces, la modificación de las condiciones de los suelos en la escorrentía, la necesidad de dimensionar depuradoras o métodos alternativos para la eliminación de vertidos contaminantes, como aspectos de la hidrología, deben de ser

tenidos en cuenta en cualquier proceso de transformación para adaptarse a la legislación vigente y ser respetuoso con el medio ambiente.

### Figura 25

*Precipitaciones en la Ciudad de León.*

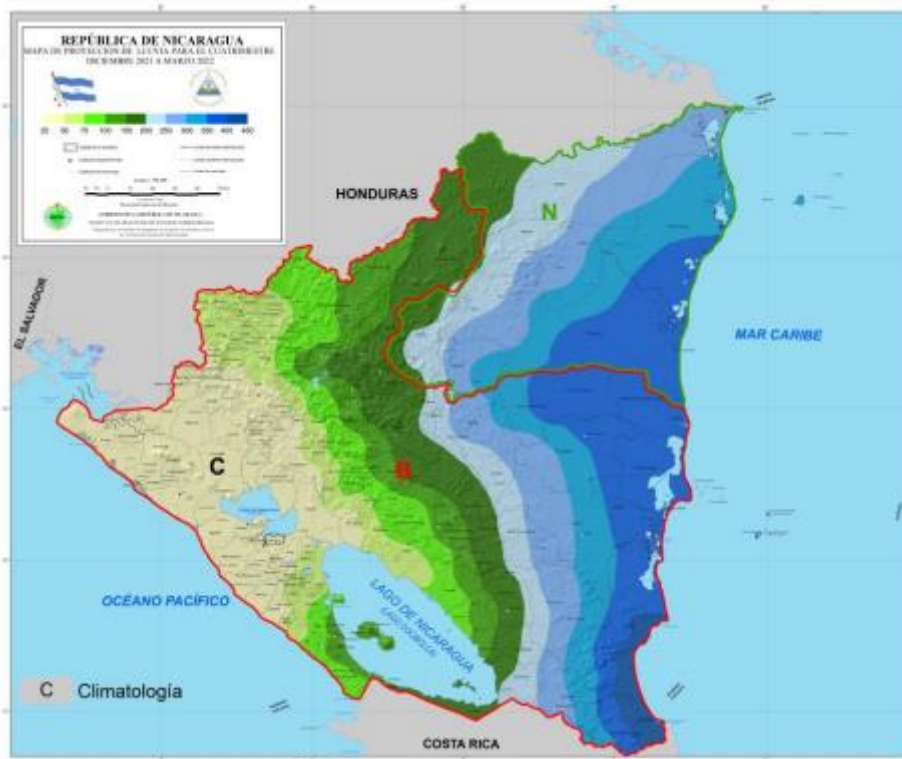


Fuente: Dirección General de Meteorología, INETER.

Acumulados de lluvia esperados entre diciembre 2021 y marzo 2022. En la zona Pacífico Occidental que comprende los Departamentos de León y Chinandega se espera que los acumulados de precipitación oscilen entre 1 mm en las zonas de La Paz Centro, Jicaral, Larreynaga, Santa Rosa del Peñón y 6 mm en los sectores de Chinandega, El Viejo, Achuapa, El Sauce y sus alrededores (Norma Histórica 18.2. mm); en la zona Pacífico Central que comprende los Departamentos de Managua, Masaya, Carazo y parte de Granada, los acumulados de precipitación oscilarán entre 2 mm en los sectores de San Francisco Libre, Tipitapa y Mateare, y 10 mm en la zona de El Crucero y Meseta de los Pueblos (NH 26.3 mm); la zona Pacífico Sur (Departamento de Rivas) presentará acumulados de lluvia entre 9 mm en los sectores de San Juan del Sur y Tola y 75 mm en el sector Sur de la cuenca del Lago de Nicaragua (NH 80.4 mm).

**Figura 26**

*Lluvias esperadas para el periodo de Enero – Abril 2023.*

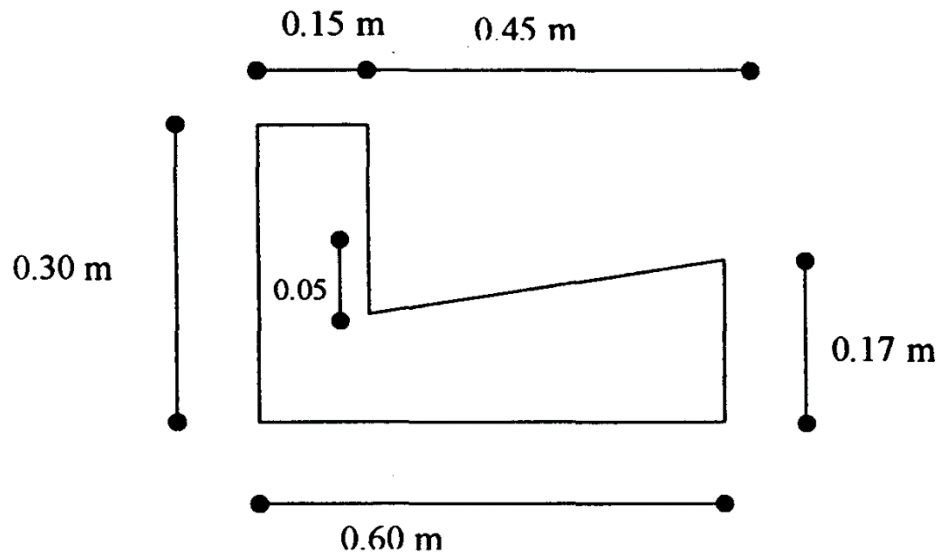


Fuente: INETER.

#### 4.4. Análisis Hidráulico.

La propuesta de Cuneta es la siguiente:

**Figura 27**  
*Diseño de Cuneta.*



Con la sección propuesta, realizamos un chequeo para verificar su capacidad hidráulica:

##### **Calculo de S.**

$$S=3.86$$

Calculo de A

$$A = 1/2(0.45m) (0.05)$$

##### **Calculo P.**

$$P = y + (y^2 + b^2)^{1/2}$$

Capitulo IV:

$$P = (0.050m) + (0.050m)^2 + (0.45m)^2$$

$$P=0.503m$$

##### **Calculo de R.**

$$R=0.01125m^2 / 0.503m$$

$$R = 0.02236m$$

$$V= 1/n * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V= 1 / 0.014 * (0.02236m)^{2/3} * (0.0386)^{1/2}$$

$$V = 1.1138 \text{ m/seg.}$$

### Calculo de Q Cuneta.

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0.01125 \text{ m}^2 \cdot 1.1138 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.0123 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 0.0125 \text{ m}^3/\text{seg} \cdot 2$$

$$\text{Total } Q = 0.025 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Calculo para la segunda subcuenca:

$$\text{Área} = 5.36036 \text{ Ha}$$

$$\text{Altura máx.} = 70$$

$$\text{Perímetro} = 989.4396$$

$$\text{Altura mm} = 65$$

$$\text{Long} = 261.68$$

Solución:

$$S = ((70 - 65) / (261.68)) \cdot 100 = 1.91\%$$

Estimación de  $t_c$ .

$$K = 3.28(261.68) / (0.0191)^{1/2} = 6,210.5$$

$$T_c = 0.0041(6210.52)^{0.77} = 3.42 < 5 \text{ Tomar } 5 \text{ mm.}$$

INT. de lluvia máxima:

$$TR = 10 \text{ años}$$

$$d = 13$$

$$A = 161.876$$

$$b = 0.724$$

$$I = 1611.876 / (5 + 13)^{0.724}$$

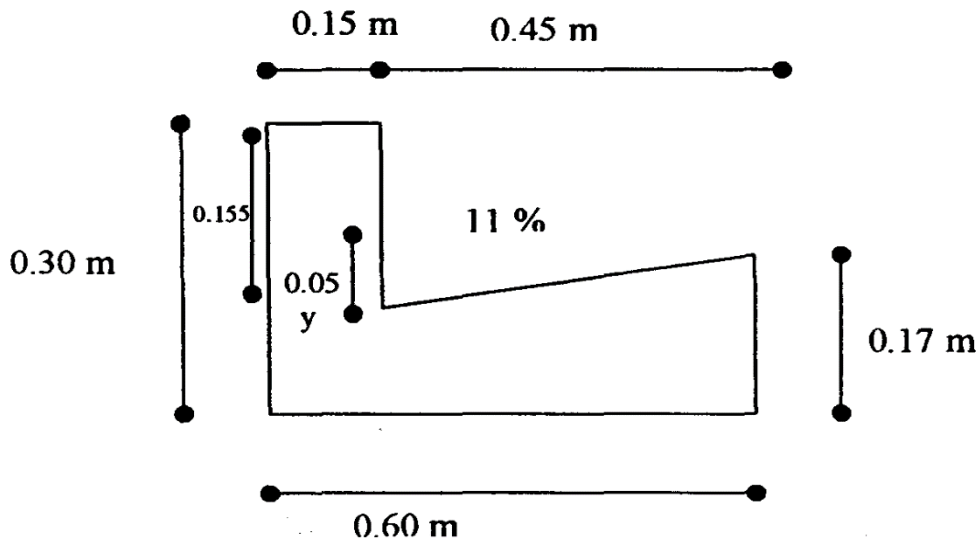
$$I = 198.84 \text{ mm/hr.}$$

Tomar  $C = 0.15$  (área sub. Urbana)

$$Q = CIA / 362 \quad Q = 0.15 \cdot 198.84 \cdot 5.36036 \text{ Ha.} / 362$$

$$Q = 0.442 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

**Figura 28**  
Propuesta de Cunetas.



**REVISION:**

**Cálculo del Área:**

$$A = \frac{1}{2} * b * h$$

$$A = 1/2(0.45)(0.05) = 0.01125m^2$$

**Cálculo del Perímetro Mejorado:**

$$P = y + (y^2 + 2^2)^{1/2}$$

$$P = 0.05 + ((0.05)^2 + (0.45)^2)^{1/2}$$

$$P = 0.503m$$

**Cálculo del Radio Hidráulico.**

$$R = A/P$$

$$R = 0.01125/0.503 = 0.0224m.$$

**Cálculo de la Velocidad.**

Tomar C = 0.15 (Área suburbana)

$$V = C * I * A / 362$$

$$V = 0.15 * 198.84 * 0.01125 / 362.$$

$$Q = 0.000927 m^3/seg * 2Cunetas = 0.00185 m^3/seg.$$

De lo anterior se concluye que las cunetas, aunque indudablemente son necesarias para recoger y encauzar las aguas, son insuficiente para conducir las con seguridad, por lo tanto, se propone que debe construirse un sistema de conducción medio de tuberías o alcantarillado pluvial, en este caso proponemos un diámetro de tubería:

Por medio de la fórmula de Manning:

$$Q = (1/n) * R^{2/3} * s^{1/2} * A$$

$$Q_1 = 0.66 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

n = coeficiente de rugosidad = 0.015 para tubería de concreto.

$$R = A/P = D/4$$

$$S = 0.0386$$

Despejando la fórmula de Manning para encontrar el diámetro:

$$0.66 \text{ m}^3 / \text{seg} = 1 / 0.015 \times (D/4)^{2/3} \times (0.0386)^{1/2} \times 3.1416 \times D^2 / 4$$

$$D^{4/3} = 1.6632 / 10.13$$

$$D = (1.6632 / 10.13)^{3/4} = 0.26 \text{ m} = 12 \text{ pulg.}$$



## 4.5. Análisis Técnico.

### Diseño de Pavimento de Asfalto.

Dentro de las consideraciones que deben tomarse en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, es necesario analizar fundamentalmente la problemática que representa el comportamiento de los pavimentos debido al tránsito, ya que éste se incrementa conforme el desarrollo tecnológico y crecimiento demográfico, lo que trae a su vez mayor cantidad de repetición de ejes y cargas. Por ello, es necesaria la selección de apropiados factores para el diseño estructural de los diferentes tipos de pavimentos, por lo que deberá tomarse en cuenta la clasificación de la carretera dentro de la red vial, la selección de los diferentes tipos de materiales a utilizarse, el tránsito y los procesos de construcción.

Es necesario tener conocimiento sobre el tránsito, medio ambiente y condiciones de la Subrasante para la cantidad de vehículos que circula en las carreteras, adicionalmente la calidad de materiales y especificaciones o normas de construcción son requeridas para mejorar el rendimiento de ellas por muchos períodos de tiempo.

**Criterios de Diseño:** En los procedimientos de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema de capas múltiples y los materiales de cada una de las capas se caracterizan por su propio Módulo de Elasticidad.

La evaluación de tránsito está dada por la repetición de una carga en un eje simple equivalente de 80 Km (18,000 lbs.) aplicada al pavimento en un conjunto de dos juegos de llantas dobles. Para propósitos de análisis estas dobles llantas equivalen a dos platos circulares con un radio de 115 mm ó 4.52'' espaciados 345 mm ó 13.57'' centro a centro, correspondiéndole 80 kN ó 18,000 lbs. de carga al eje y 483 kPa ó 70 PSI de presión de contacto sobre la superficie.

Este procedimiento puede ser usado para el diseño de pavimentos compuestos de varias combinaciones de superficies, bases y subbase.

Los parámetros para el diseño de los espesores de capas del pavimento asfáltico son los siguientes:

**El Tránsito:** Se utiliza el número de cargas de ejes estándares equivalentes de 18000 lbs. En el carril de diseño. Este valor se le conoce como ESAL y se clasifica en:

✚ **Ligero:** (ESAL < 100 000).

✚ **Mediano:** (100 000 < ESAL < 1 000 000).

✚ **Pesado:** (ESAL < 10 000 000).

### ESAL's de Diseño.

**Tabla 5**

*Esals de Diseño.*

**n= 10.**

**i= 0.04.**

Tipo De Vehículo.	Peso por Eje.	Transito Actual.	Tránsito de Diseño.	Factor Esal.	Esal de Diseño.
Automóviles	2000	2300	10079126.93	0.0002	2015.825386
	2000			0.002	20158.25386
C2	4000	140	613512.074	0.002	1227.024148
	10000			0.079	48467.45384
C3	10000	170	744978.947	0.031	23094.34736
	12000			0.026	19369.45262
T2S1	8000	50	219111.455	0.031	6792.455105
	10000			0.079	17309.80494
	12000			0.174	38125.39317
T2S3	11000	12	52586.7492	0.1265	6652.223774
	12000			0.174	9150.094361
	44000			0.686	36074.50995
T3S1	10000	10	43822.291	0.079	3461.960989
	20000			0.109	4776.629719
	30000			8.7	381253.9317
T3S2	12000	11	48204.5201	0.174	8387.586497
	30000			0.627	30224.2341
	30000			0.627	30224.2341
C3R3	12000	10	43822.291	0.174	7625.078634
	20000			0.109	4776.629719
	12000			0.174	7625.078634
	12000			0.174	7625.078634
				Suma	714417.2812
				ESAL's de Diseño	<b>357,208.64</b>

Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

### **Confiabilidad (R).**

Es la probabilidad de que una sección de pavimento diseñado, usando el método de la AASHTO, funcionara satisfactoriamente sobre las condiciones de tráfico y del ambiente para el periodo propuesto. Los niveles de confiabilidad recomendados por el método son como sigue:

**Tabla 6**

*Niveles de Confiabilidad Recomendados.*

Clasificación	Urbana (%)	Rural (%)
Autopistas internacionales	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras de tránsito	80-85	75-95
Carreteras locales	50-90	50-80

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

### **Desviación Estándar (So).**

Es un coeficiente por el cual nos damos cuenta que los datos del método coinciden con los cálculos de diseño. Su valor oscila entre 0.4 y 0.5.

### **El Índice de Serviciabilidad (P).**

El índice de serviciabilidad de un pavimento, es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo; en otra palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 (Perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con un índice de serviciabilidad final que depende de la categoría del camino y se adopta en base a esto y al criterio del proyectista, con un valor de 0 (Pésimas condiciones). A la diferencia entre estos dos valores se le conoce como la pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) o sea el índice de serviciabilidad presente (Present Serviciability Index). Los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes:

### **Índice de serviciabilidad inicial:**

Po= 4.5 para pavimentos rígidos

Po= 4.2 para pavimentos flexibles

Índice de serviciabilidad final:

Pt= 2.5 o más para caminos muy importantes.

Pt= 2.0 para caminos de tránsito menor.

### **Coefficiente de Drenaje (m).**

Es la capacidad que tiene el material para permitir el pase del agua a través de él. Para nuestros cálculos usaremos el valor de  $m = 1$ .

### **Módulo de Resiliencia (MR).**

Es la medida de la calidad que tiene el suelo; se le relaciona con el CBR, y por no existir en Nicaragua ensayos para obtener este valor, no se ejecuta si el  $CBR < 10$ , entonces, el módulo de resiliencia se calcula por medio de la expresión  $MR = 1500 \times CBR > 10$ .

### **Número Estructural (Sn.)**

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural que requiere un pavimento para una condición dada de soporte del suelo, tránsito expresado en ejes equivalentes, serviciabilidad terminal y el ambiente. La fórmula general que relaciona el número estructural (SN) con los espesores de capa es la siguiente:

$$SN = a1 \times D1 + a2 \times m2 \times D2 + a3 \times m3 \times D3.$$

En donde:

**a1, a2, a3** son los coeficientes estructurales o de capa, de la superficie de rodadura, base y subbase respectivamente.

**m2, m3** son los coeficientes de drenaje para base y subbase.

**D1, D2, D3** son los espesores de capa en pulgadas para la superficie de rodadura, base y subbase.

Esta fórmula tiene muchas soluciones, en función de las diferentes combinaciones de espesores; no obstante, existen normativas que tienden a dar espesores de capas que

deben ser construidas y protegidas de deformaciones permanentes, por efecto de las capas superiores de mayor resistencia. Las normas que se deben considerar son las siguientes:

Estabilidad y Factibilidad de la Construcción.

Espesores Mínimos en Función del Número Estructural.

Cálculo de Espesores y Número Estructural Aportado.

Parámetros de Diseño.

Confiabilidad: 70%

Desviación Estándar: 0.45

ESAL de diseño: 357,208.64

Módulo de Elasticidad: 400,000 PSI

MR – Base: 30,000 PSI

MR – Sub – Base: 22,500 PSI

MR – Sub – Rasante: 15 x 1500 = 22,500 PSI

Datos propuestos de diseño según los criterios obtenidos para la construcción de pavimento asfáltico.

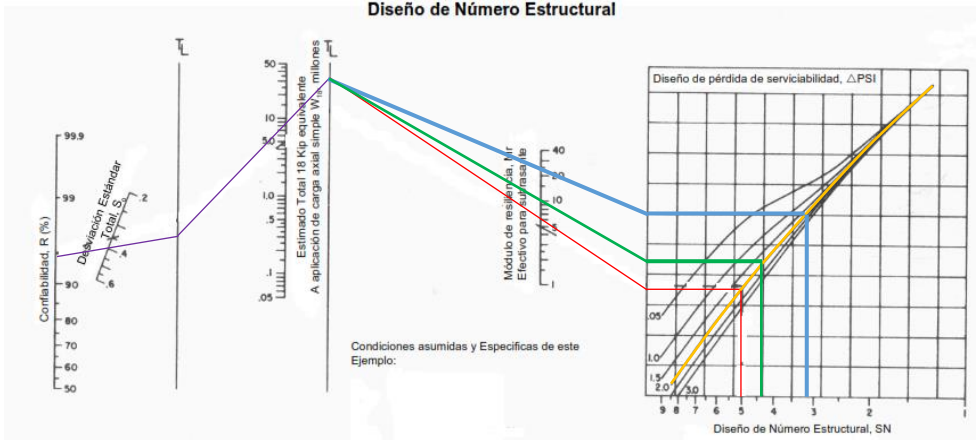
**Tabla 7**

*Datos Propuestos Pavimento Asfáltico.*

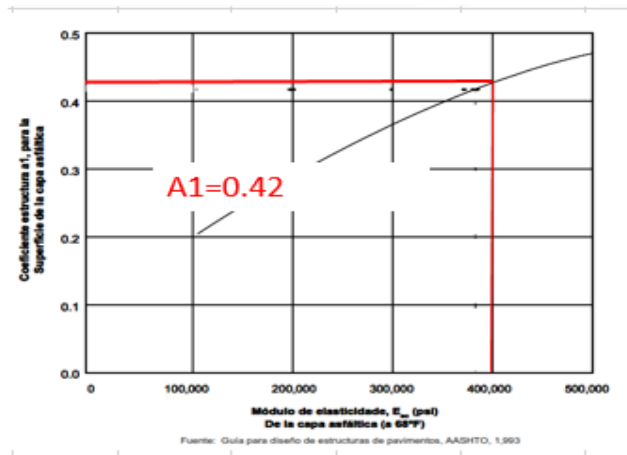
Material / Capas	Mr (psi)	Mi	a	#	Sn	#	D	"
Asfalto de Rodamiento	400000		<b>A1</b>	0,42	<b>SN1</b>	1.48	<b>D1</b>	8,1
Base	30000	1,3	<b>A2</b>	0,108	<b>SN2</b>	1.67	<b>D2</b>	6,2
Subbase	22500	0,7	<b>A3</b>	0,148	<b>SN3</b>	5	<b>D3</b>	10,9
Rasante	22500							

Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

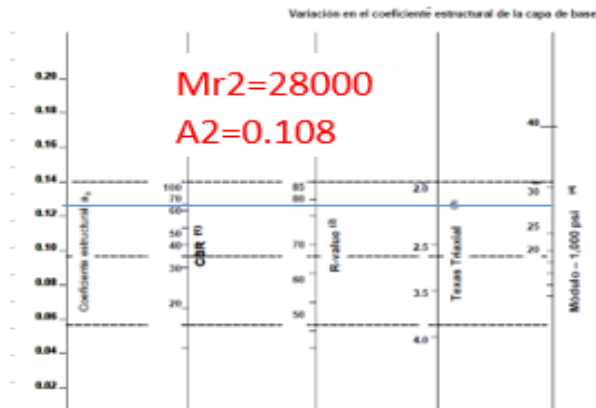
**Figura 29**  
Diseño de Número Estructural.



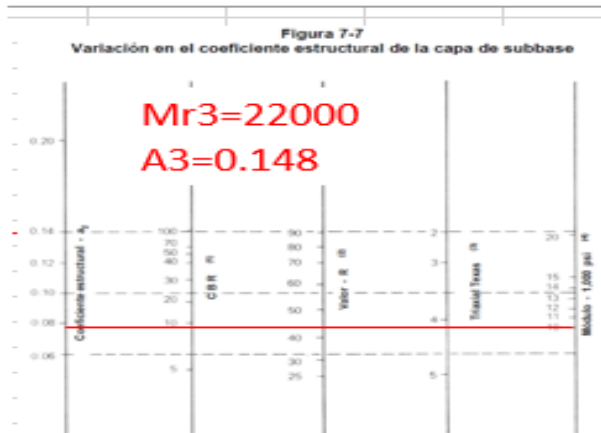
**Figura 30**  
Módulo de Elasticidad.



**Figura 31**  
Variación en el Coeficiente Estructural de la Capa de Base.



**Figura 32**  
Variación en el Coeficiente Estructural de la Capa de Subbase.



Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

**Datos Obtenidos mediante los Diagramas del Manual de Pavimento:**

- $a_1 = 0.42.$                        $SN_1=1.48.$
- $a_2 = 0.108.$                      $SN_2= 1.67.$
- $a_3 = 0.148.$                      $SN_3= 1.67.$

**Figura 33**  
Cálculo de las Ecuaciones AASHTO 1993 (2.0).

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

**Figura 34**  
Cálculo de las Ecuaciones AASHTO 1993 (2.0).

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

### Cálculo del Espesor de la Carpeta Asfáltica.

$$D1 = \frac{SN1}{a1m1} = \frac{1.45}{0.42} = 3.45 \text{ plg.}$$

$$D1^x = D1 + 0.25 = 3.45 + 0.25 = 3.70 \text{ plg.}$$

$$SN1^x = a1 * D1^x = 0.42 * 3.70 = 1.55 \text{ plg.}$$

Comprobando:

$$SN1^x \geq SN1.$$

$$1.55 \geq 1.45 \text{ OK.}$$



### Cálculo del Espesor de la Base.

$$D2 = \frac{SN2 - SN1^x}{a2m2} = \frac{1.70 - 1.55}{0.108} = 1.38 \text{ plg.} < 6 \text{ plg.}$$

El espesor mínimo de la base es 6 plg, por lo tanto, proponemos este.

$$D2^x = 6 + 0.25 = 6.25 \text{ plg.}$$

$$SN2^x = a2 * D2^x = 0.108 * 6.25 = 0.675 \text{ plg.}$$

Comprobando:

$$SN2^x + SN1^x \geq SN2.$$

$$0.675 + 1.55 \geq 1.85 \text{ OK.}$$

$$2.225 \geq 1.85 \text{ OK.}$$

### Cálculo del Espesor de la Subbase.

$$D3 = \frac{SN3 - (SN1^x + SN2^x)}{a3m3} = \frac{1.7 - (1.55 + 0.675)}{0.148} = 3.54 \text{ plg.}$$

$$D3^x = D3 + 0.25 = 3.54 + 0.25 = 3.79 \text{ plg.}$$

$$SN3^x = a3 * D3^x = 0.148 * 3.79 = 0.56 \text{ plg.}$$

Comprobando:

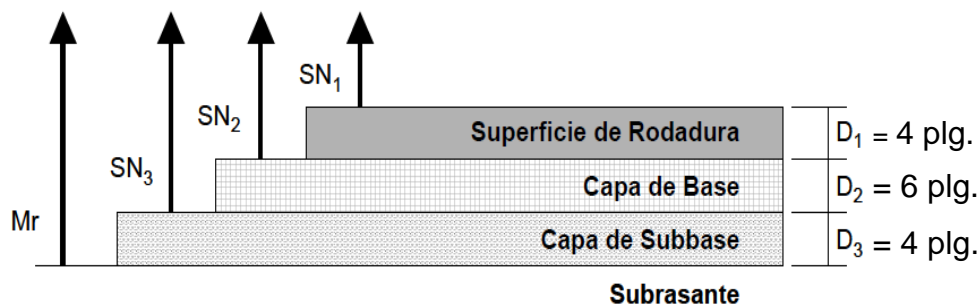
$$SN1^x + SN2^x + SN3^x \geq SN3.$$

$$1.55 + 0.675 + 0.56 \geq 1.7.$$

$$2.78 \geq 1.70 \text{ O.}$$

### Figura 35

*Diseño de Estructura de Pavimento.*



Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1993.

**En resumen:** Para el diseño de pavimento, es necesario analizar fundamentalmente la problemática que representa el comportamiento de los pavimentos debido al tránsito, ya que este se incrementa conforme el desarrollo tecnológico y crecimiento demográfico, lo que trae

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.**

Se concluye que los datos de la investigación y los resultados obtenidos son concluyentes con lo analizado. Los pavimentos son fundamentales dentro de la red de carretera nacional, puesto que son indispensables para garantizar una vía de acceso en condiciones óptimas para el transporte de mercancía y personas, y en consecuencias necesarias para el desarrollo económico y social de la población y el desarrollo de futuros proyectos como es la construcción de un estadio de béisbol que genera un tránsito vehicular de buen provecho.

- ✓ Mediante el levantamiento topográfico se determinó el perfil longitudinal existente, proyección de rasante, secciones transversales, elevaciones y pendientes del terreno.
- ✓ Se realizó un conteo de tráfico vehicular con el objetivo de obtener el tránsito promedio diario, anual de los vehículos que pasan por el tramo de carretera con un ESAL de diseño de 357,208.64 al que se le aplicó un periodo de diseño de 10 años con una tasa de incremento vehicular del 4 %.
- ✓ El análisis de suelo obtuvimos materiales predominantes en toda el área investigada que corresponden a limos y gravas o rocas de origen cuaternario obteniendo una sub-rasante de muy buena calidad.
- ✓ Se realizó un estudio hidrológico en la zona sur este de León, teniendo como punto de interés el cauce ubicado en el costado sur este de cementerio de Guadalupe hasta la comarca el Talchocote del cual obtuvimos un caudal de  $Q = 13.27 \text{ m}^3/\text{seg}$  el cual nos sirvió para el diseño del canal.
- ✓ De acuerdo a los resultados obtenidos en el cálculo de los espesores la estructura del pavimento constará de 4 plg de Carpeta Asfáltica, 6 plg de base y una sub-base de 4plg. El diseño que hemos presentado en este proyecto logra responder los requerimientos relacionados con el diseño de carretera, ya que hemos aplicado las principales técnicas ingenieriles y criterio de diseño, así como los principales estudios realizados que nos dan una buena pauta para que nuestro diseño sea eficiente.

### **5.1. Futuras Líneas de Investigación.**

Como futuras líneas de investigación están resumidos aquellos aspectos que resultaron ser potencialmente muy interesantes para desarrollar en trabajos complementarios y que deberán ser analizados próximamente, dentro de los cuales se tienen:

- Mantenimiento de Carpeta Asfáltica.
- Construcción de Obras Civiles.
- Construcción de Sistemas Eléctricos.
- Mitigación de Impacto Ambiental.

## CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES.

- ✓ A la Universidad de Ciencias Comerciales siga impulsando el tema de Investigación y soluciones a problemas sociales y económicos, de esta manera contribuyendo al sector público y privado.
- ✓ A la Alcaldía Municipal de León dar seguimiento constante al mantenimiento de las Carpetas Asfálticas para su debido cuidado y duración.
- ✓ Realizar conversaciones a nivel institucional en la que se ofrezcan servicios de Ingeniería en obras horizontales.
- ✓ Motivar al estudiantado desde los primeros años de la carrera con el objetivo de facilitar su preparación en la Investigación.
- ✓ Se sugiere principalmente se respeten las normas y especificaciones previniendo de esta manera defectos que corren riesgo de convertirse en problemas durante la ejecución.
- ✓ Las maquinarias empleadas en todas las actividades vinculadas al proyecto deben estar en óptimas condiciones técnicas y mecánicas para obtener altos rendimientos, garantizando la rentabilidad del equipo.
- ✓ Los materiales utilizados en la construcción de carretera deben de ser de primera calidad.
- ✓ Se recomienda de un especialista ambiental principalmente durante la fase de construcción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AASHTO (1993). Diseño de Estructuras de Pavimentos. Estados Unidos: MIR.
- Aeronáutica., I. d. (2000). Ingeniería de Pavimentos. Brasil .
- Garber, N. y. (2005). Ingeniería de Transito y Carreteras. . Mexico: Cengage Learning Latin America, 2004.
- <https://es.scribd.com/document/478206412/Antecedentes-Internacionales>. (30 de Septiembre de 2020). <https://es.scribd.com/document/478206412/Antecedentes-Internacionales>.
- <https://preciosunitariosconstruccion.com/carreteras/carpeta-asfaltica>. (15 de Agosto de 2021).
- Hurbide, I. C. (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Mexico: MIR.
- INETER. (2015). Programa Regional REDD/CCAD/GIZ. Managua.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura, M. N. (2000). *Red Vial de Nicaragua*. Managua: La Gaceta.
- Ministerio de Transporte e Infraestructura, MTI Nicaragua. (2000). Especificaciones Generales de Materiales de Construccion de Pavimentos. Managua: La Gaceta.
- Montejo, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. . Mexico: MIR.
- The ASSHO Road Test . (1962). The ASSHO Road Test, Highway Research Board. Mexico: MIR.

## ANEXOS.

### Anexo 1 ENCUESTA A PERSONAS DE INTERACCIÓN.

Buenos Días/Tardes, la presente encuesta se lleva a cabo con el objetivo de determinar el nivel de satisfacción que existe al diseñar una Carpeta Asfáltica en el costado sur de la Preparatoria UNAN – León hacia la salida y entrada al By-Pass León – Salida a carretera a Managua para mejorar la circulación vehicular. Para esto necesitamos que llene una pequeña encuesta. Le agradecemos el brindarnos su tiempo y por responder las siguientes preguntas:

#### Datos de Clasificación.

##### Género:

Masculino.  Femenino.

##### Edad.

17 - 25 años.

26 - 40 años.

#### Marque con una X la respuesta de su Preferencia.

#### 1. ¿Cuál es su ocupación?

Ingeniero \_\_\_\_\_ Arquitecto \_\_\_\_\_ Licenciado \_\_\_\_\_ Estudiante \_\_\_\_\_

#### 2. ¿Con que frecuencia circula por esta Vía?

Muy frecuentemente \_\_\_\_\_ Frecuentemente \_\_\_\_\_ Ocasionalmente \_\_\_\_\_  
Raramente \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

#### 3. ¿Cuál es la principal Causa de hacer uso de esta Vía?

Laboral \_\_\_\_\_ Estudios \_\_\_\_\_ Comercio \_\_\_\_\_ Salud \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

#### 4. ¿Usualmente se le da mantenimiento a esta Vía?

Casi siempre \_\_\_\_\_ Usualmente \_\_\_\_\_ Ocasionalmente \_\_\_\_\_  
Usualmente no \_\_\_\_\_ Casi nunca \_\_\_\_\_

#### 5. ¿Qué Medio de Transporte utiliza habitualmente?

Privado: \_\_\_\_\_ Público: \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

**6. ¿Qué tipo de vehículo utiliza?**

Autobús \_\_\_\_\_ Automóvil \_\_\_\_\_ Motocicleta \_\_\_\_\_ Bicicleta \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

**7. ¿Cómo visualiza usted el estado en el que se encuentra actualmente la Vía?**

Excelente \_\_\_\_\_ Muy buena \_\_\_\_\_ Buena \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Mala \_\_\_\_\_

**8. ¿Con qué regularidad se presentan problemas en esta Vía?**

Muy frecuentemente \_\_\_\_\_ Frecuentemente \_\_\_\_\_ Ocasionalmente \_\_\_\_\_  
Raramente \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

**9. ¿Cree que es necesario una mejora esta Vía?**

De acuerdo \_\_\_\_\_ Desacuerdo \_\_\_\_\_  
Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_ Totalmente desacuerdo \_\_\_\_\_

**10. ¿Qué tan importante sería esta Vía ya mejorada?**

Muy importante \_\_\_\_\_ Importante \_\_\_\_\_ Moderadamente importante \_\_\_\_\_  
Poco importante \_\_\_\_\_ Nada importante \_\_\_\_\_

**11. ¿Está de acuerdo que se ahorra tiempo al circular por esta Vía?**

Totalmente de acuerdo \_\_\_\_\_ De acuerdo \_\_\_\_\_ Indeciso \_\_\_\_\_  
En desacuerdo \_\_\_\_\_ Totalmente desacuerdo \_\_\_\_\_

**Datos de Control.**

**Nombre del Encuestador:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Hora:** \_\_\_\_\_

**Lugar:** \_\_\_\_\_

**Muchas Gracias.**



**Anexo 2**  
*Tablas de Frecuencias*

**Tablas de Frecuencia.**

**Estadísticos**

	¿Cuál es su ocupación?	¿Con que frecuencia circula por esta Vía?	¿Cuál es la principal causa de hacer uso de esta Vía?	¿Cuál es la probabilidad con la que utiliza esta Vía?	¿Qué Medio de transporte utiliza habitualmente?	¿Qué tipo de vehículo utiliza?	¿Cómo visualiza usted el estado en el que se encuentra actualmente la Vía?	¿Con qué regularidad se presentan problemas en esta Vía?	¿Cree que es necesario una mejora en esta Vía?	¿Que tan importantes sería esta Vía ya mejorada?	¿Está de acuerdo que se ahorra tiempo al circular por esta Vía?
N	Válido	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**¿Cuál es su ocupación?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ing	20	40.0	40.0	40.0
	Arq	20	40.0	40.0	80.0
	Lic	5	10.0	10.0	90.0
	Estudiante	5	10.0	10.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**¿Con que frecuencia circula por esta Vía?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy frecuentemente	20	40.0	40.0	40.0
	Frecuentemente	10	20.0	20.0	60.0
	Ocasionalmente	15	30.0	30.0	90.0
	Raramente	5	10.0	10.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**¿Cuál es la principal causa de hacer uso de esta Vía?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Laboral	20	40.0	40.0	40.0
	Estudios	20	40.0	40.0	80.0
	Comercio	5	10.0	10.0	90.0
	Salud	2	4.0	4.0	94.0
	Otros	3	6.0	6.0	100.0

Total	50	100.0	100.0
-------	----	-------	-------

### ¿Usualmente se le da mantenimiento a esta Vía?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Casi nunca	30	60.0	60.0	60.0
	Usualmente no	20	40.0	40.0	40.0
	Ocasionalmente	0	0.0	0.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

### ¿Qué Medio de transporte utiliza habitualmente?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Público	30	60.0	60.0	60.0
	Privado	19	38.0	38.0	98.0
	Otros	1	2.0	2.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

### ¿Qué tipo de vehículo utiliza?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Autobus	25	50.0	50.0	50.0
	Automovil	15	30.0	30.0	80.0
	Motocicleta	7	14.0	14.0	94.0
	Bicicleta	3	6.0	6.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

### ¿Cómo visualiza usted el estado en el que se encuentra actualmente la Vía?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Excelente	10	20.0	20.0	20.0
	Muy Buena	15	30.0	30.0	50.0
	Buena	5	10.0	10.0	60.0
	Regular	20	40.0	40.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**¿Con qué regularidad se presentan problemas en esta Vía?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy frecuente	5	10.0	10.0	10.0
	Frecuentemente	30	60.0	60.0	70.0
	Ocasionalmente	15	30.0	30.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**¿Cree que es necesario una mejora en esta Vía?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	25	50.0	50.0	50.0
	Totalmente de acuerdo	25	50.0	50.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**¿Qué tan importantes seria esta Vía ya mejorada?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy importante	30	60.0	60.0	60.0
	Importante	10	20.0	20.0	80.0
	Moderadamente importante	10	20.0	20.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**¿Está de acuerdo que se ahorra tiempo al circular por esta Vía?**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente de acuerdo	35	70.0	70.0	70.0
	De acuerdo	10	20.0	20.0	90.0
	Indeciso	5	10.0	10.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

**Anexo 3***Guía de Observación.*

<b>Fecha de Observación:</b>	Miércoles 15 de Marzo del 2023.		
<b>Lugar de Observación:</b>	Costado Norte Prepa UNAN – León.		
<b>Observadores:</b>	Br. Delvin Adonis Silva Salinas. Br. Gelvin Alcides Silva Salinas.		
	Br. Santos Elías Membreño Mejía.		
<b>Hora de Inicio de Observación:</b>	08:00 AM.		
<b>Hora Final de Observación:</b>	12:00 PM.		
<b>Tiempo de Observación:</b>	4 horas.		
<b>Objetivo de la Observación:</b>	Esal's Vehicular.		
<b>Conteo Objetos de Estudio.</b>			
<b>Puntos de Observación</b>	<b>Cantidad de Peatones</b>	<b>Cantidad de Ciclistas</b>	<b>Cantidad de Vehículos</b>
<b>Totales</b>			
<b>Anotaciones:</b>			
<hr/>			
<hr/>			
<hr/>			

Fuente: Elaboración Propia de los Autores.

#### ANEXO 4.

Levantamiento en el campo







































# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES UCC-CAMPUS LEÓN



## COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS

Relación de Autores

Elaborado por:

*Ing. Óscar Otero Pravia - Docente*

Arq. César Valladares – Coordinador de Ingenierías.

Revisado por:

MSc. Constantino Portocarrero – Coordinador de Investigación

Autorizado por:

Dra. Fabiofa Somarriba – Vice Rectoría Académica



*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad  
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfó!*