

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE TRAFICO PARA EL DISEÑO DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDA
PROLONGACION UNION, DISTRITO Y
PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2019”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL
GRADO DE BACHILLER**

AUTORES:

Sac Alarcón, Juan Felipe

Sac Alarcón, Luis Eduardo

TRUJILLO – PERÚ

2019

HOJA DE FIRMAS

ING. ENRIQUE DURAND BAZÁN

ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS

Contenido

Tabla de figuras	v
Resumen.....	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 Realidad Problemática:	8
1.2 Formulación del Problema	10
1.3 Justificación:	10
1.4 Objetivos	10
1.4.1 Objetivo general.....	10
1.4.2 Objetivos específicos	10
1.5 Formulación de la Hipótesis:.....	11
1.6 Antecedentes:.....	11
1.7 Bases Teóricas:	13
1.7.1 Índice Medio Diario Anual	13
1.7.2 Clasificaciones según su demanda	14
1.7.3 Clasificación según condiciones orográficas	15
1.7.4 Clasificación de vías urbanas	15
1.7.5 Definición de pavimentos.	17
1.7.6 Clasificación de pavimentos	17
1.7.7 Elementos de un pavimento flexible.	18
1.7.8 Parámetros básicos para el diseño	19
1.7.9 Actividades de mantenimiento	19
1.7.10 Ciclo de vida de los pavimentos	20
1.7.11 ESALs de diseño	21
1.7.12 Daños del pavimento	24
1.7.13 Definición de términos básicos.	25
II. MATERIALES Y METODOLOGIA	29
2.1 Material de Estudio	29
2.1.1 Población.....	29
2.1.2 Muestra	29

2.2 Técnicas, Procedimientos e Instrumentos	29
2.2.1 Para Recolectar Datos.....	30
2.2.2 Para Procesar Datos	30
III. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	32
3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal	32
3.2 Cálculo del Índice Medio Diario Anual	34
IV. CONCLUSIÓN	36
V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	37
VI. ANEXOS.....	40

Tabla de Figuras

Figura 1. Ciclo de vida de los pavimentos Fuente: Naciones Unidas.1994.....	21
Figura 2. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.	22
Figura 3. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes.....	22
Figura 4. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos.	23
Figura 5. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.	23
Figura 6. Relación de ejes por tipos de vehículos.	24
Figura 7. Área de estudio: Av. Prolong. Unión.	29
Figura 8. <i>Formato de conteo.</i>	31
Figura 9. IMDs por tipo de vehículo.....	32
Figura 10. Número de vehículos por hora.....	33
Figura 11. Horas pico de flujo vehicular.....	34

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo realizar el Estudio de Tráfico para el Diseño del pavimento flexible de la Avenida Prolongación Unión, Distrito y Provincia de Trujillo. Dicha avenida es de suma importancia ya que une la avenida América Oeste con la Avenida Cahuide, y sirve de ingreso al distrito de El Porvenir, uno de los más pujantes y poblados de la ciudad de Trujillo, región La libertad.

La vía tiene un tramo total de 1.2 Km aproximadamente, entre la Avenida América y la Avenida Pesqueda y se ha observado que se presenta un notable deterioro por lo que se requiere decidir su mantenimiento o rehabilitación. El crecimiento poblacional, aunado al crecimiento económico ha originado un crecimiento en el parque automotor de Trujillo en algunos casos no previsto lo que viene deteriorando las vías. Asimismo, en Trujillo el año 2017 se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida Prolongación Unión, Distrito y Provincia de Trujillo.

Las vías urbanas forman parte del desarrollo de las localidades de nuestro país, con el mejoramiento y rehabilitación de esta vía lograremos el desarrollo anhelado de los pobladores que tendrán mejores carreteras para trasladarse al centro de la ciudad y centros de labores. El estudio de tráfico es un paso previo indispensable para poder diseñar posteriormente el pavimento flexible. El estudio de tráfico se realizó siguiendo la metodología recomendada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, con el conteo del número de vehículos, en sus diferentes tipos, que pasan durante tres días de la semana.

A partir de esos datos se determinó el Índice Medio Diario Anual de Vehículos actual y proyectado a 10 años. Como resultado se determinó que la Avenida Prolongación Unión actualmente soporta 19,806 vehículos por día y se prevé al 2029 alcance 25,249 vehículos por día.

ABSTRACT

The purpose of this research is to carry out the Traffic Study for the Design of the flexible pavement of Prolongation Unión Avenue, District and Provincial de Trujillo. This avenue is of the utmost importance since it connects the América Oeste Avenue with Cahuide Avenue, and serves as an entrance to the district of El Porvenir, one of the most vibrant and populated in the city of Trujillo, La Libertad region.

The road has a long of approximately 1.2 km, between America Avenue and Pesqueda Avenue and it has been observed that there is a significant deterioration, so it is necessary to decide on its maintenance or rehabilitation. Population growth, coupled with economic growth has led to growth in the Trujillo car park in some cases not expected, which has been deteriorating the roads. Also, in 2017 Trujillo experienced a weather phenomenon known as Niño Costero, which caused rainfall and water runoff that affected urban roads in general and in particular the Prolongation Unión Avenue, District and Provincial de Trujillo.

The urban roads are part of the development of the localities of our country, with the improvement and rehabilitation of this road we will achieve the desired development of the inhabitants who will have better roads to move to the city center and work centers. The traffic study is an essential preliminary step to be able to design the flexible pavement later. The traffic study was carried out following the methodology recommended by the Ministry of Transportation and Communications, with the count of the number of vehicles, in their different types, that pass during three days of the week.

Based on these data, the current Annual Average Daily Vehicle Index was determined and projected at 10 years. As a result, it was determined that Prolongation Union Avenue currently supports 19,806 vehicles per day and to 2029, 25 249 vehicles per day are expected.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática:

Según INEI (2019) los resultados de la revisión de las estimaciones y proyecciones de población 2019, la población del Perú este año alcanza los 32 millones 131 mil habitantes, y nuestra población aún continúa creciendo año a año, así en el año del Bicentenario de la Independencia del Perú, contará 33 millones 35 mil habitantes, se prevé que, en el 2030 la población bordeará los 35 millones 792 mil personas, y que a mediados del Siglo XXI los 39 millones 363 mil habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2019)

En el Perú, según datos de diversos autores el mejoramiento de las carreteras ha permitido el crecimiento de varios centros poblados dedicados a actividades, agrícolas y comerciales orientada mayormente al autoconsumo de la población y el excedente es comercializado en los mercados. Asimismo, el crecimiento económico y el crecimiento poblacional

En Latinoamérica en general y en Colombia en particular, las vías y carreteras son el principal medio de comunicación entre diferentes lugares tanto en el ámbito nacional como local, por tal motivo su utilización es permanente y necesaria para el desarrollo en varios aspectos, a día de hoy el estado de las vías nacionales ya sean primarias secundarias o terciarias no se encuentran en el rango de competitividad que estas ameritan (Sierra Díaz & Rivas Quintero, 2016)

Según Valdéz, Pérez, & Calabi (2012), los autores consideran que el desarrollo económico de cada país está rigurosamente unidas con en el desarrollo de sus sistemas de transporte e infraestructura, por ejemplo, las industrias pueden abastecerse de inmediato con sus insumos para producir productos y estos al estar terminados acceden de inmediato al mercado logrando un crecimiento económico estable. Un sistema de transporte eficiente de cada país facilita más avance económico, y a causa de ello, nace la necesidad de tener infraestructuras de carreteras que no presenten deterioros o estos sean mínimos. En este estudio se

determina la influencia y los mecanismos de deterioros más incidentes que dañan las carreteras, por ejemplo, la fisuración de capas asfálticas. Se hizo un análisis descriptivo para simular los mecanismos de la actualidad como es la fisuración a través de ensayos experimentales determinando las ventajas y desventajas de estos. (Valdes, Perez, & Calabi, 2012)

En opinión de los investigadores, el crecimiento poblacional, aunado al crecimiento económico ha originado un crecimiento en el parque automotor de Trujillo en algunos casos no previsto lo que viene deteriorando las vías. Asimismo, en Trujillo el año 2017 se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida Prolongación Unión, Distrito y Provincia de Trujillo. Dicha avenida es de suma importancia ya une la avenida América Oeste con la Avenida Cahuide, y sirve de ingreso al distrito de El Porvenir, uno de los más pujantes y poblados de la ciudad de Trujillo, región La libertad.

La vía tiene un tramo total de 1.2 Km aproximadamente, entre la Avenida América y la Avenida Pesqueda y se ha observado por los investigadores que se presenta un notable deterioro superficial e incluso baches profundos en algunos sectores, por lo que el tránsito se ve afectado en la velocidad de desplazamiento y el deterioro de los vehículos.

El presente trabajo de investigación permitirá elaborar posteriormente el estudio del mejoramiento y rehabilitación de la Avenida Prolongación Unión, que se caracteriza por ser una zona muy transitada, porque sirve de ingreso y salida al Distrito de El porvenir, zona productiva para la industria del calzado de Trujillo.

Los habitantes de los pueblos de Distrito de El Porvenir y de Trujillo en general, están afectados porque cuentan con una carretera en pésimo estado por lo que el presente trabajo los beneficiara sustancialmente.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el Tráfico actual y proyectado para el diseño del pavimento flexible en avenida Prolongación Unión, Distrito y provincia de Trujillo, La Libertad?

1.3 Justificación:

Se justifica este proyecto por su relevancia social, ya que contribuye a solucionar la necesidad que tienen los habitantes del Distrito El Provenir y de Trujillo en general para que se realice el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal, debido a las malas condiciones que se encuentra por falta de mantenimiento y condiciones climatológicas, como ya mencionamos.

También, se justifica la presente investigación por su aporte metodológico, ya que servirá de guía para hacer estudios similares en otras zonas de Trujillo, y como mencionamos en la realidad problemática actualmente este es un gran problema en todos los sectores.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Determinar el tráfico actual y proyectado para el diseño del pavimento flexible en avenida Prolongación Unión, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los diversos tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio.
- Realizar el Conteo vehicular respectivo.
- Calcular el Índice Medio Diario Semanal y Anual.
- Estimar el tráfico proyectado a 10 años para el diseño del pavimento flexible en avenida en estudio.

1.5 Formulación de la Hipótesis:

Por avenida Prolongación Unión, Distrito y provincia de Trujillo, La libertad circulan mayormente vehículos ligeros, siendo su tránsito medio de aproximadamente 10,000 vehículos por día.

1.6 Antecedentes:

A continuación presentamos algunas investigaciones previas que nos han servido para describir las bases teóricas para el diseño de la carretera, el estudio de tráfico, o para definir los procedimientos de recolección y análisis de datos.

Sarmiento y Arias (2015), en tesis de pregrado titulada: Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima. Como principal problema que presentan las vías identifican los daños existentes en la capa de rodadura ocasionados por el aumento del flujo de vehículos livianos como autos y camionetas, y por la generación de un nuevo flujo de tránsito de vehículos pesados. El estudio es de tipo de investigación experimental, la población y muestra total estuvo conformada por la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima. Las metodologías usadas fueron AASTHO 93. Para finalizar se llegó a la siguiente conclusión en cuanto a el método AASTHO 93, del cual se puede decir que es una herramienta más completa para el análisis y diseño de pavimentos. Se puede analizar los daños de diversos vehículos de manera individual como la deformación permanente y el agrietamiento por fatiga del pavimento. Asimismo, el AASTHO 2008 exige datos de entrada o inputs del clima, materiales, tráfico específicamente de la zona en donde se va a llevar a cabo la construcción de la vía. Para obtener todo esto debemos desarrollar base de datos climáticos detallados para diferentes regiones, implementar base de datos de espectro de carga para diferentes vías, mediciones de coeficientes de expansión térmica, finalmente llegar a desarrollar base de datos de módulos resilientes; asimismo, se necesita implementar modelos de deterioro de pavimentos para poder predecir

fallas como fatiga, deformación, ahuellamientos y deformación térmica. (Sarmiento & Arias, 2015)

Gonzales García & Gonzales Blas (2014) , en su tesis de pregrado “Diseño para el mejoramiento de la carretera Julcán – Carabamba(a nivel afirmado) en el distrito de Carabamba, provincia de Julcán – La Libertad”, afirman que “la trocha carrozable entre las localidades de Julcan y Carabamba carece de mantenimiento lo cual imposibilita el transporte adecuado y con las condiciones de inseguridad necesaria para pobladores y productos en cualquier época del año, la trocha carrozable se torna muy difícil e insegura de transitar principalmente en el periodo avenidas pluviales (Diciembre – Marzo), dejando a los poblaciones aisladas e incomunicadas”. (González García & Gonzales Blas, 2014). Ellos concluyen un diseño que supera esta realidad y su investigación nos permitirá validar la realidad problemática y el planteamiento de las técnicas de recolección de datos.

Villalba (2015) en su tesis de pregrado titulada “Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel afirmado del distrito Sarín – Chungay tramo: Maraycito La Arenilla-Sánchez Carrión – La Libertad”, enfatiza el diseño de una vía a nivel afirmado teniendo en cuenta un eficaz uso del tiempo, combustible, distancia y costo del transporte para los pobladores. (Villalba, 2015). El diseño de dicha vía está enmarcado dentro de los reglamentos y normas establecidas por el ministerio de transporte y comunicaciones, lo que incluye los estudios previos como el estudio de tráfico. Esta investigación nos ha permitido profundizar en la realidad problemática y establecer el procedimiento de recolección y análisis de datos.

Lázaro Bazán & Liñán Ponte (2014) en su tesis de pregrado titulada “Diseño para el mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Angasmarca – Las Manzanas – Colpa Seca. distrito de Angasmarca – provincia de Santiago de Chuco – región La Libertad”, tomaron en cuenta diferentes estudios y criterios básicos para el diseño de una vía, los cuales se van a desarrollar en distrito de Angasmarca. El trabajo se inicia con la recopilación de información referida a la zona, reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, trabajo en gabinete utilizando software de diseño de carreteras los cuales arrojan una longitud de 12

km, se realizó también el estudio de tráfico en la zona, realización de 12 calicatas encontrándose en su mayoría un suelo arcilloso-limoso con CBR menor al 3%, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, estudio hidrológico y elaboración del presupuesto (Lázaro Bazán & Liñán Ponte, 2014). Este antecedente es una guía metodológica para el diseño de una vía en la región la Libertad

1.7 Bases Teóricas:

1.7.1 Índice Medio Diario Anual

Es el promedio diario de vehículos por tipo que pasan por una vía. Se obtiene a partir del conteo de vehículos durante siete días continuos en una semana, durante las 24 horas.

El IMDA (Índice Medio Diario Anual) es obtenido a partir del IMDS (Índice Medio Diario Semanal) y del Factor de Corrección Estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

A partir de los volúmenes diarios semanales por tipo de vehículo, se calcula el IMDA aplicando el factor de corrección de 1.10 recomendado para vías urbanas, es preciso mencionar que los valores que se consideran incluye el tránsito contabilizado en ambos sentidos (Pereda & Montoya, 2018).

Composición vehicular:

Según (Vargas, Rincon, & Gonzalez, 2013) los vehículos se han clasificado de las siguientes maneras:

- Autos: corresponden a todos los vehículos livianos (de cuatro ruedas).
- Buses: incluyen los buses, busetones y busetas.
- Camiones: corresponden a todos los vehículos de carga de más de cuatro ruedas.

Se han clasificado de acuerdo con el número de ejes así:

- Camión C2: de dos ejes.
- Camión C3: de tres ejes.

- Camión C4: de cuatro ejes.
- Camión C5: de cinco ejes.
- Camión > C5: de más de cinco ejes.
- Motos: vehículos livianos de 2 ruedas a 3 ruedas.

Para calcular el tráfico proyectado se utilizara la siguiente formula.

			$Tr = T (1 + Rt)^{(n-1)}$
Donde:			
	Tr =	Proyeccion de trafico en años "n"	
	T =	IMD promedio del periodo de analisis	
	Rt =	Tasa de crecimiento poblacional aplicada	
	n =	Periodo de diseño	

Según recomiendan diversos autores a este tráfico así calculado, debe adicionarse un tráfico generado, que es el resultado del mayor número de vehículos que antes circulaban por otras vías, en algunos casos más cortas, que ahora circularan por esta via al encontrarse en buen estado

1.7.2 Clasificaciones según su demanda

a. Autopista de primera clase.

Son carreteras con IMDA (índice Medio Diario Anual) mayor a 6,000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00m: cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo con control total de accesos (ingreso y salida) q proporcionan flujos vehiculares sin cruces y pasos a nivel. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

b. Autopista de segunda clase

Corresponden a las carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzada dividida por medio de un separador central

que puede variar de 6.00m hasta 1.00m, en cuyo caso se instalara un sistema de contención vehicular, cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60m de ancho como mínimo con control parcial de accesos (ingreso y salida) que proporcionan flujos vehiculares; pueden tener cruces y pasos a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

c. Autopista de tercera clase.

Son las carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60m de ancho mínimo. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018).

1.7.3 Clasificación según condiciones orográficas

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde discurre su trazado, se clasifican en:

- Terreno plano (TIPO 1)
- Terreno ondulado (TIPO 2)
- Terreno accidentado (TIPO 3)
- Terreno escarpado (TIPO 4)

1.7.4 Clasificación de vías urbanas

Espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano. Según la función que prestan se clasifican en:

- Vías Expresas;
- Vías Arteriales;
- Vías Colectoras; y

- Vías Locales.

a. Vías expresas

Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez alta. Unen zonas de elevada generación de tráfico, transportando grandes volúmenes de vehículos livianos, con circulación a alta velocidad y limitadas condiciones de accesibilidad. Eventualmente, el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en carriles segregados con paraderos en los intercambios. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercancías ni el tránsito de peatones

b. Vías arteriales

Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. Son vías que deben integrarse con el sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular. Eventualmente el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

c. Vías colectoras

Son aquellas que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y con controles simples con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales. El estacionamiento de vehículos se realiza en áreas adyacentes, destinadas especialmente a este objetivo. Se usan para todo tipo de vehículo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

d. Vías locales

Son aquellas que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

1.7.5 Definición de pavimentos.

Juárez Y Rodríguez (2005) define pavimentos como "capa o conjunto de capas comprendida (s) entre la sub rasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, el intemperismo producido por los agentes naturales y a cualquier otro agente perjudicial. Como función estructural un pavimento tiene la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la sub rasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial". (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)

El pavimento es una base vertical que está constituido de varias capas de diferente espesor, los cuales son capaces de soportar una sobrecarga en su forma natural o con intervención del hombre basado en un diseño específico.

1.7.6 Clasificación de pavimentos

Los pavimentos dependen del material que los compone, este nos permite determinar su clasificación: pavimentos flexibles, pavimentos rígidos (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).

- a. Pavimentos flexibles: Estos pavimentos están constituidos por capas de material granular el cual tiene una capa de superficie de material asfáltico. Este pavimento permite que la distribución de las cargas que recibe sea distribuida de forma uniforme en toda su estructura permitiendo que no haya alguna falla estructural en él.
- b. Pavimentos rígidos: Este pavimento está constituido por diversas capas y tiene una capa de superficie de rodadura de concreto y en algunos casos esta

reforzada con acero, esta carpeta de rodadura se encuentra apoyada en la sub rasante, la construcción de una sub base solo será si la sub rasante no tiene las propiedades necesarias para soportar las cargas producidas por el tránsito, este pavimento se caracteriza por ser resistente al agua.

1.7.7 Elementos de un pavimento flexible.

Los pavimentos flexibles son una estructura conformada por una o varias capas de materiales apoyados íntegramente sobre el terreno, se diseñan y construyen técnicamente con materiales preparadas para soportar las cargas repetidas del tránsito, para diferentes condiciones climáticas, sin agrietarse o deformarse excesivamente y con capacidad de transmitir las a los suelos de fundación, sin provocar hundimientos o asentamientos excesivos, dentro de un rango de serviciabilidad y durante su periodo de diseño de estructura del pavimento (Escobar, 2017)

Todo pavimento flexible esté conformado por una capa de sub rasante preparada y compactada a una densidad específica, una capa de sub-base que puede ser omitida dependiendo de la calidad de la sub rasante, una capa de base que se coloca sobre la sub-base, o sobre la sub rasante. Sobre la base se conforma la carpeta asfáltica que consiste de una mezcla de material bituminoso y agregados. El método AASHTO es un método básico en resultados empíricos de la carretera. AASHTO en los años 1972 publicó la guía para el diseño de estructuras de pavimento, cuyas revisiones fueron publicadas en 1981, 1986, 1993 y la actual versión de 2008 (Ayala, 2014).

Según, (Procedimiento de diseño de pavimento flexible, Enero 2018)

- Sub- rasante: Esta superficie está constituida por el suelo en su forma natural o en algunos casos requiere de cortes y rellenos, para una estabilización previa compactación para adquirir la resistencia según el diseño de estudio deseado.

- Sub- base: Esta capa es constituida de material granular la cual será compactada según el ensayo proctor estándar y a la vez es económica para su construcción, la cual se encuentra apoyada en la sub- rasante.
- Base: Es una de las capas que requiere una construcción con un espesor según los resultados de los estudios realizados, porque esta será la que soporte las cargas del tránsito que serán transmitidas a la base y posteriormente a la sub rasante y así prevenir la deformación del pavimento. Esta debe ser resistente al agua para garantizar la adecuada funcionalidad en toda la vida útil del pavimento.
- Carpeta de rodadura: Esta capa recibe de forma directa las cargas producidas por las moviidades que lo transitan, por ello la superficie de esta debe ser apropiado para el tránsito de las moviidades y así transmitir la cargas a la base de forma eficiente a si mismo esta debe ser resistente a la intemperie para proteger de esta manera la estructura.

1.7.8 Parámetros básicos para el diseño

Para alcanzar los objetivos trazados deben evaluarse y seleccionarse los siguientes parámetros que definen las características del proyecto.

- Estudio de demanda de tránsito
- La velocidad de diseño en relación al costo del camino
- La sección transversal del diseño
- El tipo de superficie de rodadura

1.7.9 Actividades de mantenimiento

Según el Ministerio de Vivienda (2010), en la Norma CE 010 sobre pavimentos urbanos, adicionalmente a la Rehabilitación que es el refuerzo estructural del pavimento cuando ha cumplido su Vida de Servicio, hay cuatro actividades de mantenimiento, se clasifican en términos de su frecuencia:

- a. Mantenimiento urgente, necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010).
- b. Mantenimiento periódico, requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito), reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, resellado de juntas.
- c. Mantenimiento rutinario, requerido de manera continua en todas las vías, independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de gras, mantenimiento de alcantarillas, limpieza de drenes y cunetas, y mantenimiento de la señalización.
- d. Mantenimiento recurrente, requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas. (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010)

1.7.10 Ciclo de vida de los pavimentos

Según Martínez (2015), van tomando mucha importancia las tareas de conservación y rehabilitación de pavimentos, porque estos se deterioran con el paso del tiempo y con el tránsito. Una adecuada administración de pavimentos garantiza la preservación de la inversión inicial de manera de prolongar la vida del pavimento. Entonces es muy importante hacer permanente la conservación y el mejoramiento de la red vial para las autoridades locales y también para la sociedad en general, para contribuir al crecimiento y desarrollo de las diferentes localidades del país, generando un ahorro en el costo de transporte y este a su vez debe ir unido a un Sistema de Gestión del Mantenimiento Vial se logra optimizar los recursos que se gastan para este tipo de proyectos e incrementar las vías pavimentadas (Martínez Rodríguez, 2015). A continuación se muestra un cuadro que describe el Ciclo de Vida del pavimento y la calidad de la superficie.

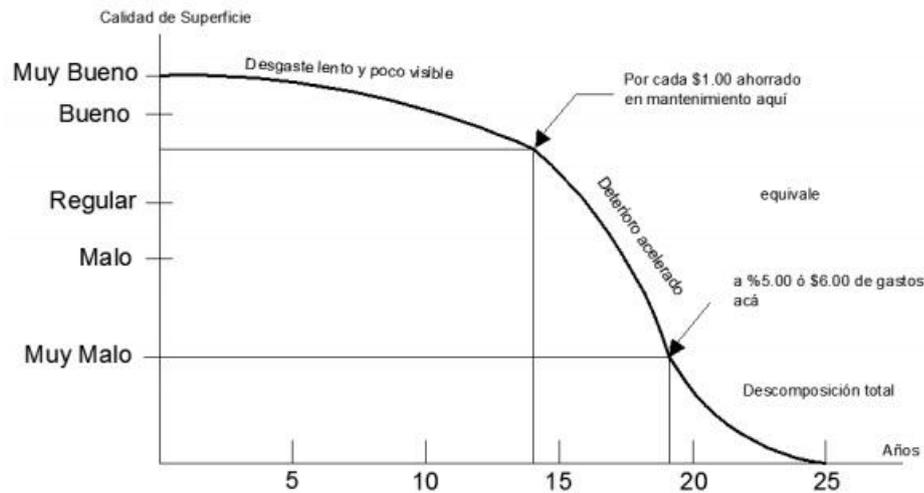


Figura 1. Ciclo de vida de los pavimentos

Fuente: Naciones Unidas.1994

1.7.11 ESALs de diseño

Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el Período de Diseño. El procedimiento usado para convertir un flujo de tráfico con diferentes cargas y configuraciones por eje en un número de tráfico para el diseño, consiste en convertir cada carga por eje esperada sobre la vía durante el período de diseño, en un número de cargas por eje estándar, sumándolas luego.

AÑO BASE, Es el año para el que se escogen y consideran los datos del tráfico que servirá de base al tráfico de diseño.

El método AASHTO 93

Este método tiene como objetivo analizar la resistencia de la sub rasantes para llegar a los cálculos las cargas vehiculares y espesores de capas.

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMD a total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMD a total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC.

Figura 2. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con rueda coble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje rueda simple + 1 Eje rueda doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Rueda doble)	2 RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes rueda doble)	3RD	12	

Fuente: Guía AASHTO-93.

Nota: RS : Rueda Simple RD : Rueda Doble

Figura 3. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2m})
Eje simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$
Eje simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.0}$
Eje tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P/14.8]^{4.0}$
Eje tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P/15.1]^{4.0}$
Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P/20.7]^{3.9}$
Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P/21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO '93.

Figura 4. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2m})
Eje simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P/6.6]^{4.1}$
Eje simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P/8.2]^{4.1}$
Eje tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P/13.0]^{4.1}$
Eje tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P/13.3]^{4.1}$
Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P/16.6]^{4.0}$
Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P/17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO '93.

Figura 5. Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos.

Clase de vehículo	Eje equivalente (8.2 tn.)
Bus (de 2 o 3 ejes)	1.850
Camión ligero (2 ejes)	1.150
Camión mediano (2 ejes)	2.750
Camión pesado (3 ejes)	2.000
Camión articulado (> 3 ejes)	4.350
Auto o vehículo ligero	0.0001

Fuente: Manual para Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Figura 6. Relación de ejes por tipos de vehículos.

1.7.12 Daños del pavimento

Los daños en los pavimentos flexibles se deben a múltiples causas, entre las cuales se encuentran las debidas a la mala calidad de las mezclas asfálticas, ocasionadas por fallas en los procesos industriales de su fabricación o a los materiales usados en la producción de las mismas, ya sean los áridos de base o sub base o los ligantes, y por los procesos constructivos, por lo que se exige un mayor control de calidad que se debe aplicar desde el diseño y construcción de la estructura (Figuroa, 2001)

Según (Figuroa, 2001), el daño de un pavimento es una condición o un conjunto de condiciones generadas por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las características funcionales o estructurales del mismo. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad.

Se pueden realizar diferentes clasificaciones respecto a los daños según el parámetro u objetivo elegido.

- Una clasificación consiste en dividirlos en funcionales o estructurales. Los primeros son aquellos que afectan la seguridad o comodidad del usuario de la vía y los otros deterioran la capacidad estructural del pavimento.
- Según el origen, causa inicial o principal, se tienen los generados por repetición de las cargas vehiculares (tránsito) y otros producidos por factores ambientales, diseño, construcción o materiales.
- Según la forma o geometría del área deteriorada se pueden clasificar en fisuras o grietas (aisladas o interconectadas) y en deformaciones (transversales o longitudinales).
- Según la capa en la cual se localizan o se inician los daños se presentan daños superficiales, de interface capa granular – capa cementada, capas granulares o sub rasante

1.7.13 Definición de términos básicos.

- **Diseño:** Es el proceso consciente y deliberado por el cual elementos, componentes, potenciales, tendencias, etc. se disponen de forma intencionada en el continuo espacio-tiempo con el fin de lograr un resultado deseado. (Chavira, 2017)
- **Pavimento:** Un pavimento es un conjunto de capas de material seleccionado que recibe de forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a las franjas inferiores en forma disipada, paralelamente proporcionando una superficie de rodadura, quien debe funcionar correctamente (García, 2012).
- **Pavimento flexible:** Este tipo de pavimento está formado por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. (Castaño, 2014)

- **Estudio de Tráfico, Determinación demandada de tráfico.**

Nos facultará conocer hasta que márgenes de volúmenes de tráfico puede estimarse y en que magnitud crecerá la demanda que afectará a la estructura del pavimento durante el periodo del análisis. Este estudio deberá otorgar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo en estudio, los cálculos del IMDA es necesario tener los índices de variación mensual y también información que el MTC. El uso de esta información nos respalda una mayor firmeza de la información obtenida y utilizada para los diversos estudios (Escobar, 2017).

- **Mejoramiento:** Consiste en el cambio de especificaciones y dimensiones de la vía, obras de arte o puentes, para lo cual. Se hace necesaria la construcción de obras en infraestructura ya existente, que permitan una adecuación de la vía a los niveles de servicio requeridos por el tránsito actual y proyectado.
- **Rehabilitación:** Recuperar las características técnicas y funcionales de la carretera, respecto a la condición con la que fue construida, pudiendo incluir además de las intervenciones de la capa de rodadura, las capas subyacentes, recuperación de bermas, obras de arte y drenaje, señalización, así como intervenciones en puntos críticos debidamente justificadas.
- **Ingeniería de Tránsito:** aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico, y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes y terminales, tierras adyacentes y su relación con otros tipos de transporte." (Cal y Mayor & Cárdenas, 2006)

1.8 Definición de variables:

Tráfico

Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluado durante el período de diseño de proyecto.

Si el número de aplicaciones es menor de 104 ESALs se considera Tráfico Ligero.

Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 104 ESALs y menor de 106 ESALs se considera como Tráfico Medio.

Si el número de aplicaciones es mayor a 106 ESALs se considera tráfico alto.

Tráfico vehicular:

El estudio de tráfico deberá facilitar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial en estudio. Permite conocer los límites de volúmenes de tráfico, además se puede evaluar para ver en que dimensión crecerá la demanda y afecte a la estructura del pavimento (Escobar, 2017)

Para calcular el IMDA es de necesidad de los índices de variación mensual, también tener información del MTC. El uso de esta información nos respalda una mayor firmeza de la información obtenida y utilizada para los diversos estudios (Escobar, 2017)

Se deberá ubicar las estaciones necesarias en el tramo, para realizar los conteos de tráfico que permitan obtener muestras representativas para el cálculo de los flujos vehiculares en los diferentes sectores del tramo.

También se deberá realizar las encuestas de origen - destino (O/D) y los censos de carga necesarios para obtener entre otros, reportes del tipo de carga transportada, la presión de llantas de los vehículos, velocidad de operación, y otros detalles (tipo, marca, modelo, año, número de asientos, número de ocupantes, tipo de combustible, peso vacío, peso seco, carga útil, etc.).

El trabajo de campo deberá considerar como mínimo siete (7) días de conteos (Lunes a Domingo). A partir de la información recolectada, se determinará las

proyecciones del tráfico para cada tipo de vehículo, sustentando la adopción de la tasa anual de crecimiento del tráfico. Asimismo determinará la composición del tráfico, los factores destructivos necesarios para el cálculo de ejes equivalentes de 8.2 Ton, y el número de repeticiones de EE para el periodo de diseño del refuerzo del paquete estructural.

II. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1 Material de Estudio

2.1.1 Población

El área de Estudios será todos los vehículos que circulan por la vía Avenida Prolongación Unión entre las Avenidas América y la Avenida Cahuide.



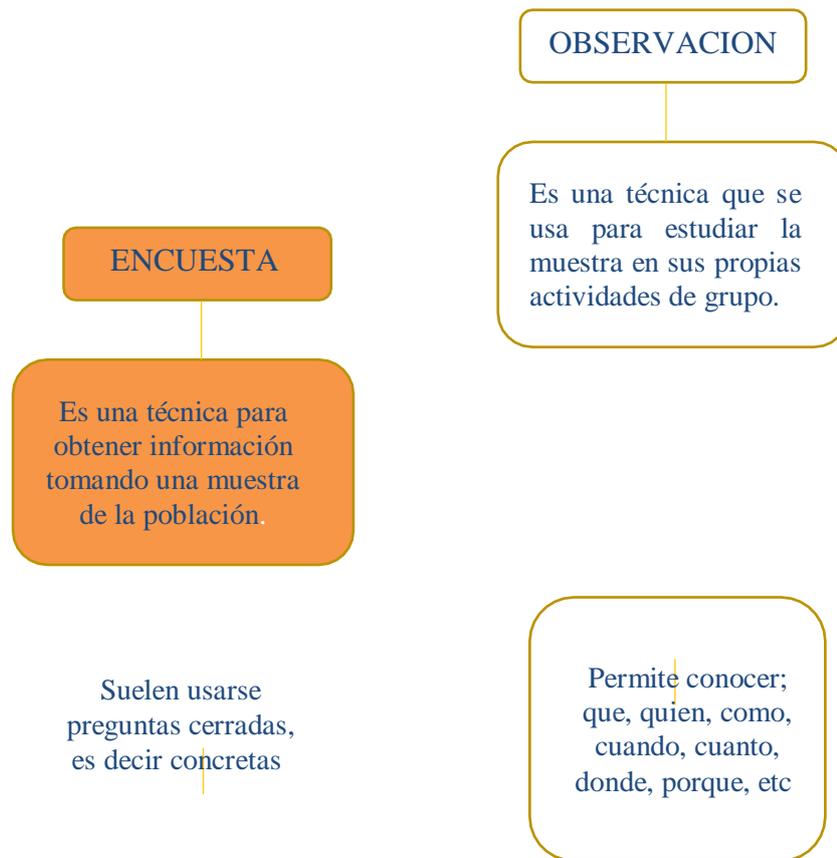
Figura 7. Área de estudio: Av. Prolong. Unión.

2.1.2 Muestra

Se utilizará fuentes de información primaria, obtenida directamente de la Avenida en Estudio en un punto de control muestreado de manera no probabilístico por conveniencia durante tres días continuos, escogiéndose dos días de la semana, y el día sábado por estimarse como los días de mayor circulación en la vía en estudio.

2.2 Técnicas, Procedimientos e Instrumentos

Se utilizará fuentes de información primaria, obtenida directamente de la vía urbana en estudio.



2.2.1 Para recolectar datos

Se utilizará dos técnicas, con la encuesta para determinar las rutas de origen destino de vehículos y definir el tramo homogéneo y luego la observación utilizando como instrumento la ficha de conteo vehicular para recolectar los datos de vehículos que pasan durante 24 horas continuas durante una semana continua. Ver a continuación ejemplo de ficha de conteo vehicular..

El punto de conteo vehicular será la intersección de la avenida Villareal con la Avenida Prolongación Unión.

2.2.2 Para procesar datos

Se utilizará la estadística descriptiva para elaborar cuadros con la data recolectada, como herramientas se utilizará el Excel.

III. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal

Se realizó el conteo vehicular durante tres días continuos de 24 horas, obtenida la observación directamente de la vía urbana en estudio.

Un número de vehículos contados.....

AUTO	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL COMBI	MICRO	BUS 2 E	BUS >=3 E	CAMION 2 E	CAMION 3 E	CAMION 4 E	MI TRAYLER 2S1/2S2	SEMI TRAYLER 2S3	MI TRAYLER 3S1/3S2	SEMI TRAYLER >=3S3
9,619.00	2,343.00	2,555.00	194.00	1,120.00	1,525.00	97.00	35.00	342.00	138.00	16.00	17.00	-	-	3.00
53%	13%	14%	1%	6%	8%	1%	0%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%

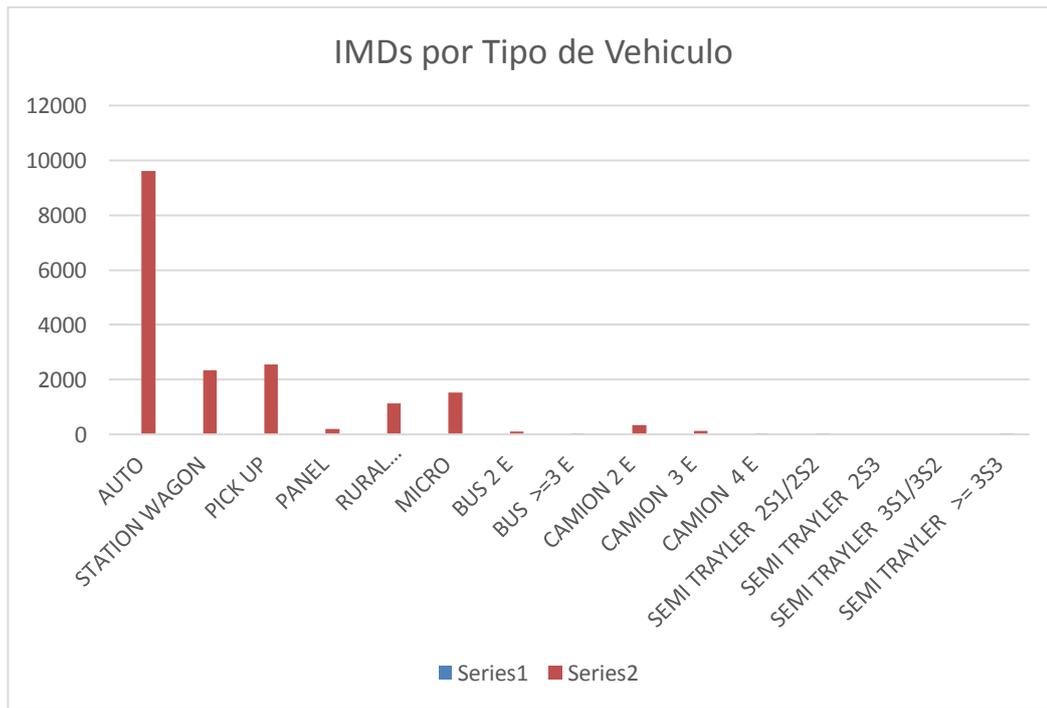


Figura 9. IMDs por tipo de vehículo.

Se ha encontrado que los vehículos que más circulan son en un 96% son vehículos menores entre ellos autos y station wagon los de mayor cantidad.

Si analizamos los resultados del conteo promedio semanal, el tráfico horario la hora pico se produce entre las 6 y 7 de la noche con

Horas	N° vehículos
6 a 7	1332
7 a 8	1207
8 a 9	1227
9 a 10	1054
10 a 11	1159
11 a 12	1244
12 a 13	991
13 a 14	988
14 a 15	964
15 a 16	923
16 a 17	889
17 a 18	975
18 a 19	1169
19 a 20	1550
20 a 21	857
21 a 22	610
22 a 23	272
23 a 24	163
1 a 2	29
2 a 3	55
3 a 4	55
4 a 5	54
5 a 6	237
Total	18004

Figura 10. Número de vehículos por hora.

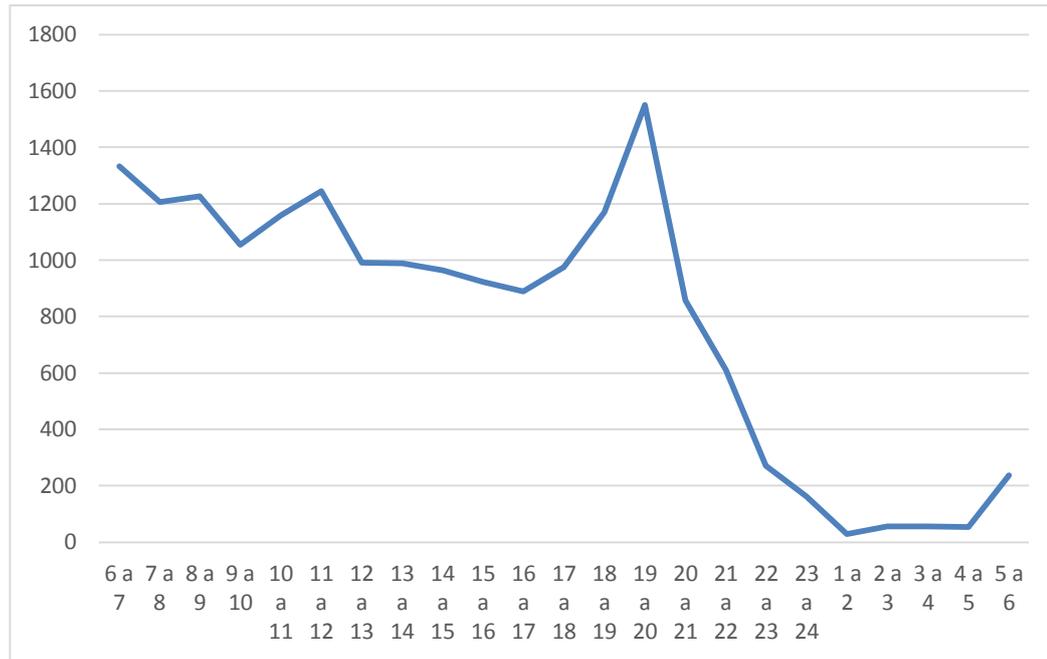


Figura 11. Horas pico de flujo vehicular.

3.2 Cálculo del Índice Medio Diario Anual

Para el cálculo del IMDA se utilizara un Factor de Corrección estacional equivalente a 1.1

A partir de los datos obtenidos se puede proyectar un tráfico a 10 años, para lo cual según (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2019) se aplicara una tasa de crecimiento poblacional para La libertad de 1.3%. Para vehículos ligeros, y 1.7% que es el crecimiento del PBI regional para vehículos pesados.

Asimismo se considerara un 15% para el tráfico generado por la potencial mejora de la vía.

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE EN AVENIDA PROLONGACIÓN UNIÓN, DISTRITO Y
PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2019

	IMDs	F.C.	IMDA
AUTO	9,619.0	1.1	10,581.0
STATION WAGON	2,343.0	1.1	2,577.0
PICK UP	2,555.0	1.1	2,811.0
PANEL	194.0	1.1	213.0
RURALCombi	1,120.0	1.1	1,232.0
MICRO	1,525.0	1.1	1,678.0
BUS 2 E	97.0	1.1	107.0
BUS >=3 E	35.0	1.1	39.0
CAMION 2 E	342.0	1.1	376.0
CAMION 3 E	138.0	1.1	152.0
CAMION 4 E	16.0	1.1	18.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	17.0	1.1	19.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.1	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	-	1.1	-
SEMI TRAYLER >= 3S3	3.0	1.1	3.0
TOTAL	18,004.0		19,806.0

		TRAFICO ESPERADO A		10 AÑOS		
		F.C.	Tasa de Crecimiento	Trafico Proyectado	Trafico Generado	Trafico Esperado
AUTO	10,581.0	1.1	1.30%	11,885.0	1,587.0	13,472.0
STATION WAGON	2,577.0	1.1	1.30%	2,895.0	387.0	3,282.0
PICK UP	2,811.0	1.1	1.30%	3,158.0	422.0	3,580.0
PANEL	213.0	1.1	1.30%	239.0	32.0	271.0
RURALCombi	1,232.0	1.1	1.30%	1,384.0	185.0	1,569.0
MICRO	1,678.0	1.1	1.30%	1,885.0	252.0	2,137.0
BUS 2 E	107.0	1.1	1.70%	125.0	16.0	141.0
BUS >=3 E	39.0	1.1	1.70%	45.0	6.0	51.0
CAMION 2 E	376.0	1.1	1.70%	438.0	56.0	494.0
CAMION 3 E	152.0	1.1	1.70%	177.0	23.0	200.0
CAMION 4 E	18.0	1.1	1.70%	21.0	3.0	24.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	19.0	1.1	1.70%	22.0	3.0	25.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.1	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	-	1.1	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER >= 3S3	3.0	1.1	1.70%	3.0	-	3.0
TOTAL	19,806.0			22,277.0	2,972.0	25,249.0

IV. CONCLUSIÓN

- Se ha logrado determinar el tráfico actual para el diseño del pavimento flexible en avenida Prolongación Unión, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad equivalente a un IMDs de 18 004 vehículos diarios. La avenida Prolog. Unión es entonces una vía colectora de primera clase.
- Se identificó los diversos tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio, siendo los vehículos menores son auto s que representan el 53% del volumen total, y los pick-up que representan el 14%.
- Se logró realizar el conteo vehicular se calcula el Índice Medio Diario Anual igual a 19 806 vehículos.
- La estimación del tráfico proyectado a 10 años para el diseño del pavimento flexible en avenida en estudio, seria de una IMDA de 22 277 vehículos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2006). *Ingeniería de transito fundamentos y aplicaciones*. México D.F.: Editorial Alfa Omega.
- Castaño, M. F. (2014). Pavimentos flexibles. *Analisis cualitativo del flujo de agua de infiltracion para el control de drenaje de una estructura de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá D.C*, 21.
- Chavira, A. (24 de marzo de 2017). *Medium*. Recuperado de <https://medium.com/@alechavira/dise%C3%B1o-qu%C3%A9-es-aplicaci%C3%B3n-prop%C3%B3sito-fin-y-tipos-f765201d25cf>
- Escobar, L. (2017). *Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en santa rosa - sachapite, huancavelica - 2017* (Tesis de titulación). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Especificaciones Generales de construccion de carreteras y normas de ensayo. (2013). 02. Caliornia: California Bearing Ratio CBR y perimeto dinamico de cono PDC.
- Figueroa, A. F. (2001). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*. Medellin: Pontificia Universidad Javeriana.
- Garcia, A. I. (2012). Concepto de pavimento. *Revista ARQHYS*, 12. Recuperado de <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>
- González García, R., & Gonzales Blas, E. (2014). *Diseño para el mejoramiento de la carretera JULCAN -. CARABAMBA (a nivel de asfalto) en el distrito de CARABAMBA, provincia Julcán – La Libertad* (Tesis de pregrado). Trujillo, Perú : Universidad César Vallejo.
- Instituto Nacional de Estadistica e Informatica - INEI. (2019). *Dia Mundial de la Poblacion 2019*. Lima: INEI.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos*. Mexico D.F.: Limusa.
- Lázaro Bazán, R. P., & Liñán Ponte, O. E. (2014). Tesis de Pregrado. “*Diseño Para el mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Angasmarca –*

Las Manzanas – Colpa Seca, distrito de Angasmarca – provincia de Santiago de Chuco – Region La Libertad. Perú: Universidad César Vallejo.

Martinez Rodriguez, D. (2015). *Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos* (Tesis de pregrado). Perú: Universidad Ricardo Palma.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2018). Norma Técnica. *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras.*

Ministerio de Vivienda y Construcción. (2010). Norma técnica. *CE010 Pavimentos Urbanos.* Perú.

Pereda, C., & Montoya, M. (2018). *Estudio y optimizacion de la red vial avenida América Sur, tramo prolongación Cesar Vallejo – avenida Ricardo* (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú: Trujillo.

Sarmiento, J., & Arias, T. (2015). *Análisis y diseño vial de la Avenida Martir Olaya, distrito de Lurin, departamento de Lima* (Tesis de Pregrado). Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Sierra Diaz, C. C., & Rivas Quintero, A. F. (2016). *Aplicacion y comparacion de las diferentes metodologias de diagnóstico para la conservacion y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la via al llano (DG 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa* (Tesis de Pregrado). Bogotá, Colombia: Universidad Catolica de Colombia.

Valdes, Perez, & Calabi. (2012). La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. *Revista Científico Tecnológica Departamento Ingeniería de Obras Civiles RIOC.* Recuperado de <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/rioc/article/view/1964/1754>

Valdéz, G., Pérez, F., & Calabi, A. (2012). La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. *Revista Ingeniería de Obras Civiles, 1, 27 - 37.*

Valdéz, G., Pérez, F., & Calabi, A. (2013). La fisuración en pavimentos asfálticos y sus mecanismos de deterioro. *Revista Ingeniería de Obras Civiles, 1, 27 - 37.*

Vargas, W., Rincon, M., & Gonzalez, C. (2013). *Ingeniería de Transito - Conceptos Básicos*. Colombia: Editorial Distrital Francisco Jose de Caldas.

Villalba, J. (2015). *Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel afirmado del distrito Sarin – Chungay tramo: Maraycito La Arenilla-Sanchez Carrion – La Libertad* (Tesis pregrado). Perú: Universidad César Vallejo.

VI. ANEXOS

RESUMEN DE CONTEO DE TRÁFICO





Fotografía 01 : Fuente propia



Fotografía 02: Fuente propia

