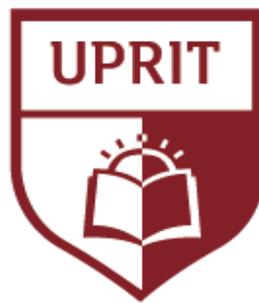


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO DE TRAFICO DE LA AVENIDA 09 DE OCTUBRE,
DISTRITO DE TRUJILLO, REGION LA LIBERTAD, 2020”**

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

AUTORES:

Castillo Zapata, Rey David

Quispe Añacata, Guido Elmer

TRUJILLO – PERÚ

2020



HOJA DE FIRMAS

ING. ENRIQUE DURAND BAZÁN

ING. GUIDO ROBERT MARIN CUBAS

Contenido

RESUMEN	4
ABSTRAC	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 Hipótesis:	9
1.6 Antecedentes:	9
1.7 Bases Teóricas:	12
1.7.1 Índice Medio Diario Anual	12
1.7.1 Clasificaciones según su Demanda	14
1.7.2 Clasificación según condiciones orográficas	15
1.7.3 Clasificación de VÍAS URBANAS	15
1.7.4 DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS.	17
1.7.5 CLASIFICACION DE PAVIMENTOS	18
1.7.6 ELEMENTOS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE	18
1.7.7 Tipos de Vehículos para el diseño	20
1.7.8 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	21
1.7.9 Ciclo de vida de los pavimentos	22
1.7.10 ESALs DE DISEÑO	23
1.7.11 Daños del pavimento	27
1.7.12 Definición de términos básicos.	28
II. MATERIALES Y METODOLOGIA	30
2.1 Material de Estudio	30
2.1.1 Población	30
2.1.2 Muestra	31
2.2 Técnicas, procedimientos e instrumentos	31
2.2.1 Para Recolectar Datos	31
2.2.2 Para Procesar Datos	32



III RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS34
3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal.....34
3.2 Calculo del Índice Medio Diario Anual.....37

		F.C.	Tasa de Crecimiento	Trafico Proyectado	Trafico Generado	Trafico Esperado
AUTO	10,706.0	0.9317	1.30%	11,204.0	1,606.0	12,810.0
STATION WAGON	2,501.0	0.9317	1.30%	2,617.0	375.0	2,992.0
PICK UP	2,394.0	0.9317	1.30%	2,505.0	359.0	2,864.0
PANEL	199.0	0.9317	1.30%	208.0	30.0	238.0
RURALCombi	1,150.0	0.9317	1.30%	1,204.0	173.0	1,377.0
MICRO	1,311.0	0.9317	1.30%	1,372.0	197.0	1,569.0
BUS 2 E	95.0	1.0920	1.70%	121.0	14.0	135.0
BUS >=3 E	33.0	1.0920	1.70%	42.0	5.0	47.0
CAMION 2 E	324.0	1.0920	1.70%	412.0	49.0	461.0
CAMION 3 E	142.0	1.0920	1.70%	180.0	21.0	201.0
CAMION 4 E	16.0	1.0920	1.70%	20.0	2.0	22.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	10.0	1.0920	1.70%	13.0	2.0	15.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.0920	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	2.0	1.0920	1.70%	3.0	-	3.0
SEMI TRAYLER >= 3S3	1	1.0920	1.70%	3.0	-	3.0
TOTAL	18,884.0			19,904.0	2,833.0	22,737.0

.....39

III CONCLUSIÓN.....40

IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS41

V. ANEXOS44

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar el Estudio de Trafico de la Avenida 09 de Octubre en el Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad. Esta avenida es un eje colector de importancia que une la avenida América Oeste con la Avenida Túpac Amaru. La vía tiene un longitud total en el tramo de 0.9 Kms, entre la Avenida América y la Avenida Túpac Amaru 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. Es más, Trujillo el año 2017 vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero que originó precipitaciones y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular de este sector de la ciudad que es la Avenida 09 de Octubre en Trujillo.

El Estudio de tráfico es un paso esencial previo indispensable para poder diseñar posteriormente el paquete estructural del pavimento para satisfacer la demanda específica y decidir la reparación o mantenimiento de una vía. Las redes viales urbanas conforman un sistema conformado por vías expresas, arteriales, colectoras o vías locales. Las vías colectoras son aquéllas que permiten la circulación hacia y desde vías arteriales. Las vías urbanas forman parte del desarrollo de las ciudades del país y están a cargo de las Municipalidades. Para 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 diferentes tipos previamente definidos, que pasan en un punto de control durante siete días de la semana como mínimo,

Los datos de contero de tráfico, permitieron determinar 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 09 de Octubre actualmente soporta 19,8xxx06 vehículos por día y se prevé al 2029 alcance xxxx25,249

vehículos por día.

ABSTRAC

This research aims to develop the Traffic Study of Avenue 09 Octubre in the Trujillo District, Trujillo Province, La Libertad Region. This avenue is a major collecting axis that joins América América Avenue with Túpac Amaru Avenue. The road has a total length in the section of 0.9 Kms, between Avenida América and Avenida Túpac Amaru and according to what the researchers observed, a notable error occurs, which requires a technical evaluation of its state of conservation and decide to maintain it. or rehabilitation. Economic growth coupled with population growth has led to growth in the Trujillo fleet of vehicles, both public and private transport and heavy vehicles, in some cases not originally foreseen in the track designs, which has deteriorated the tracks. Furthermore, in 2017 Trujillo experienced a weather phenomenon known as Niño Costero that caused rainfall and water runoff that affect urban roads in general and in particular in this sector of the city that is Avenue 09 Octubre in Trujillo.

The Traffic Study is an essential previous step to be able to subsequently design the structural package of the pavement to satisfy the specific demand and decide on the repair or maintenance of a road. Urban road networks 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 are part of the development of the country's cities and are in charge of the municipalities. For 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 different types previously defined, which pass at a control point seven days a week as minimum.

The traffic count data was determined the current annual average daily vehicle index and then the projected 10-year average required for the structural design of the pavement. As a result, it was determined that Avenida 9 de Octubre currently supports 19.8xxx06 vehicles per day and vehicles by 2029 reach xxxx25,249 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)

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 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. Esta población necesitará más y nuevos servicios; por lo que 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)

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. Además, no debemos olvidar que el tráfico vehicular es considerando como uno de los mayores problemas actuales en la ciudad de Trujillo, el crecimiento del parque automotor, que conlleva al congestionamiento vehicular y al bajo nivel de servicio en que operan las vías de la zona urbana. (Pereda & Montoya, 2018)

Por otro lado, en Trujillo y en toda la Región Norte del Perú el año 2017 se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones extraordinarias y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida 09 de Octubre, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo. Dicha avenida es de suma importancia ya une la avenida América Oeste con la Avenida Cahuide. La vía tiene es estudio es un tramo total de aproximadamente 0.9 Kms, entre la Avenida América y la Avenida Túpac Amaru y hemos observado que se presenta un considerable deterioro superficial e incluso profundos baches en algunos sectores, afectado el tránsito respecto a la velocidad de desplazamiento y el deterioro de los vehículos.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “el crecimiento económico conlleva a un

crecimiento en la adquisición de vehículos en la región La Libertad, convirtiéndose así en la segunda región con el mayor parque automotor. Es así que la región cerro el año 2016 con más de 360 000 vehículos y con un pronóstico de crecimiento anual del 6%, equivalente a 16 000 unidades” (Pereda & Montoya, 2018). La presente investigación permitirá en una primera instancia clasificar y cuantificar el volumen de tráfico que circula por esta importante vía de Trujillo, lo que posteriormente servirá para en una otra investigación posterior elaborar el estudio el mejoramiento y rehabilitación de esta Avenida 09 de Octubre, que se caracteriza por ser una zona muy transitada de Trujillo.

La presente investigación beneficiara a la población de Trujillo, y los habitantes de los pueblos de este sector del Distrito de Trujillo y de Distritos colindantes que transitan por allí.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el Estudio del Tráfico en la avenida 09 de Octubre, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo, La libertad ?

1.3 Justificación:

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 vías adecuadas y un plan de mantenimiento de vías, 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.

Como mencionamos en la realidad problemática de esta investigación 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 aporte metodológico, ya que servirá de guía para hacer estudios

del tráfico en otras zonas de Trujillo y del país.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Determinar el tráfico actual y el tráfico proyectado en avenida 09 de Octubre, Distrito y Provincia de Trujillo, Región La libertad.

1.4.2 Objetivos específicos

- a. Identificar todos los tipos de vehículos que circulan por la avenida en estudio.
- b. Ejecutar el Conteo vehicular con los formatos respectivos en la avenida en estudio.
- c. Calcular a partir de los datos obtenidos del conteo el Índice Medio Diario Semanal y Anual.
- d. Estimar el tráfico proyectado a 10 años para el posterior diseño del pavimento flexible en la avenida en estudio.

1.5. Formulación de la Hipótesis:

Por la avenida 09 de Octubre del Distrito y Provincia de Trujillo, La libertad circulan mayormente vehículos ligeros, siendo su tránsito medio de aproximadamente 5,000 vehículos por día.

1.6 Antecedentes:

SARMIENTO y ARIAS (2015), en tesis 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 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 módulos resilientes, espectro de carga para diferentes vías, mediciones de coeficientes de expansión térmica; asimismo, se necesita implementar modelos de deterioro de pavimentos para poder predecir fallas como fatiga, deformación, ahuellamientos y deformación térmica. (Sarmiento & Arias, 2015). Esta investigación, nos servirá para desarrollar el procedimiento de procesamiento de datos y ampliar marco teórico.

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 con las condiciones de inseguridad necesaria para productos y pobladores 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 la Tesis: “ESTUDIO Y OPTIMIZACION DE LA RED VIAL AVENIDA AMERICA SUR, TRAMO PROLONGACION CESAR VALLEJO – AVENIDA RICARDO PALMA, TRUJILLO

que tuvo como objetivo identificar los problemas concernientes al tráfico vehicular en las avenidas en estudio. Dicho estudio de tráfico vehicular se realizó de acuerdo a los estándares establecidos en el Manual de Capacidad de Carreteras ("Highway Capacity Manual, HCM"). Como parte de la investigación se determinaron los volúmenes de tránsito en las horas críticas, los tiempos de semáforos, los anchos de vía y las capacidades, estos resultados se muestran mediante figuras y tablas donde se confirma el problema que existe en los puntos de estudio. Además, se realizó estudios de las velocidades, donde se determinó la velocidad de recorrido en las horas punta y con esto el nivel de servicio al que operan las vías en estudio (resultado: nivel C, D y E). (Pereda & Montoya, 2018). Dicho trabajo nos permitió ampliar el Marco Teórico.

Asimismo, en la Tesis MODELACIÓN DEL TRÁNSITO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN VIAL A LA AV. CÁCERES, se tuvo como objetivo principal realizar un diagnóstico de la situación actual en la Av. Cáceres que revele las fallas técnicas en el sistema vial y así proponer soluciones a mediano y largo plazo desde un punto de vista técnico-económico mediante softwares de simulación y análisis de tránsito con metodología HCM 2010 y normativa MTC DG-2018. Se realizó un estudio de tráfico y se determinó los volúmenes actuales durante la hora punta. Este trabajo nos sirvió para plantear los procedimientos de recolección de datos y ampliar el marco teórico.

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

1.7 Bases Teóricas:

1.7.1 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)

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.

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

Dónde:

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

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

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

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)

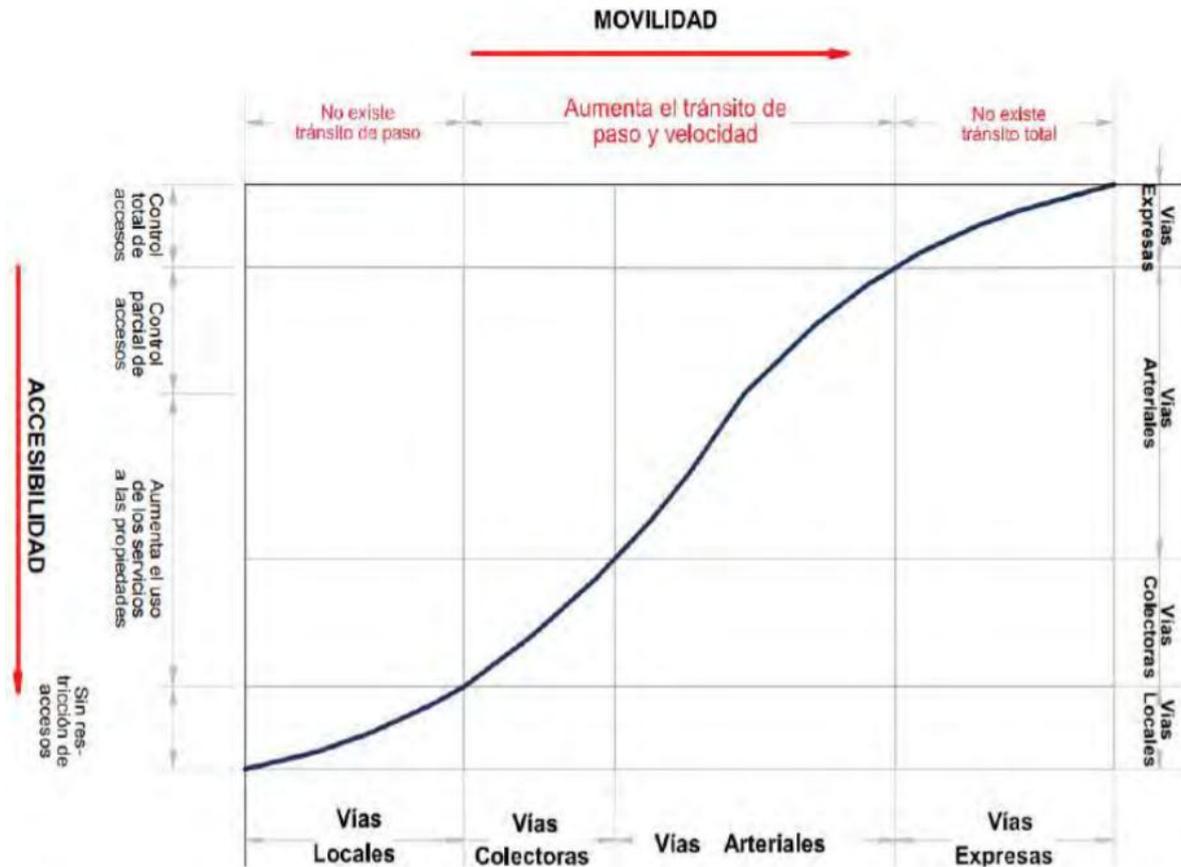
c. VÍAS COLECTORAS

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). C

La Figura siguiente presenta de forma gráfica los grados de movilidad y acceso de un sistema vial. En un extremo, las vías principales son de accesos controlados destinados a proveer alta movilidad y poco o nulo acceso a la propiedad lateral, mientras que, en el otro extremo, las vías locales son de accesos no controlados que proveen fácil acceso a la propiedad lateral, pero raramente las utiliza el tránsito de paso (Ríos-Cardich, 2018)



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 - VCHI

Figura 1. Movilidad y Accesibilidad de un sistema vial urbano

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 Tipos de Vehículos para el diseño

Los Tipos de Vehículos Para que la circulación sea segura, económica y cómoda para conductores y pasajeros al proyectas las carreteras es necesario tener en cuenta las características de los vehículos. Estas características pueden ser muy diferentes de unos vehículos a otros ya que actualmente circulan tipos muy variados. Para simplificar su estudio es conveniente agruparlos en varias categorías constituidas por vehículos de características parecidas. Los criterios de clasificación pueden variar según la finalidad perseguida. Así, es posible diferenciarlos según el sistema de propulsión, la finalidad del transporte realizado, su tamaño, peso y movilidad, etc. (Pereda & Montoya, 2018)

Para la realización de los aforos y estudios de tráfico, se utiliza la siguiente clasificación:

a) Carros

b) Bicicletas

c) Vehículos de tracción mecánica

- Vehículos de dos ruedas – Ciclomotores – Motocicletas
- Vehículos ligeros – Coches – Camionetas – Tractores
- Vehículos pesados – Camiones sin remolque – Camiones articulados o con remolque – Autocares

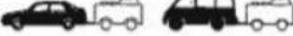
Tipo	Clases	Componentes	Definición
	Carros	A 	Vehículos de tracción animal
	Ciclos	B 	(1) Bicicletas (2) Ciclomotores de 2, 3 o 4 ruedas (cilindrada inferior a 50 cm ³ y velocidad máxima inferior a 45 km/h)
I Motos	Motos	1 	Motocicletas con o sin transportín, scooters, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor
II Vehículos ligeros	Coches	2 	Automóviles de turismo y microbuses destinados al transporte de personas (hasta 9 plazas)
	Camionetas (4 ruedas)	3 	Vehículos destinados al transporte de mercancías, dotados sólo de cuatro ruedas, es decir, furgonetas y camionetas (C. máx. ≤ 1 t), camiones ligeros (1 t < C. máx. ≤ 2 t) y tractores industriales sin remolque
	Tractores agrícolas	4 	Tractores agrícolas de ruedas, con o sin remolque
III Vehículos pesados	Camiones sin remolque	5 	Camiones rígidos (carga máxima > 2 t) dedicados al transporte de mercancías, de más de 4 ruedas y sin remolque
	Camiones con remolque y trenes de carretera	6 	Camiones rígidos con uno o varios remolques, camiones articulados y trenes de carretera
	Autocares	7 	Vehículos dedicados al transporte de personas con más de 9 plazas

Figura 2. Clasificación Vehicular

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:

- 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).
- 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.

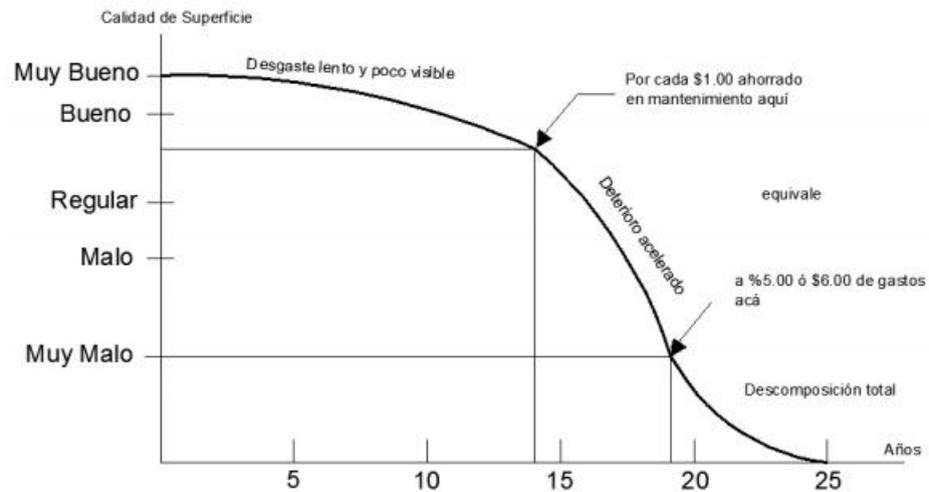


Figura 3. Ciclo de vida de los pavimentos

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 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

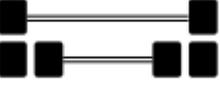
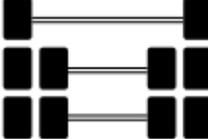
Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

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 _{8.2m})
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.

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.

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.

1.7.11 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 subbase 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

1.7.12 Definición de términos básicos.

- **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).

- **Avenida:** Eje vial de importancia dentro de la ciudad que generalmente tiene dos sentidos de tránsito. (Chavira, 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)

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.

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.).

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 Avenida 09 de Octubre entre las Avenidas América y la Avenida Túpac Amaru.

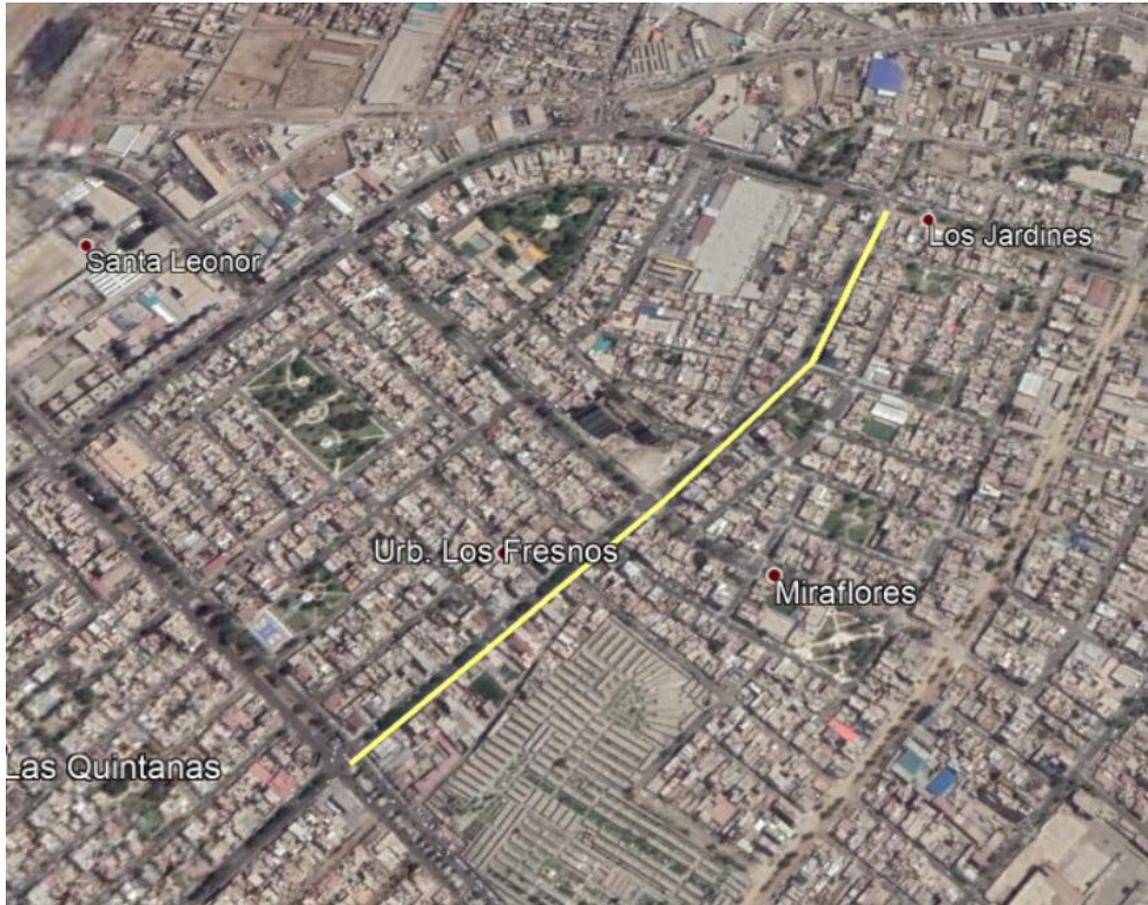


Figura 04: Av. 09 de Octubre entre la Av. Túpac Amaru y la Av. América.

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

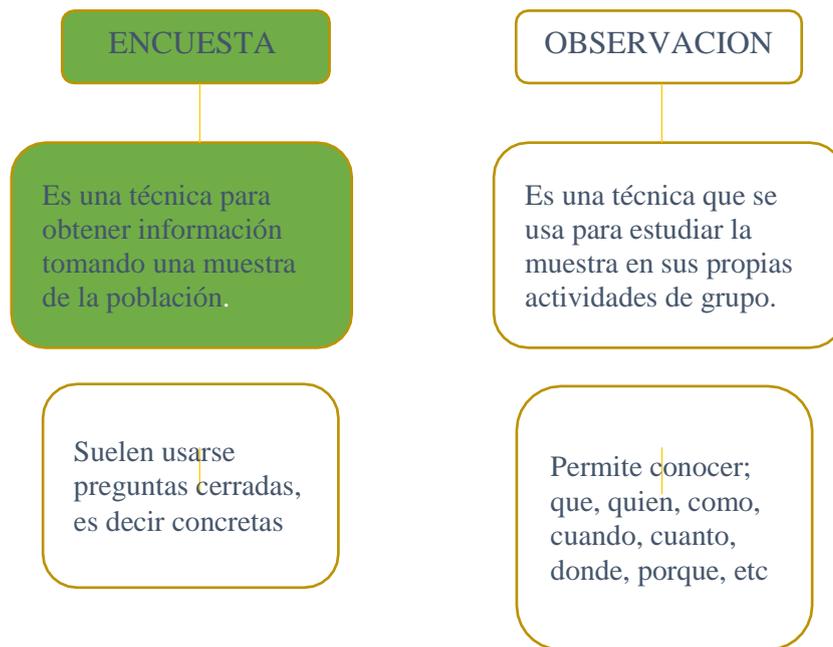


Figura 05: Técnicas e Instrumentos

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 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 09 de Octubre.

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 06: Av. 09 de Octubre entre la Av. Túpac Amaru y la Av. América.

FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																					
FORMATO Nº 1.3																					
TRAMO DE LA CARRETERA: _____ SENTIDO: E ← S → UBICACIÓN: _____																					
ESTACION: _____ CODIGO DE LA ESTACION: _____ DIA Y FECHA: _____																					
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYER			TRAYLER				
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																					
00	E																				
A																					
01	S																				
01	E																				
A																					
02	S																				

III RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

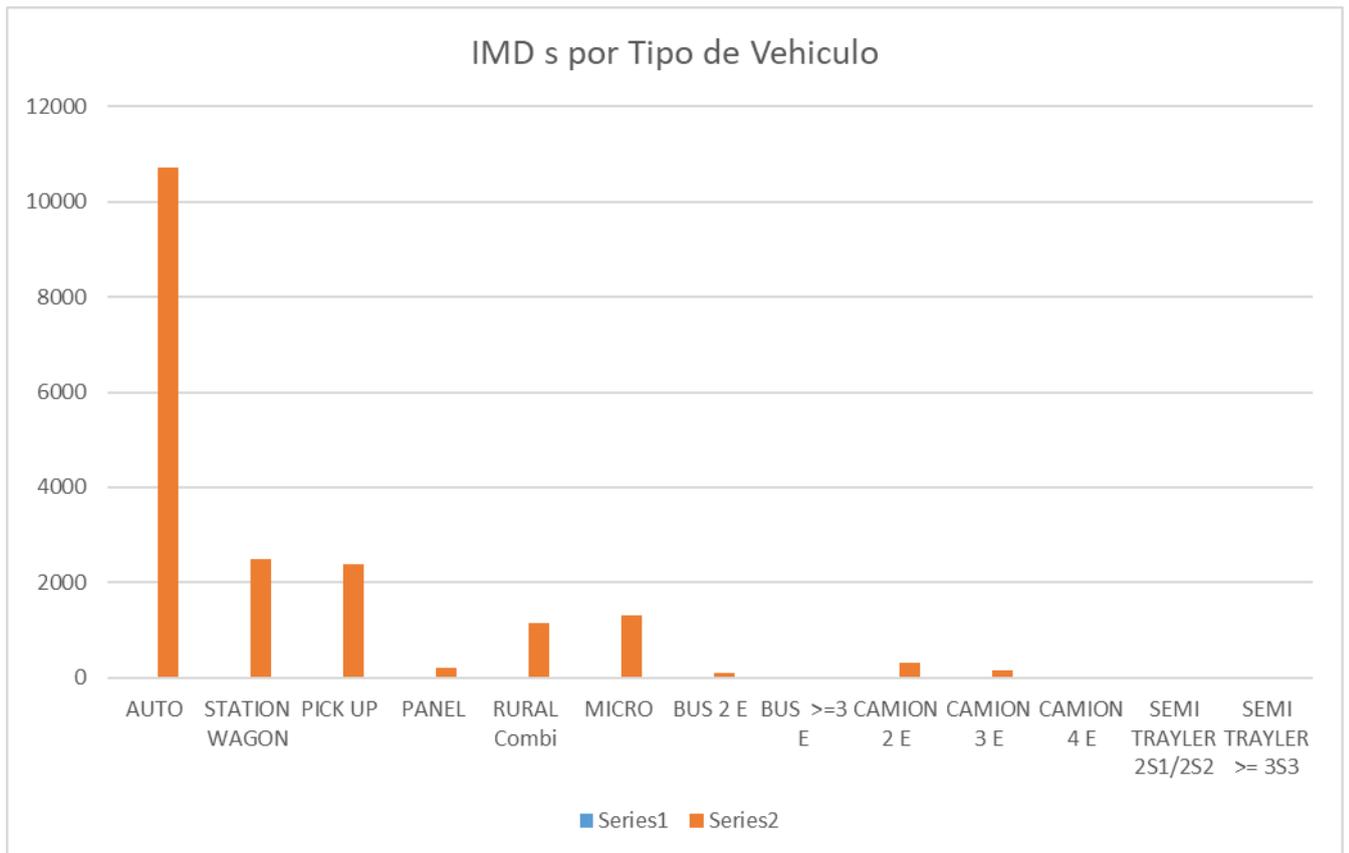
3.1 Conteo Vehicular e Índice Medio Diario Semanal

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

Tabla 6. Numero de vehículos contados por Tupo

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
10,706.00	2,501.00	2,394.00	199.00	1,150.00	1,311.00	95.00	33.00	324.00	142.00	16.00	10.00	2.00	1.00
57%	13%	13%	1%	6%	7%	1%	0%	2%	1%	0%	0%	0%	0%
TOTAL	18,884.00												

Figura 7.





Se ha encontrado que los vehículos que mas circulan son en un 90% son vehículos menores entre ellos autos y station wagon los de mayor cantidad.

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

Tabla 7. Cantidad de Vehiculos por hora



HORA	No. Vehiculos
6 a 7	1166
7 a 8	1181
8 a 9	1211
9 a 10	1012
10 a 11	1141
11 a 12	1336
12 a 13	1093
13 a 14	921
14 a 15	1005
15 a 16	957
16 a 17	897
17 a 18	1031
18 a 19	1322
19 a 20	1362
20 a 21	918
21 a 22	623
22 a 23	277
23 a 24	165
1 a 2	93
2 a 3	157
3 a 4	167
4 a 5	185
5 a 6	656
Total	18876

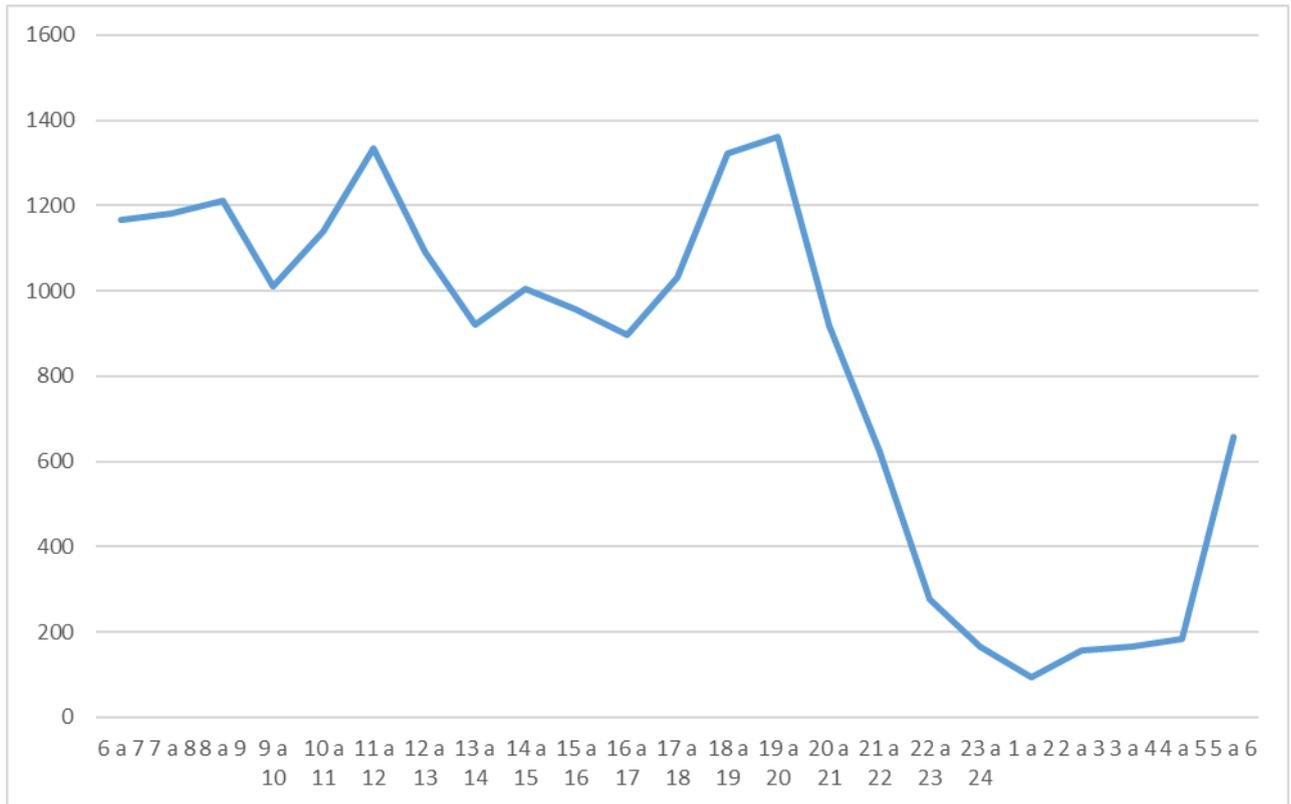


Figura 8. Variación Horaria

3.2 Calculo 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 Informatica - 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 avenida.

Para el calculo del IMDA se utilizara un Factor de Corrección estacional equivalente a 0.9317 vehículos ligeros, y 1.0902 para vehículos pesados.

Tabla 8. Factor de Corrección Estacional

N°	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

A continuación se muestran los cálculos del IMDA y de tráfico proyectado a 10 años.

Tabla 9. Cálculo del IMDA

	IMDs	F.C.	IMDA
AUTO	10,706.0	0.9317	9,975.0
STATION WAGON	2,501.0	0.9317	2,330.0
PICK UP	2,394.0	0.9317	2,230.0
PANEL	199.0	0.9317	185.0
RURALCombi	1,150.0	0.9317	1,071.0
MICRO	1,311.0	0.9317	1,221.0
BUS 2 E	95.0	1.0920	104.0
BUS >=3 E	33.0	1.0920	36.0
CAMION 2 E	324.0	1.0920	354.0
CAMION 3 E	142.0	1.0920	155.0
CAMION 4 E	16.0	1.0920	17.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	10.0	1.0920	11.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.0920	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	2.0	1.0920	2.0
SEMI TRAYLER >= 3S3	1	1.0920	1.0
TOTAL	18,884.0		17,692.0

Tabla 10. Trafico Esperado a 10 años



		F.C.	Tasa de Crecimiento	Trafico Proyectado	Trafico Generado	Trafico Esperado
AUTO	10,706.0	0.9317	1.30%	11,204.0	1,606.0	12,810.0
STATION WAGON	2,501.0	0.9317	1.30%	2,617.0	375.0	2,992.0
PICK UP	2,394.0	0.9317	1.30%	2,505.0	359.0	2,864.0
PANEL	199.0	0.9317	1.30%	208.0	30.0	238.0
RURALCombi	1,150.0	0.9317	1.30%	1,204.0	173.0	1,377.0
MICRO	1,311.0	0.9317	1.30%	1,372.0	197.0	1,569.0
BUS 2 E	95.0	1.0920	1.70%	121.0	14.0	135.0
BUS >=3 E	33.0	1.0920	1.70%	42.0	5.0	47.0
CAMION 2 E	324.0	1.0920	1.70%	412.0	49.0	461.0
CAMION 3 E	142.0	1.0920	1.70%	180.0	21.0	201.0
CAMION 4 E	16.0	1.0920	1.70%	20.0	2.0	22.0
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	10.0	1.0920	1.70%	13.0	2.0	15.0
SEMI TRAYLER 2S3	-	1.0920	1.70%	-	-	-
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	2.0	1.0920	1.70%	3.0	-	3.0
SEMI TRAYLER >= 3S3	1	1.0920	1.70%	3.0	-	3.0
TOTAL	18,884.0			19,904.0	2,833.0	22,737.0

III CONCLUSIÓN

- Se ha logrado determinar el tráfico actual en avenida 09 de Octubre, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad equivalente a un IMDA de 17,692 vehículos diarios.
- Se identificó los diversos tipos de vehículos que circulan por la via en estudio, siendo los vehiculos tipo Auto y Station Wagon que representan el 70% del volumen total, y las camionetas rurales y microbuses representan el 14%.
- Se logró realizar el conteo vehicular se calcular el Índice Medio Diario Semanal igual a 18,884 vehiculos.
- La estimación del trafico proyectado a 10 años para la avenida en estudio, será de una IMDA de 22,737 vehículos, considerando el trafico proyectado y generado.

IV REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ríos-Cardich, E. (2018). Tesis Pregrado. *MODELACIÓN DEL TRÁNSITO Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN VIAL A LA AV. CÁCERES*. Piura, Peru: Universidad de Piura.
- 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 construcción de carreteras y normas de ensayo. (2013). 02. California: California Bearing Ratio CBR y perimetro dinamico de cono PDC.
- Figuroa, A. F. (2001). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria*. Medellín: Pontificia Universidad Javeriana.
- García, A. I. (2012). Concepto de pavimento. *Revista ARQHYS*, 12. Obtenido de <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>
- González 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 Estadística e Informática - INEI. (2019). *Día Mundial de la Población 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.
- Pereda, C., & Montoya, M. (2018). Tesis de Pregrado. *ESTUDIO Y OPTIMIZACION DE LA RED VIAL AVENIDA AMERICA SUR, TRAMO PROLONGACION CESAR VALLEJO – AVENIDA RICARDO PALMA*. Trujillo, Peru.: UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO.
- 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.



V. ANEXOS

RESUMEN DE CONTEO DE TRAFICO





Fotografía 01 : fuente propia



Fotografía 02: fuente propia



