

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“ESTUDIO DE TRAFICO PARA DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA AVENIDA
HONORIO DELGADO, DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020”**

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

AUTORES:

Roque Sucasaca, Edgar

Roque Sucasaca, Raul

TRUJILLO – PERÚ

2020



HOJA DE FIRMAS

ING. ENRIQUE DURAND BAZÁN

ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | 4 |
| ABSTRACT..... | 5 |
| I. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.1 Realidad Problemática:..... | 6 |
| 1.2 Formulación del Problema..... | 8 |
| 1.3 Justificación: | 8 |
| 1.4 OBJETIVOS | 9 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 9 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 9 |
| 1.5 Formulación de la Hipotesis:..... | 9 |
| 1.6 Antecedentes:..... | 9 |
| 1.7 Bases Teóricas:..... | 12 |
| 1.7.1 Clasificaciones según su Demanda..... | 12 |
| a. Autopista de segunda clase..... | 12 |
| b. Autopista de segunda clase..... | 13 |
| c. Autopista de tercera clase..... | 13 |
| 1.7.2. Clasificación según condiciones orográficas..... | 13 |
| 1.7.3 clasificacion de vias urbanas..... | 13 |
| a. vias Expresas..... | 14 |
| b. Vias Arteriales..... | 14 |
| c. Vias Colectoras..... | 14 |
| 1.7.4 DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS..... | 15 |
| 1.7.5 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS..... | 16 |
| 1.7.6ELEMENTOS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE..... | 16 |
| 1.7.7 PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO..... | 17 |
| 1.7.8 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO..... | 17 |
| 1.7.9 PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO..... | 18 |
| 1.7.10 ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL..... | 19 |
| 1.7.11 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO..... | 21 |
| 1.7.12 ESALs DE DISEÑO | 22 |

| | |
|---|-----------|
| 1.7.13 Daños del pavimento | 26 |
| 1.7.14 Definición de términos básicos..... | 28 |
| II. MATERIALES Y METODOLOGIA..... | 29 |
| 2.1 Material de Estudio..... | 29 |
| 2.1.1 Población | 29 |
| 2.1.2 Muestra..... | 30 |
| 2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos | 30 |
| 2.2.1 Para Recolectar Datos | 31 |
| 2.2.2 Para Procesar Datos | 31 |
| III RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS | 33 |
| 3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal..... | 33 |
| 3.2 Calculo del Índice Medio Diario Anual | 35 |
| IV CONCLUSIÓN..... | 38 |
| V REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 39 |
| VI. ANEXOS | 42 |

RESUMEN

Este es un trabajo de investigación que tiene por objeto elaborar el Estudio de Tráfico para el Diseño de la Estructura del Pavimento de la Avenida Honorio Delgado en el Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo. Esta avenida es un eje vial de importancia que une la avenida Ricardo Palma con la Avenida Villareal. La vía tiene una longitud total en el tramo de aproximadamente 1.1 Km, entre la Avenida Ricardo Palma y la Avenida Villareal y según lo observado los investigadores se presenta un notable deterioro por lo que se requiere evaluar de manera técnica su estado de conservación y decidir su mantenimiento o rehabilitación. El crecimiento económico aunado al crecimiento poblacional, ha originado un crecimiento en el parque automotor de Trujillo, tanto de transporte público, como privado y vehículos pesados, en algunos casos no previsto en los diseños de vías originalmente, lo que viene deteriorando las vías. Adicionalmente debemos recordar que Trujillo el año 2017 vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero que originó precipitaciones y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas de toda la ciudad en general y en particular de este sector de la ciudad que es la Avenida Honorio Delgado en Trujillo.

Las Vías urbanas conforman un sistema conformado por vías expresas, arteriales, colectoras o vías locales. Las vías colectoras son aquellas que permiten la circulación hacia y desde vías arteriales. Las vías urbanas y los pavimentos urbanos forman parte del desarrollo de las ciudades del país y están a cargo de las Municipalidades. El Estudio de tráfico es un paso indispensable previo para poder posteriormente calcular el paquete estructural del pavimento que va satisfacer la demanda específica y decidir la reparación o mantenimiento de una vía. En la presente investigación, el estudio de tráfico se realizó siguiendo la metodología recomendada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, con el conteo del número de vehículos de los diferentes tipos que han sido previamente definidos, y que pasan durante siete días de la semana mínimo en un punto de control.

Con los datos obtenidos de conteo de tráfico, se determinó el Índice Medio Diario Anual de Vehículos actual y posteriormente el proyectado a 10 años, requerido para el diseño estructural del pavimento. Como resultado se determinó que la Avenida Honorio Delgado actualmente soporta 19,806 vehículos por día y se prevé al 2029 alcance 25,249 vehículos por día.

ABSTRACT

This is a research that aims to prepare the Traffic Study for the Design of the Pavement Structure of Avenue Honorio Delgado in the District of Trujillo, Province of Trujillo. This avenue is a major road axis that joins Ricardo Palma avenue with Villareal avenue. The road has a total length in the section of approximately 1.1 km, between Ricardo Palma Avenue and Villareal Avenue and, according to what the researchers observed, there is a notable deterioration so it is necessary to technically evaluate its state of conservation and decide its maintenance or rehabilitation. Economic growth coupled with population growth has led to growth in the Trujillo fleet, both for public and private transport and heavy vehicles, in some cases not originally foreseen in the track designs, which has deteriorated the tracks. Additionally, we must remember that in 2017 Trujillo experienced a weather phenomenon known as Niño Costero that caused rainfall and water runoff that affected urban roads throughout the city in general and in particular in this sector of the city, which is Avenue Honorio Delgado in Trujillo.

Urban roads make up a system made up of express, arterial, collector or local roads. The collecting ducts are those that allow circulation to and from arterial routes. Urban roads and urban pavements are part of the development of the country's cities and are in charge of the Municipalities. The Traffic Study is an indispensable previous step to later calculate the structural package of the pavement that will satisfy the specific demand and decide on the repair or maintenance of a road. In this research, the traffic study was carried out following the methodology recommended by the Ministry of Transport and Communications MTC, with the count of the number of vehicles of the different types that have been previously defined, and that pass at a control point during minimum seven days a week.

The traffic count data will allow to determine the current Annual Daily Average Index of Vehicles and later the projected to 10 years, required for the structural design of the pavement. As a result, it was determined that Honorio Delgado Avenue currently supports 19,806 vehicles per day and is expected to reach 2029 by 25,249 vehicles per day.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática:

En los países de Latinoamericanos en general, como por ejemplo Colombia, al 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, a pesar que las vías y carreteras son reconocidas como 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 (Sierra Diaz & Rivas Quintero, 2016)

Según INEI (2019) en los resultados de la revisión de las estimaciones y proyecciones de población 2019, indica que la población del Perú el año 2019 alcanzó los 32 millones 131 mil habitantes, y nuestra población aún continuará creciendo año a año. Así en el año 2021, año del Bicentenario de la Independencia, nuestro país tendrá una población de 33 millones 35 mil habitantes, y se prevé que en el 2030 la población bordeará los 35 millones 792 mil personas. Toda esta población necesitará cada vez más nuevos servicios, y requiere transportarse en un número cada vez más creciente de vehículos para realizar actividades económicas o de recreación. Este dato es más crítico si consideramos que a mediados del Siglo XXI la población total estimada del Perú es de 39 millones 363 mil habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2019)

En el Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones –MTC (2013) menciona que, el estado invierte millones de soles para proyectos de construcción, mantenimiento y rehabilitación de vías a nivel nacional; pero las acciones de mantenimiento y rehabilitación se dan a destiempo, incrementando así los costos de intervención poniendo en riesgo la comodidad y seguridad de los usuarios de las vías, por tal motivo se le da la importancia de verificar periódicamente el estado de conservación. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2013)

Según Valdéz, Pérez, & Calabi (2012), el desarrollo económico de cada país está rigurosamente unido con en el desarrollo de sus sistemas de transporte e infraestructura, por ejemplo, las industrias pueden abastecerse de inmediato con los insumos requeridos para producir sus productos y estos al estar terminados acceden de inmediato al mercado logrando un crecimiento económico estable. En este estudio se determina la influencia y los mecanismos de deterioros más incidentes que dañan las carreteras, por ejemplo, la figuración de capas asfálticas. El crecimiento económico de un país se ve facilitado por un sistema de transporte eficiente, por lo que es una necesidad tener infraestructuras de carreteras que no presenten deterioros o estos sean mínimos. Un avance en este estudio fue cuando 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 el Perú, según diversos datos y autores el crecimiento de la red vial y el mejoramiento del estado de conservación de las carreteras ha sido uno de los factores que ha permitido el crecimiento económico de las diferentes regiones dedicadas a actividades agrícolas o por crecimiento del comercio. Así también, según han podido observar los investigadores el crecimiento en el parque automotor de Trujillo es notable, debido al crecimiento poblacional, aunado al crecimiento económico, originando en algunos casos deterioro de las vías, cuando estos nuevos flujos no están previstos y no se da el mantenimiento adecuado a las vías.

El pavimento en estudio es un tramo que tienen un total de 1.1 Km aproximadamente, entre la Avenida Ricardo Palma y la Avenida Villareal y se ha observado por los investigadores que se presenta un notable deterioro superficial e incluso baches profundos en algunos sectores, afectado el tránsito respecto a la velocidad de desplazamiento y el deterioro de los vehículos. En este contexto, debemos recordar que Trujillo y toda la Región Norte del Perú el año 2017 vivió un fenómeno climatológico extraordinario de precipitaciones y escurrimientos de agua conocido como Niño Costero, el cual originó daños en las vías urbanas en general y en particular la Avenida Honorio Delgado, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo. Dicha avenida es de suma importancia ya une la avenida Ricardo Palma con la Avenida Villareal.

Esta investigación permitirá en primer lugar clasificar y cuantificar el volumen de tráfico

que circula por esta importante vía de Trujillo, lo que posteriormente servirá para en una siguiente investigación elaborar el estudio el mejoramiento y rehabilitación de esta Avenida Honorio Delgado, que se caracteriza por ser una zona muy transitada de Trujillo.

La presente investigación beneficiará a la población de Trujillo, y los habitantes del sector en particular.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el Estudio del Tráfico para el diseño del pavimento de la avenida Honorio Delgado, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo, la Libertad?

1.3 Justificación:

La presente investigación se justifica por su aporte metodológico, ya que servirá de guía para hacer estudios del tráfico en otras zonas de la región y del país. Como mencionamos en la realidad problemática de esta investigación entre otras dificultades el mantenimiento de las vías es actualmente un gran problema en muchos lugares y para evaluar el adecuado mantenimiento el estudio del tráfico es indispensable.

Del mismo modo, la presente investigación se justifica por su relevancia social, ya que será de contribución para solucionar la necesidad que tienen la ciudad de Trujillo de contar con un plan de mantenimiento de vías y de los habitantes de la ciudad de Trujillo de contar unas vías en buen estado, lo que se lograra cuando se realice el mejoramiento y rehabilitación de dicho camino, superando las malas condiciones que se encuentra actualmente como ya mencionamos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Determinar el tráfico actual y proyectado en avenida Honorio Delgado, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Identificar los diferentes tipos de vehículos que circulan por el pavimento urbano en estudio.
- b. Realizar el Conteo vehicular respectivo en el pavimento en estudio.
- c. Estimar a partir de los datos del conteo el Índice Medio Diario Semanal y Anual.
- d. Calcular el tráfico proyectado a 10 años para el posterior diseño del pavimento flexible en la vía urbana en estudio.

1.5 Formulación de la Hipótesis:

Por la avenida Honorio Delgado del 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 seguir presentamos algunas investigaciones previas que nos han servido para describir las bases teóricas para el estudio de tráfico, el diseño de la carretera y/o para definir los procedimientos de recolección y análisis de datos.

Gonzales García & Gonzales Blas (2014) , en su tesis de pregrado “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA JULCAN – CARABAMBA(A NIVEL AFIRMADO) EN EL DISTRITO DE CARABAMBA PROVINCIA DE JULCAN – 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 las 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.

En su Tesis de pregrado, Yesquen (2016) titulada Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño PCI en el entorno del distrito de Surquillo-Lima; tuvo como objetivo determinar la condición del pavimento, a través del estudio visual usando el índice de condición de pavimento (PCI), En su desarrollo aplicando la metodología del índice de desempeño PCI (Índice de Condición de Pavimento), en el distrito de Surquillo-Lima, se ha evaluado el estado del pavimento con un estudio, recolección y evaluación de datos, posteriormente clasificarlo y obteniendo una base racional para darle un oportuno y adecuado mantenimiento. Como resultados se obtuvo en el análisis del PCI: Sector A contiene un pavimento Bueno 64%, Regular 25%, Muy pobre 11%, Sector B contiene un pavimento Bueno 20%, Regular 80%, Sector C contiene un pavimento Bueno 67%, Regular 33%, Sector D contiene un pavimento Bueno 25%, Regular 39%, pobre 36%, Sector E contiene un pavimento Bueno 38%, Regular 62%. Como conclusión se obtuvo que los resultados en este proyecto del estado de conservación del pavimento flexible serán favorables para la creación de nuevas alternativas de solución para el mantenimiento de la vía a bajos costos, dándole una mayor vida útil al pavimento, brindando mantenimiento adecuado y corrigiendo a tiempo el mal uso de la vía. Dicho trabajo nos aportara para el desarrollo de la metodología de recolección de información y para el análisis de resultados. (Yesquen, 2016)

En la tesis de pregrado, ESTUDIO DE TRÁFICO PARA SU MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA YURA – PEAJE PATAHUASI, PARTE DE LA RUTA NACIONAL PE – 34A, AREQUIPA (ALBITRES, 2019), cuyos objetivos específicos son: Determinar los resultados del conteo vehiculares, analizar los resultados de la encuesta origen, evaluar los resultados del estudio de proyecciones del tráfico, evaluar los resultados del censo de carga, factores destructivos y de los ejes equivalentes y determinar los resultados de la velocidad para su mejoramiento de la carretera. Se realizó una investigación descriptiva

aplicada, diseño no experimental tipo longitudinal y enfoque cuantitativo logrando los objetivos. Lo que nos servirá de guía para la 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)

Antes, 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

Finalmente, la Tesis de Maestría denominada EVALUACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO CON EL TIPO DE TRÁFICO VEHICULAR EN EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA-2017 se ha evaluado la tasa de crecimiento con el tipo de tráfico vehicular en el cálculo de ejes equivalentes para el diseño

de pavimentos en la ciudad de Juliaca. El propósito ha sido realizar una evaluación y comparación de tasas de crecimiento para su aplicación en diseño de pavimentos para el cálculo de ejes equivalentes relacionándolo en función del tipo de tráfico vehicular mas no a nivel socioeconómico; para el efecto se aplicó el tipo de estudio descriptivo - relacional – aplicativo. Al relacionar las

tasas de crecimiento con el tipo de tráfico vehicular con parámetros determinados en función del nivel de servicio que ofrece u ofrecerá la vía, concluyendo que; la tasa de crecimiento en función del tipo de tráfico vehicular, es el indicador más recomendable porque el ingeniero responsable del proyecto podrá evaluar de manera cualitativa el crecimiento vehicular a futuro basándose en datos y elementos reales, mas no solo estadísticos. Datos que nos sirven para nuestra discusión de resultados. (PARILLO, 2018)

1.7 Bases Teóricas:

1.7.1 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) que 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).

1.7.2 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)

1.7.3 Clasificación de VÍAS URBANAS

Las vías urbanas son el 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. En Trujillo se considera vía expresa la vía de evitamiento que une la vía panamericana de norte a sur.

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. Es deseable que en estas vías el transporte público de pasajeros se haga mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

c. Vías Colectoras

Son aquellas vías 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 vías 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).

1.7.4 DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS.

Juárez Y Rodríguez (2005) define pavimentos como "capa o conjunto de capas comprendida (s) entre la subrasante 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 subrasante, 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.

1.7.5 CLASIFICACION 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 subrasante, 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.

1.7.6 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)

El pavimento flexible 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). 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. Esta se encargara de transmitir de forma uniforme las cargas recibidas de la base así mismo estas serán transmitidas a la subrasante.

- 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 subrasante 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.

1.7.7 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 transito
- La velocidad de diseño en relación al costo del camino
- La sección transversal del diseño
- El tipo de superficie de rodadura

1.7.8 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 continúa 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)

1.7.9 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.

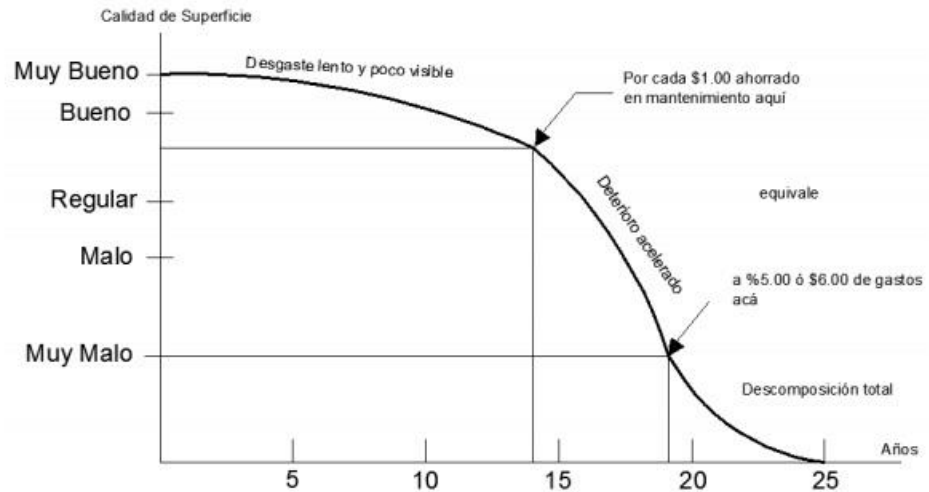


Figura 1. Ciclo de vida de los pavimentos

Fuente: Naciones Unidas.1994

- **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 REYES & Cárdenas Grisales, 2006)

1.7.10 Índice Medio Diario Anual

Es un indicador que representa 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, aplicando unos factores de corrección estacional por la fecha en que se lleva a cabo el conteo.

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 RONDON, & MONTOYA SALAS, , 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.

Cada uno de los tipos de vehículos contados, sirve de base para calcular el tráfico proyectado a un determinado periodo. Usualmente 5 o 10 años para vías urbanas.

Para proyectar el tráfico se utilizaría 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 vía al encontrarse en buen estado

Factores de Corrección (FCm)

El factor de corrección estacional es calculado a partir de mediciones en las estaciones de Peaje por el MTC. Se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de Peaje, con la finalidad que en otros estudios se pueda hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales (a lo largo de año) debido a diversos factores como: cambio en las necesidades recreacionales, condiciones climatológicas, las vacaciones escolares, las épocas de cosechas, las festividades, etc; que se producen durante el año.

$$FCm = \frac{IMDa \text{ Unidad Peaje}}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad de peaje}}$$

Dónde:

IMDa = Índice Medio Diario Anual clasificado de la U. Peaje

IMD_{mes del Estudio} = Índice Medio Diario, del mes en U. Peaje

1.7.11 EJES EQUIVALENTES

Con la Medición de pesos por ejes según tipo de vehículo del censo realizado en campo se obtiene resultados de los pesos por ejes y presión de inflado de los neumáticos, que

permiten calcular los factores destructivos por cada tipo de vehículo como camiones de 2 ejes y, 3 ejes, y ómnibus y articulados. Teniendo presente la composición de los ejes en cada uno de ellos (Ejes simples, dobles o tándem, triples o tridem) y la composición vehicular que transitan en la carretera en estudio. Esta muestra de vehículo es representativa de la clasificación vehicular utilizado en los conteos y que serán asignados a la vía en estudio para estimar el número de ejes equivalentes, la muestra obtenida de 20.0% es aceptable en comparación a la cantidad de vehículos de carga. Con la medición de cada eje (dato obtenido del censo de carga) y la presión de inflado del neumático (dato acopiado en campo durante el censo) se obtiene el factor destructivo por tipo de vehículo. En relación con la estimación o cálculo del factor de eje equivalente de carga (EE) se presentan dos tipos de resultados:

- (a.) EE con control, es el obtenido en campo durante la actividad del censo de carga y tiene la información de pesos e inflados de los neumáticos según el acopio de los datos del campo; y
- (b.) EE de norma, el segundo es un dato de la norma establecida en el reglamento de vehículos de las Normas de peso y dimensiones para circulación en las carreteras de la Red Vial Nacional, según R.M. N° 375-1998-MTC/15.02.

Para el cálculo de los ejes equivalentes acumulados, en los casos que no se tenga información sobre el EE con control del tipo de vehículo se va a emplear el EE de la norma, esto se debe a que durante la actividad del censo de carga no fue posible levantar el dato respectivo del vehículo en mención, pero si transita por la carretera **(ALBITRES, 2019)**

1.7.12 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.

El método AASHTO 93, es el método mas recomendado en el Perú para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles. Tiene como objetivo analizar la resistencia de la sub rasantes para llegar a los cálculos las cargas vehiculares y determinar los espesores de capas que resistirán dichas cargas vehiculares.

Los ESALs de diseño representan las cargas vehiculares que deberán resistir las diferentes capas de pavimentos en un periodo de tiempo, con un determinado mantenimiento. Se calcula con la siguiente formula

Se calcula para el carril de diseño utilizando la siguiente ecuación:

$$ESALs' = \left(\sum_{i=1}^m p_i \cdot F_i \cdot P \right) \cdot (TPD) \cdot (FC) \cdot F_d \cdot F_c \cdot 365$$

Donde:

- pi: Porcentaje del total de repeticiones para el i-ésimo grupo de vehículos o cargas.
- Fi: Factor de equivalencia de carga por eje, del i-ésimo grupo de eje de carga(Tablas).
- P: Promedio de ejes por camión pesado.
- TPD o IMDA : Indicen Medio Diario Anual o Tránsito promedio diario.
- FC: Factor de crecimiento para un período de diseño en años.
- Fd: Factor direccional.
- Fc: Factor de distribución por carril.





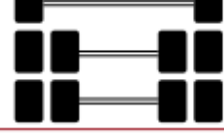

Tabla 1

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

| 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.

Tabla 2. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes
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

Tabla 3

Relación de cargas por rje 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}) | $EE_{S1} = [P/6.6]^{4.0}$ |
| 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.

Tabla 4.

***Relación de Cargas por Eje para determinar
Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos***

| Tipo de Eje | Eje Equivalente (EE _{8.2tn}) |
|---|---|
| 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.

Tabla 5.

Relación de ejes por tipos de vehículos

| 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.

Proyecciones de Tráfico

El tránsito “normal” corresponde al volumen vehicular que circula por la carretera en estudio, y que ha sido medido mediante conteos vehiculares efectuados. El tránsito normal tiene su proyección en la situación “sin” y “con” proyecto. En cambio, el tránsito “generado”, es aquel que aparece como efecto directo de la intervención vial. **(ALBITRES, 2019)**

- Tráfico Normal La tasa de crecimiento del tráfico por tipo de vehículo, constituyen el promedio geométrico de las tasas de generación de viajes entre pares de zonas de las regiones que demandan, dato mostrado en la cuadro N° 27. La proyección de tráfico normal representa el crecimiento del flujo de vehículos en el horizonte del proyecto.
- Tráfico Generado En cuanto al tráfico generado se ha sumido un incremento del 0%, es decir el tráfico está consolidado en este tramo de la carretera que no se verá afectado por las mejoras en la infraestructura vial **(ALBITRES, 2019)**

Tipo de Tráfico

A partir de la 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.

1.7.13 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 súbbase 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 subrasante

1.7.14 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 (Garcia, 2012).
- **Estudio de Tráfico**
Consiste en la determinación demandada de tráfico, es decir conocer los volúmenes de tráfico actual 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).

1.8 Definición de Variables:

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.

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 calculo 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 estudio será todos los vehículos que circulan por la vía Avenida Honorio Delgado entre las Avenidas América y la Avenida Villareal.



Figura 2. Av. Honorio Delgado, entre Av. Ricardo Palma, y Av.Villareal

2.1.2 Muestra

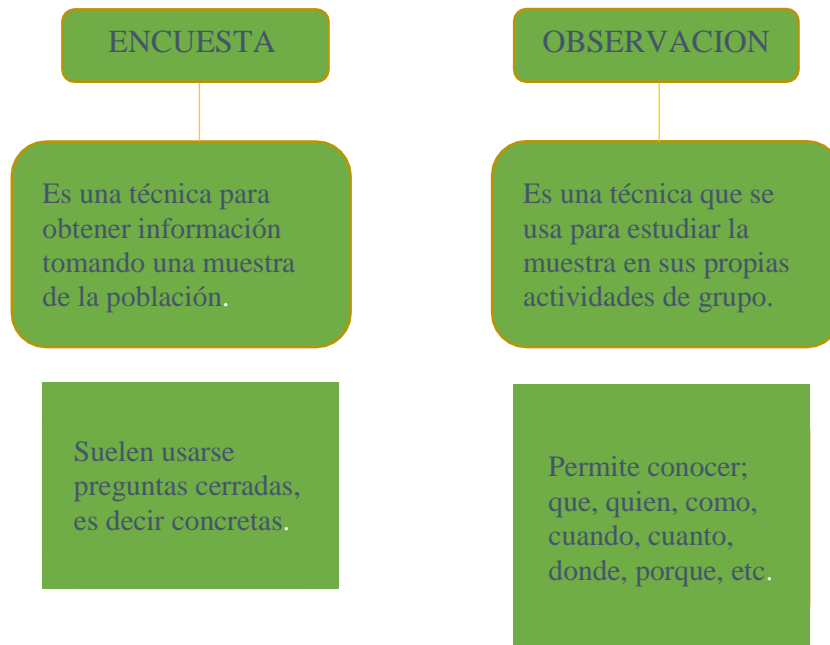
Se utilizará datos observados obtenidos directamente de la Avenida en estudio en un punto de control muestreado de manera no probabilístico por conveniencia durante siete días continuos.

2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos

Se utilizará fuentes de información primaria, obtenida directamente de la via 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 a estudiar y luego la observación utilizando como instrumento la Ficha de conteo vehicular para recolectar los datos de vehículos que pasan durante las 24 horas de cada día de una semana continua.





















El punto de conteo vehicular será la intersección de la avenida Villareal con la Avenida Honorio Delgado. Ver a continuación ejemplo de ficha de conteo vehicular.

2.2.2 Para Procesar Datos

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

Figura 3. Guía de Observación Conteo Vehicular

| FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| FORMATO Nº 1.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACION CODIGO DE LA ESTACION DIA Y FECHA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRAMO DE LA CARRETERA SENTIDO UBICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E ← → S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORA | SENTIDO | AUTO | STATION WAGON | CAMIONETAS | | | MIGRO | BUS | | CAMION | | | SEMI TRAYLER | | | TRAYLER | | | | | |
| | | | | PICK UP | PANEL | RURAL Combi | | 2 E | >=3 E | 2 E | 3 E | 4 E | 2S/2S2 | 2S3 | 3S/3S2 | >=3S3 | 2T3 | 3T2 | >=3T3 | | |
| DIAGRA. VEH. | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | |
| 00 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



III. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

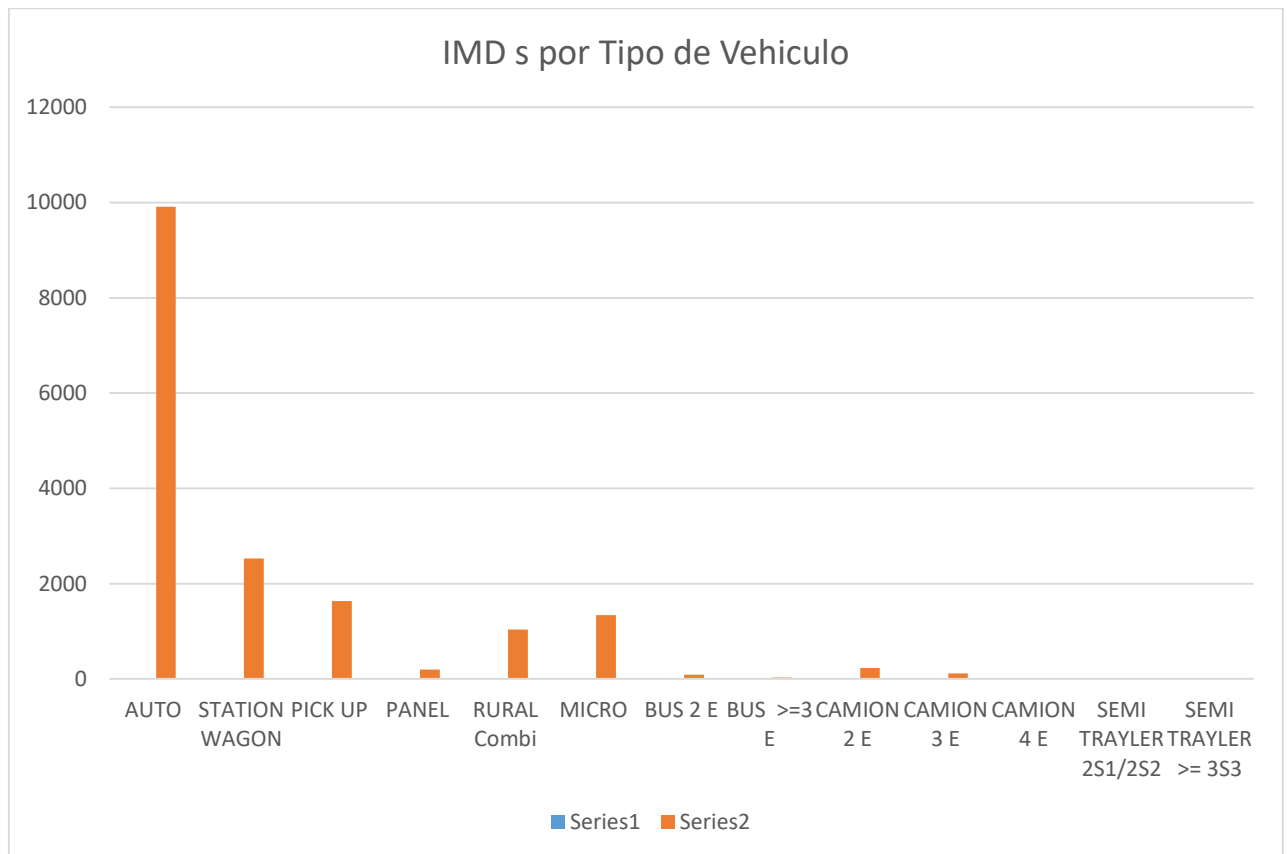
3.1 Resultados de Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal

Se realizó el conteo vehicular durante tres días continuos todas las 24 horas, obteniendo la observación directamente del pavimento urbano en estudio. Los resultados obtenidos por tupo de Vehículos promedio fueron los siguientes:

Tabla 6. Número de vehículos contados por Tipo

| 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 2S1/2 | SEMI TRAYLER >= 3S3 | 3T2 |
|----------|---------------|----------|--------|-------------|----------|---------|-----------|------------|------------|------------|------------------|---------------------|------|
| 9,912.00 | 2,526.00 | 1,636.00 | 200.00 | 1,034.00 | 1,342.00 | 87.00 | 31.00 | 231.00 | 119.00 | 15.00 | 14.00 | 2.00 | 1.00 |
| 58% | 15% | 10% | 1% | 6% | 8% | 1% | 0% | 1% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| TOTAL | 17,150.00 | | | | | | | | | | | | |

Figura 4.



Se ha encontrado que los vehículos que más circulan son en un 93% son

vehículos menores entre ellos encontramos que los autos y las station wagon son los de mayor cantidad.

Respecto al análisis de los resultados del conteo promedio semanal, hemos encontrado que para el trafico horario la hora pico se produce entre las 7 y 8 de la noche con 1193 vehiculos.

Tabla 7. Cantidad de Vehículos por hora

| HORA | No. Vehiculos |
|--------------|---------------|
| 6 a 7 | 1103 |
| 7 a 8 | 1147 |
| 8 a 9 | 1107 |
| 9 a 10 | 960 |
| 10 a 11 | 1024 |
| 11 a 12 | 1043 |
| 12 a 13 | 1029 |
| 13 a 14 | 899 |
| 14 a 15 | 905 |
| 15 a 16 | 875 |
| 16 a 17 | 803 |
| 17 a 18 | 896 |
| 18 a 19 | 1139 |
| 19 a 20 | 1193 |
| 20 a 21 | 862 |
| 21 a 22 | 581 |
| 22 a 23 | 270 |
| 23 a 24 | 162 |
| 1 a 2 | 97 |
| 2 a 3 | 163 |
| 3 a 4 | 156 |
| 4 a 5 | 179 |
| 5 a 6 | 557 |
| Total | 17150 |

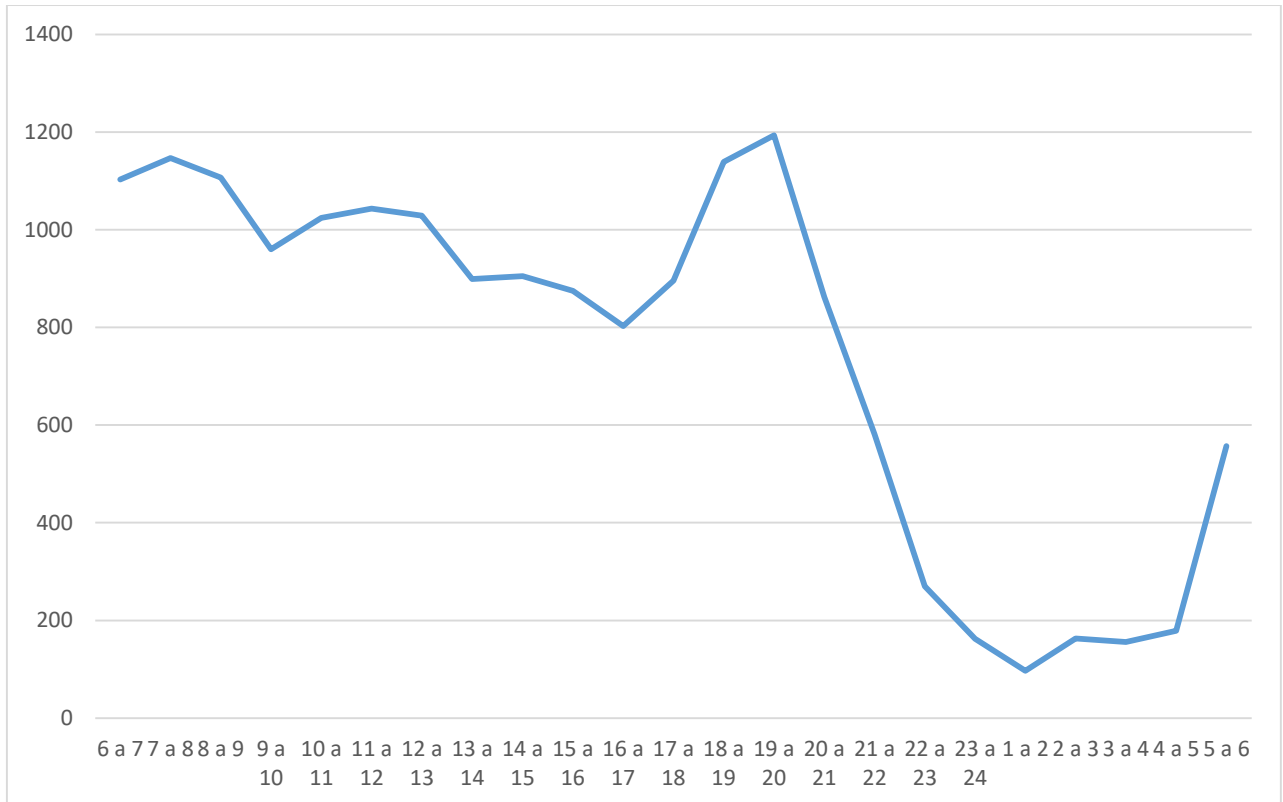


Figura 4. Variación Horaria

3.2 Resultados del Cálculo del Índice Medio Diario Anual

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 del pavimento de la avenida en estudio

Para el cálculo del IMDA se utilizó un Factor de Corrección estacional equivalente a 0.9317 vehículos ligeros, y 1.0902 para vehículos pesados, obtenidos de los Datos del Ministerio de Transportes para la Estación de peaje más cercano de MENOCUCHO.

| Nº | Peaje | Enero | Total | Código | Peaje | Enero | Total |
|----|-----------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------|
| | | Ligeros | Ligeros | | | Pesados | Pesados |
| | | FC | FC | | | FC | FC |
| 38 | MENOCUCHO | 0.9317 | 1.0000 | 38 | MENOCUCHO | 1.0902 | 1.0000 |

En las tablas a continuación se presenta el cálculo del tráfico esperado a 10 años y el Índice Medio Diario Anual. , que es el que se utiliza para posteriormente calcular el número de ejes equivalentes necesario para el diseño del pavimento.

Tabla 8. Trafico Esperado a 10 años

| | | F.C. | Tasa de Crecimiento | Trafico Proyectado | Trafico Generado | Trafico Esperado |
|----------------------|----------|--------|---------------------|--------------------|------------------|------------------|
| AUTO | 9,912.0 | 0.9317 | 1.30% | 10,373.0 | 1,487.0 | 11,860.0 |
| STATION WAGON | 2,526.0 | 0.9317 | 1.30% | 2,644.0 | 379.0 | 3,023.0 |
| PICK UP | 1,636.0 | 0.9317 | 1.30% | 1,712.0 | 245.0 | 1,957.0 |
| PANEL | 200.0 | 0.9317 | 1.30% | 209.0 | 30.0 | 239.0 |
| RURALCombi | 1,034.0 | 0.9317 | 1.30% | 1,082.0 | 155.0 | 1,237.0 |
| MICRO | 1,342.0 | 0.9317 | 1.30% | 1,404.0 | 201.0 | 1,605.0 |
| BUS 2 E | 87.0 | 1.0920 | 1.70% | 111.0 | 13.0 | 124.0 |
| BUS >=3 E | 31.0 | 1.0920 | 1.70% | 39.0 | 5.0 | 44.0 |
| CAMION 2 E | 231.0 | 1.0920 | 1.70% | 294.0 | 35.0 | 329.0 |
| CAMION 3 E | 119.0 | 1.0920 | 1.70% | 151.0 | 18.0 | 169.0 |
| CAMION 4 E | 15.0 | 1.0920 | 1.70% | 19.0 | 2.0 | 21.0 |
| SEMI TRAYLER 2S1/2S2 | 14.0 | 1.0920 | 1.70% | 18.0 | 2.0 | 20.0 |
| SEMI TRAYLER 2S3 | 2.0 | 1.0920 | 1.70% | 3.0 | - | 3.0 |
| SEMI TRAYLER 3S1/3S2 | 1.0 | 1.0920 | 1.70% | 1.0 | - | 1.0 |
| SEMI TRAYLER >= 3S3 | | 1.0920 | 1.70% | - | - | - |
| TOTAL | 17,150.0 | | | 18,060.0 | 2,572.0 | 20,632.0 |

Tabla 9. Cálculo del IMDA

| | IMDs | F.C. | IMDA |
|----------------------|----------|--------|----------|
| AUTO | 9,912.0 | 0.9317 | 9,235.0 |
| STATION WAGON | 2,526.0 | 0.9317 | 2,353.0 |
| PICK UP | 1,636.0 | 0.9317 | 1,524.0 |
| PANEL | 200.0 | 0.9317 | 186.0 |
| RURALCombi | 1,034.0 | 0.9317 | 963.0 |
| MICRO | 1,342.0 | 0.9317 | 1,250.0 |
| BUS 2 E | 87.0 | 1.0920 | 95.0 |
| BUS >=3 E | 31.0 | 1.0920 | 34.0 |
| CAMION 2 E | 231.0 | 1.0920 | 252.0 |
| CAMION 3 E | 119.0 | 1.0920 | 130.0 |
| CAMION 4 E | 15.0 | 1.0920 | 16.0 |
| SEMI TRAYLER 2S1/2S2 | 14.0 | 1.0920 | 15.0 |
| SEMI TRAYLER 2S3 | 2.0 | 1.0920 | 2.0 |
| SEMI TRAYLER 3S1/3S2 | 1.0 | 1.0920 | 1.0 |
| SEMI TRAYLER >= 3S3 | | 1.0920 | - |
| TOTAL | 17,150.0 | | 16,056.0 |

IV. CONCLUSIÓN

- Se determinó que el tráfico actual para el diseño del pavimento flexible en avenida Honorio Delgado, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad equivalente a un IMDA de 20,6320 vehículos diarios.
- Se identificó los diversos tipos de vehículos que circulan por la via en estudio, siendo los autos, pickup y los stationwagon los vehiculos que representan el 83% del volumen total, y las combis y buses representan el 14%.
- Se logró realizar el conteo vehicular se calcular el Índice Medio Diario Semanal igual a 17,150 vehículos.
- La estimación del tráfico proyectado a 10 años para el diseño del pavimento flexible en avenida en estudio, será de una IMDA de 16,056 vehículos.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALBITRES, J. (2019). Tesis para optar Título Ingeniero Civil. *ESTUDIO DE TRÁFICO PARA SU MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA YURA – PEAJE PATAHUASI, PARTE DE LA RUTA NACIONAL PE – 34A, AREQUIPA*. Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN.
- CAL Y MAYOR REYES, R., & Cárdenas Grisales, 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 Bogota D.C*, 21.
- Chavira, A. (24 de marzo de 2017). *Medium*. Obtenido 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. *Tesis de titulación*. Perú: 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. Obtenido de <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>
- Gonzáles García, R., & Gonzales Blas, E. (2014). tesis de pregrado. *Diseño para el mejoramiento de la carretera JULCAN - CARABAMBA (a nivel de asfalto) en el distrito de CARABAMBA, provincia Julcán – La Libertad*. Trujillo, Peru : Universidad Cesar 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). Tesis de pregrado. *Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos.* Perú: Universidad Ricardo Palma.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2013). *Manual de Inventarios Viales.* Lima.

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

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

PARILLO, E. (2018). Tesis Maestría. *EVALUACIÓN DE LA TASA DE CRECIMIENTO CON EL TIPO DE TRÁFICO VEHICULAR EN EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA-2017.* Peru: UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ.

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

Sierra Diaz, C. C., & Rivas Quintero, A. F. (2016). *APLICACION Y COMPARACION DE LAS DIFERENTES METODOLOGIAS DE DIAGNOSTICO 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. Bogota, 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.* Obtenido 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.

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

Villalba, J. (2015). Tesis pregrado. *DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL AFIRMADO DEL DISTRITO SARIN – CHUNGAY TRAMO: MARAYCITO LA ARENILLA-SANCHEZ CARRION – LA LIBERTAD*. Peru: Universidad Cesar Vallejo.

Yesquen, G. (2016). Tesis para obtener el grado de ingeniero civil. *Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del Distrito de Surquillo-Lima*. . Piura, Perú: Universidad Nacional De Piura. .

VI. ANEXOS

