



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA FERROVIARIA  
HASTA EL TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACHALA  
AÑO 2017

LLUMILUISA JUELA CARLOS ENRIQUE  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA  
FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE DE LA  
CIUDAD DE MACHALA AÑO 2017

LLUMILUISA JUELA CARLOS ENRIQUE  
INGENIERO CIVIL

MACHALA  
2018



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA FERROVIARIA HASTA EL  
TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACHALA AÑO 2017

LLUMILUISA JUELA CARLOS ENRIQUE  
INGENIERO CIVIL

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 15 DE ENERO DE 2018

MACHALA  
15 de enero de 2018

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACHALA AÑO 2017, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



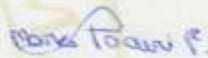
---

OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER  
0702019738  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

ROMERO VALDIVINOS ELSI AMERICA  
0702237280  
ESPECIALISTA 2



---

TACURI RIVAS MARCO ANTONIO  
0702217944  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: lunes 22 de enero de 2018 - 11:29

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** PROYECTO KIKE.docx (D34143519)  
**Submitted:** 12/21/2017 8:26:00 PM  
**Submitted By:** cllumluisa\_est@utmachala.edu.ec  
**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

tesis transito 4 de agosto final.pdf (D30223092)  
TRABAJO PRACTICO FINAL-ANALISIS DE TRAFICO VEHICULAR.docx (D16352968)  
Determinar el volumen de tráfico vehicular en el distribuidor de tránsito de las Avenidas 25 de Junio y Alejandro Castro Benítez.docx (D29653277)

### Instances where selected sources appear:

5

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, LLUMILUISA JUELA CARLOS ENRIQUE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACHALA AÑO 2017, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 15 de enero de 2018



LLUMILUISA JUELA CARLOS ENRIQUE  
0705852150

## **RESUMEN**

### **DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA AVENIDA FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE MACHALA AÑO 2017**

Autor: Carlos Enrique Llumiluisa Juela

E-mail: carlosenrique\_1990@hotmail.es

El presente trabajo consiste en realizar un mejoramiento o diseño preliminar de la vía que incluye el estudio del tráfico y un rediseño geométrico para una población futura en veinte años en la distribución vehicular de la avenida Ferroviaria de la Parroquia El Cambio, hasta el ingreso al terminal terrestre. Para lo cual seleccionamos una vía similar al que va a pasar en la avenida ferroviaria, el cual se lo realizó en la Av. Panamericana km. 5 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> vía a Pasaje.

Mediante un aforo determinamos el congestionamiento, que se dan en horas picos para conocer el incremento de los valores de volúmenes de tráfico. Para lo cual se realizó una clasificando a los vehículos por su peso y eje, también en el carril contrario y de esta manera poder sacar el volumen de tráfico actual que ingresara a la ciudad de Machala y al Terminal Terrestre, cuyo aforo que realice tuvo una duración de cinco días.

Sacamos el tráfico total para la población futura de 20 años y mediante el programa Minitab 2017 sacamos la ruta de entrada, la curva normal de vehículos mixtos y el sumario de reportes de vehículos mixtos con un grado de confiabilidad del 90% y 95% de acuerdo con el manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 1985, para luego hacer una simulación del tráfico futuro con el programa Synchro 8, metiendo los datos obtenidos mediante el cálculo del tráfico y así analizar que en un futuro el nivel de servicialidad disminuya el congestionamiento vehicular.

**Palabras claves:** Synchro 8, tráfico, volumen, congestionamiento

## **ABSTRACT**

### **PRELIMINARY GEOMETRIC DESIGN OF THE RAILWAY AVENUE UNTIL THE TERRESTRIAL TERMINAL OF THE CITY OF MACHALA YEAR 2017**

Author: Carlos Enrique Llumiluisa Juela

E-mail: carlosenrique\_1990@hotmail.es

The present work consists in carrying out an improvement or preliminary design of the road that includes the study of traffic and a geometric redesign for a future population in twenty years in the vehicular distribution of the railway avenue of the El Cambio parish, until the entrance to the terminal land. For which we select a similar route to the one that will happen in the railway avenue, which was carried out in Av. Panamericana km. 5 ½ way to Passage.

By means of a capacity we determine the congestion, which occurs in peak hours to know the increase in the values of traffic volumes. For which a classification was made to the vehicles by their weight and axis, also in the opposite lane and in this way to be able to extract the volume of current traffic that entered the city of Machala and the Terrestrial Terminal, whose capacity that had a duration of five days.

We take out the total traffic for the future population of 20 years and through the Minitab 2017 program we take the route of entry, the normal curve of mixed vehicles and the summary of reports of mixed vehicles with a degree of reliability of 90% and 95% of agreement with the road capacity manual (HCM) version 1985, to then simulate future traffic with the Synchro 8 program, entering the data obtained by calculating the traffic and thus analyze that in the future the level of service will reduce congestion vehicular

**Keywords:** Synchro 8, traffic, volume, congestion

## **INDICE DE CONTENIDO**

### **1. INTRODUCCIÓN.. 1**

Objetivo general. 2

Objetivos específicos. 2

Argumentación de la propuesta. 2

Ubicación del proyecto. 3

### **2. DESARROLLO.. 4**

2.1 Las vías terrestres. 4

2.2 Los Automóviles. 4

2.3 Estudio de Transito. 4

2.3.1 Tráfico. 4

2.3.2 Tráfico Promedio Diario Anual. 5

2.3.3 Tipos de conteos. 5

2.3.4. Volumen de tránsito. 6

2.3.5. Volumen de la hora pico. 6

2.3.6. Factor de la hora pico. 6

2.3.7. Proyección en base a la tasa de crecimiento vehicular. 6

2.4 Tráfico Proyectado. 7

2.5 Capacidad Vial. 8

2.6 Clasificación por capacidad (TPDA). 8

2.7. Niveles de servicio. 8

2.8 Desarrollo Metodológico. 9

2.8.1. Procedimiento. 9

2.8.2. Calculo del factor hora pico. 10

2.8.3. Tránsito hora pico. 10

### **3. Aplicación del programa Minitab 17. 11**

### **4. CONCLUSIONES. 14**

### **BIBLIOGRAFÍA. 15**

## **LISTAS DE TABLAS**

**Tabla 1** Coordenadas del proyecto. 3

**Tabla 2** modelo para el apunte del aforo. 5

**Tabla 3** Clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado. 7

**Tabla 4** Tasa de crecimiento anual (%) 7

**Tabla 5.** Clasificación funcional de las vías en base al TPDA. 8

**Tabla 6** Niveles de servicio según su calidad. 9

**Tabla 7** Aforo de tráfico con intervalo de 15 minutos. 10

**Tabla 8** Cálculo analítico del nivel de servicio. 10

## **LISTA DE FIGURAS**

**figura 1** Determinación del proyecto vial 3

**figura 2** Ingreso de datos. 12

**figura 3** Histograma de vehículos mixtos. 12

**figura 4** Resultado con los datos obtenidos con la Confiabilidad del 90 %.. 13

**figura 5** Resultado con los datos obtenidos con la Confiabilidad del 95 %.. 13

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO 1** AFORO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN 1 EL DIA LUNES 6 DE NOVIEMBRE DEL 2017 18

**ANEXO 2** AFORO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN 1 EL DIA MARTES 7 DE NOVIEMBRE DEL 2017 19

**ANEXO 3** AFORO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN 1 EL DIA MIERCOLES 8 DE NOVIEMBRE DEL 2017. 20

**ANEXO 4** AFORO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN 1 EL DIA JUEVES 9 DE NOVIEMBRE DEL 2017 21

**ANEXO 5** AFORO VEHICULAR EN LA ESTACIÓN 1 EL DIA VIERNES 10 DE NOVIEMBRE DEL 2017 22

**ANEXO 6** RESUMEN TOTAL DE LOS CINCO DÍAS DE ESTUDIO DE CADA ESTACIÓN. 23

**ANEXO 7** PORCENTAJE TOTAL DE VEHÍCULOS DE LAS ESTACIONES QUE INGRESAN AL DISTRIBUIDOR #1. 24

**ANEXO 8** PORCENTAJE TOTAL DE VEHÍCULOS DE LAS ESTACIONES QUE INGRESAN AL DISTRIBUIDOR #2. 25

**ANEXO 9** CÁLCULO DE NIVEL DE SERVICIO CON SOFTWARE SYNCHRO 8.0. 26

**ANEXO 10** DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA VÍA FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE.. 27

**ANEXO 11** CÁLCULO DEL TPDA ACTUAL, PROYECCIÓN DE TRÁFICO, TPDA FUTURO Y TRÁFICO PROYECTADO A 20 AÑOS. 28

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio del fenómeno del tráfico en el Ecuador y en el mundo es por el gran desarrollo de la actividad del transporte con lo cual conlleva a generar impactos negativos como son los problemas serios de tráfico, además del consumo de energía, contaminación visual, ruido y un incremento de accidentes viales, etc[1]. Por lo que requerido que se lo ponga mucha atención especialmente en el aspecto estructural con el único fin de construir el mayor kilometraje en el menor tiempo. De esta manera poder solucionar la demanda vehicular que provoca el congestionamiento vehicular y así disminuir el aumento del volumen de tráfico en las intersecciones[2]. Además ponerle mayor énfasis en el desarrollo de sistemas de semaforización ya que el crecimiento de movilización de la población lo requiere para el cumplimiento de sus labores diarias[3]. Por lo que se ha empezado a estudiar una nueva rama que es la INGENIERIA DE TRANSITO, que nos permite enfocarnos en un análisis operacional de flujo de tránsito por carreteras y calles. Sin embargo, una de las herramientas que nos permite conocer los diferentes volúmenes de tránsito aproximado es el conteo de tráfico o aforo ya sean estos absolutos, promedios diarios u horarios y de esta manera podemos estudiar su distribución, composición, variación, ajuste y pronóstico futuro.

En el Ecuador, las provincias con mayor población que son Pichincha, Guayas y Azuay son las provincias que a medida que pasa el tiempo va aumentando el tráfico vehicular, como consecuencia va produciendo un caos vehicular, lo que genera demasiada polémica y malestar en la ciudadanía[1]. Por lo que en las zonas urbanas el tráfico vehicular a sido un factor primordial para el incremento de niveles de ruido y por lo tanto; a la degradación ambiental[4]. Por lo cual en nuestro país se incentivó a la programación de restricción vehicular pico y placa, para de esta manera tratar el congestionamiento vehicular y de esta manera poder analizar el comportamiento del flujo vehicular, pero este problema no se pudo controlar en su totalidad.

En la actualidad en nuestra Provincia del Oro el congestionamiento vehicular se da muchas veces por la incorrecta regulación de semáforos, por el motivo de que no consideran el volumen vehicular en distintas horas del día especialmente en las llamadas horas pico, ya que

los semáforos funcionan automáticamente. El congestionamiento es por la gran cantidad de ciudadanos que necesitan el transporte urbano como son los buses para poder movilizarse a diferentes ciudades o realizar diferentes actividades ya sean económicas o sociales, además de eso hay que tener en cuenta los productos que se comercializan también deben ser movilizadas y esto incrementa más el congestionamiento vehicular[5]. Por lo que nuestro enfoque es mejorar el volumen y flujo vehicular para una futura población de 20 años y así evitar ruidos y sobre todo la contaminación del aire en la ciudad[6].

En el presente trabajo se detalló el análisis de tráfico vehicular, para identificar el nivel de eficiencia y funcionalidad de la vía y de esta manera ver qué tipo de carretera y de cuantos carriles es necesario diseñar para dar un buen servicio a la población.

### **1.1 Objetivo general.**

Determinar el flujo y volumen vehicular en la vía El Cambio – Machala por el distribuidor de tránsito de la Avenida Ferroviaria y la intersección con el terminal terrestre, mediante aforos que nos indiquen las horas y días de mayor tráfico para poder mejorar la capacidad y servicialidad a la ciudadanía.

### **1.2 Objetivos específicos.**

1. Determinar el Tráfico Promedio Anual (TPDA) para un periodo de 20 años.
2. Obtener el Tráfico Promedio Anual (TPDA) actual por estaciones en la vía.
3. Identificar y analizar el flujo vehicular que se da en los diferentes días de la semana en la vía mencionada.

### **1.3 Argumentación de la propuesta.**

Los trabajos o proyectos viales para un diseño o reestructuración de una carretera o de un tramo, deben estar basados en informaciones sobre los datos obtenidos porque son prioritarios y de gran importancia para obtener un conocimiento del comportamiento de la vía ante la capacidad máxima de volumen vehicular que circulan por la misma.

#### 1.4 Ubicación del proyecto.

La vía seleccionada está ubicada en la Provincia de El Oro en el Cantón Machala, Parroquia El Cambio, en el distribuidor de tráfico de la avenida Ferroviaria hasta la intersección del terminal terrestre. Sus coordenadas son las siguientes:

Tabla 1 Coordenadas del proyecto

UBICACIÓN EN LA VÍA	ABCISA	COORDENADAS UTM	
		NORTE	ESTE
INICIO	0+000	9636973.19	622430.76
FIN	2+036	9637857.78	620596.90

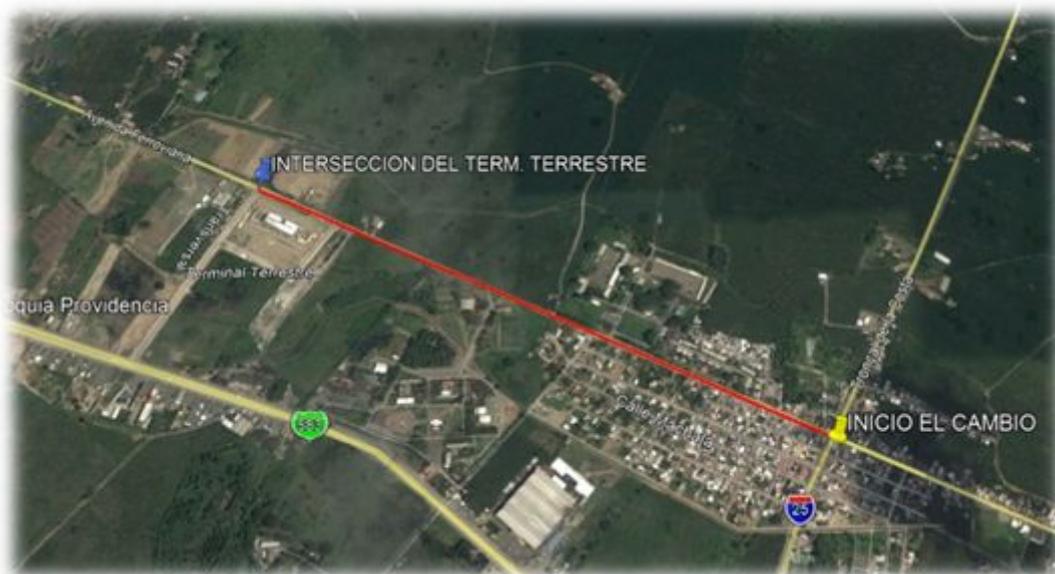


figura 1 Determinación del proyecto vial

Fuente: Google Earth, 2017

En la parroquia El cambio al sector un sector donde existe una vía de vital importancia para ingresar al terminal terrestre y al centro de la ciudad de Machala al estar en mal estado dificulta la entrada y salida de vehículos lo que provoca un caos vehicular en las horas pico, y

provocando al mismo tiempo un levantamiento de polvo que perjudica a los ciudadanos de las viviendas alrededor, afecta así su salud.

## **1. DESARROLLO**

### **2.1 Las vías terrestres.**

En todos los países del mundo el tránsito por carreteras son obras de infraestructura para el transporte de productos de consumo y comercialización, circulación de vehículos de un punto a otro punto como son carreteras, caminos, puentes autopistas y vías férreas; esto se ha venido incrementando en los últimos años[7].

### **2.2 Los Automóviles.**

En el año de 1882 Gottlielo Damler, con el descubrimiento del petróleo, se dio cuenta que utilizando el petróleo podía hacer que un pistón se impulsará más rápido, y así poco a poco fueron descubriendo más inventos con el petróleo hasta que se creó el automóvil, un aparato que los transportará de una manera más cómoda y rápida sin necesidad de estar utilizando animales.

### **2.3 Estudio de Tránsito.**

En el estudio de tráfico de este presente proyecto diagnosticamos el tráfico promedio anual (TPDA), para lo cual realizaremos un rediseño geométrico de acuerdo con las normas vigentes. Obtenido el TPDA nos servirá para el cálculo de los beneficios socios económicos dentro del proyecto, con los elementos físicos de la vía correlacionaremos con las características del terreno y las operaciones de los vehículos un rediseño geométrico.

Los volúmenes de tránsito se basan con el único fin de obtener una información relacionada con la entrada y salida de vehículos y/o personas dentro de un sistema vial. Para lograr este objetivo del estudio de volumen de tránsito debemos tener en cuenta varios aspectos; como son el Tránsito promedio diario (TPDA), volumen de la hora pico, volumen de horario de diseño (VHD) y el proyecto de tránsito, para que el rediseño mejore del volumen de tránsito.

### 2.3.1 Tráfico.

Para el diseño de una vía o de un tramo de la misma es muy importante caracterizarlas por su intensidad de tránsito de vehículos que van a circular, velocidad de los flujos y la distancia de los desplazamientos que van atender[7]. Para eso se debe realizar un conteo de tráfico vehicular para saber cuál es el tipo de servicio que está ofreciendo la actual vía y así conocer cuál es la capacidad o el volumen máximo de vehículos que puede tolerar dicha vía o carretera.

### 2.3.2 Tráfico Promedio Diario Anual.

Es una guía que nos permite acceder a contabilizar que cantidad de vehículos circulan en la vía[8]. Para poder realizar y saber cuál es el volumen de tráfico promedio anual de una carretera se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En las vías de dos carriles con distintos sentidos de circulación, se efectuará en ambas direcciones el volumen tránsito.
- En las vías de un solo sentido de circulación, el conteo de tráfico solo será en ese sentido.
- Por último, para el caso de autopistas, el TPDA se calcula para cada sentido de circulación ya que ella generalmente interviene el flujo direccional, lo que significa que es el porcentaje de automóviles en cada sentido de la vía.

### 2.3.3 Tipos de conteos.

- **Manuales.** El conteo manual nos sirve para proporcionar datos de volúmenes de tráfico mediante el uso de personal de campo, en el cual este método nos permite clasificar los vehículos por su tamaño, tipo, peso, número de ejes y otras características. Su desventaja es que muy costoso por la manutención por tiempos prolongados.

**Tabla 2 modelo para el apunte del aforo**

VEH. LIVIANOS (2 EJES SIMPLES)			VEH. PESADOS (2-3 EJES)				VEH. EXT. PESADOS			MOTOS	OTROS	
AUTOMOVILES	CAMIONETAS	JEeps	BUSES		CAMIONES		CAMIONES					
			LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS 2 EJES	3-4 EJES	5 EJES	6 EJES			
												

- **Automáticos.** El conteo automático funciona mediante el uso de detectores superficiales para obtener datos de volúmenes de tráfico, ellos transmiten la información a un registrador cuando detectan el paso de un vehículo el cual está ubicado a lado de la carretera o vía.

#### **2.3.4. Volumen de tránsito.**

Se define como volumen de tránsito a la cantidad y el tipo de vehículos que pasan por un sistema vial o sección transversal durante un periodo de tiempo determinado[1]. Su fórmula es la siguiente:

En donde:

Q = es el número de vehículos que pasan por unidad de tiempo N

N = número total de vehículos que pasan.

T = es el periodo determinado.

#### **2.3.5. Volumen de la hora pico.**

Es el tráfico que circula por una vía o carretera en las horas de demanda máxima donde recoge la necesidad para determinar las características geométricas de la vialidad. El volumen de la hora pico está entre el 12% y 18% del TPDA en carreteras rurales, en cambio en las carreteras urbanas está entre el 12% y 8%.

#### **2.3.6. Factor de la hora pico.**

El factor de la hora pico es la relación que se lo expresa igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte de volumen de tráfico, durante la hora pico y el valor mayor registrado durante el tiempo de 15 minutos entre la acordada hora pico[9]. Adquiriendo los datos del conteo vehicular ya podemos sacar el TPDA actual de cada clase de vehículo de la hora pico para el volumen de tránsito correspondiente y multiplicado por el factor de la hora pico.

Tráfico Generado (TG) = 20% \* TPDA

Tráfico Atraído (TA) = 10% \* TPDA ACTUAL

Tráfico Desarrollado = 5% \* TPDA ACTUAL

### 2.3.7. Proyección en base a la tasa de crecimiento vehicular.

Una vez establecida la tasa de crecimiento vehicular, se aplica la siguiente fórmula para el tráfico actual:

En donde:

Tf = tráfico futuro.

Ta = tráfico actual.

i = tasa de crecimiento vehicular.

n = número de años para el cual está diseñado el proyecto.

### 2.4 Tráfico proyectado.

Para poder realizar un diseño de carreteras en nuestro país se recomienda utilizar la clasificación en función al tráfico futuro dentro de un periodo de 10 a 20 años, manteniendo el índice de servicialidad.

**Tabla 3 Clasificación de las carreteras en función del tráfico proyectado**

CLASES DE CARRETERAS	TRÁFICO PROYECTO (TPDA)
R - I ó R - II	más de 8000 vehículos
I	de 3000 a 8000 vehículos
II	de 1000 a 3000 vehículos
III	de 300 a 1000 vehículos
IV	de 100 a 300 vehículos
V	menos de 100 vehículos

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" - MTOP 2003

Con la siguiente tabla obtenemos el valor de la tasa de crecimiento anual vehicular en la provincia de El Oro, la cual utilizaremos para obtener la proyección de tráfico.

**Tabla 4 Tasa de crecimiento anual (%)**

<b>Periodo</b>	<b>Liviano</b>	<b>Bus</b>	<b>Camión</b>
<b>2005 - 2010</b>	<b>4.23</b>	<b>2.87</b>	<b>2.10</b>
<b>2011 - 2015</b>	<b>3.65</b>	<b>2.55</b>	<b>1.87</b>
<b>2016 - 2020</b>	<b>3.18</b>	<b>2.29</b>	<b>1.68</b>
<b>2021 - 2030</b>	<b>2.80</b>	<b>2.08</b>	<b>1.53</b>

### **2.5 Capacidad Vial.**

En el mundo entero la demanda vehicular es determinar qué cantidad de vehículos van a movilizarse por un sistema vial. El congestionamiento vehicular se da cuando la demanda vehicular llega al límite de la capacidad del sistema vial, y para poder delimitar la capacidad de una carretera ya sea vial, rural ó urbano se necesita conocer las características de los flujos vehiculares además de sus características físicas o geométricas.

### **2.6 Clasificación por capacidad (TPDA).**

De acuerdo con el tráfico final del periodo de diseño podemos seleccionar el tipo de clasificación; es decir, el TPDA.

**Tabla 5. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.**

<b>Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Clasificación funcional</b>	<b>Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA año de horizonte)</b>	
		<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

### 2.7. Niveles de servicio.

Los niveles de servicios se definen en 6 niveles y se los representa con una letra de acuerdo con la calidad de vía o carretera que nos ofrecen para las vías inter urbanas.

**Tabla 6 Niveles de servicio según su calidad**

<b>Niveles</b>	<b>Características</b>
<b>A</b>	Condiciones de circulación libre y fluida
<b>B</b>	Condición estable a alta velocidad
<b>C</b>	Nivel de circulación estable
<b>D</b>	Condición inestable de circulación
<b>E</b>	Define la capacidad de una carretera, velocidad reducida
<b>F</b>	Excede la capacidad de la vía, circulación forzada

## 2.8 Desarrollo Metodológico.

De acuerdo con el MTOP el hecho de que la población se estimule por hábitos y al permanecer las variaciones constantes en períodos regularmente largos, el TPDA se puede calcular a través de muestreos. Según con las “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” del MTOP se realizó el conteo de forma manual en función del tipo de vehículo que son; ligeros, buses, camiones de dos ejes, tres ejes o más.

Para poder obtener el TPDA se procedió a colocar dos estaciones de conteo en los puntos en donde hay mayor congestión vehicular, las dos estaciones en la Parroquia El Cambio en la avenida ferroviaria. El aforo vehicular se realizó en el lapso de 5 días que fue de lunes a viernes en las horas desde las 7am hasta las 9am en la mañana; y por la tarde en horario de 12pm hasta las 14 pm y de 16pm hasta las 18pm, las cuales están en los respectivos anexos[10].

### 2.8.1. Procedimiento.

Se realizó una hoja de Excel de acuerdo con su clasificación de los vehículos según su tipo, tamaño y número de ejes, en los livianos y pesados por su tamaño, de igual forma para los buses y camiones de acuerdo con sus ejes. Se determinó la hora de comienzo y su finalización para realizar el conteo manual en el cual tuvo un total de 11 horas continuas y cada hora tendrá una intersección de 15 minutos cada uno.

**Tabla 7 Aforo de tráfico con intervalo de 15 minutos**

HORA	VEH. LIVIANOS (2 EJES SIMPLES)			VEH. PESADOS (2-3 EJES)					VEH. EXT. PESADOS			MOTOS	OTROS	TOTAL C/15 MIN.
				BUSES		CAMIONES			CAMIONES					
	AUTOS	CAMIONETAS	JEEPS	LIVIANOS	PESADOS	LIVIANOS	PESADOS 2EJES	3-4 EJES	5 EJES	6 EJES				
07:00-07:15	90	81	19	33		7	8	4		2	10		230	
07:15-07:30	117	64	18	25		26	27				14		291	
07:30-07:45	164	75	32	35		16	11	2	5	2	16		358	
07:45-08:00	180	71	31	32		22	14	3		1	22		376	

Para la elaboración del proyecto contó con un tiempo de 5 días para la elaboración del conteo de tráfico, comenzando desde el jueves 6 de noviembre de 2017 hasta el viernes 10 de noviembre de 2017. Se ubicó dos personas una en cada distribuidor para iniciar el conteo a las 7:00 am y terminar a las 18:00 pm haciendo un lapso total de 11 horas diarias, una vez terminado con los cinco días de conteo se procedió a realizar una hoja de cálculo para

determinar el volumen de tráfico en los dos distribuidores. Mediante el Manual de capacidad de carreteras HCM 1985, analizamos qué capacidad y nivel de servicio tipo (F) nos da, el cálculo se lo realizó de forma manual y computarizada por medio de un software.

**Tabla 5 Cálculo analítico del nivel de servicio**

Solución		%	%	p	s	p %	p %	Tc %	Tc %		demora	LOS
distribuidor 1		46	34	0	0	29	19	.29	.19	57	172.1	F
distribuidor 2		54	36	0	0	06	16	.06	.16	8	230.8	F
										al	204.1	F

DEMORA ENTRE		LOS	DESCRIPCIÓN
0	5	A	Libre flujo
5.1	15	B	Presencia de otros vehículos
15.1	25	C	Flujo estable
25.1	40	D	Flujo estable, alta densidad
40.1	60	E	Velocidades bajas y uniformes
60	200	F	Congestión vehicular

### 2.8.2. Cálculo del factor hora pico.

En donde:

Q = volumen de tráfico durante una hora.

Q15 máx. = volumen máximo registrado en el tiempo de 15 min consecutivos de una hora.

### 2.8.3. Tránsito hora pico.

Para poder realizar este proyecto utilizamos el volumen de la 30ava hora para las proyecciones de 10 a 20 años, en el cual las zonas urbanas se encuentran entre el 8% al 12%, en donde seleccionamos el 10% para zonas urbanas.

En donde:

Qv = volumen vehicular durante una hora.

FHP = factor hora pico.



figura 2 Ingreso de datos

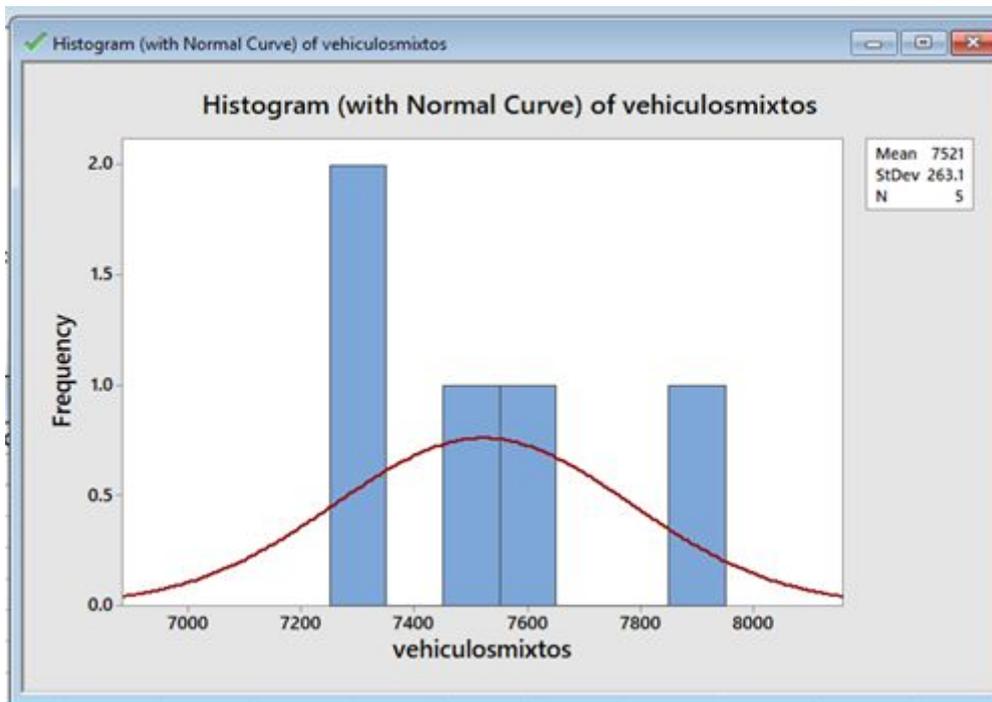


figura 3 Histograma de vehículos mixtos

Luego aplicando las normas del HCM que nos indica que para tener un reporte de vehículos tenemos que seleccionar dos porcentajes de confiabilidad los cuales nos da del 90% y 95% el cual los aplicamos en el programa minitab 17 y nos dio los siguientes gráficos. Ver figura 4 y 5.

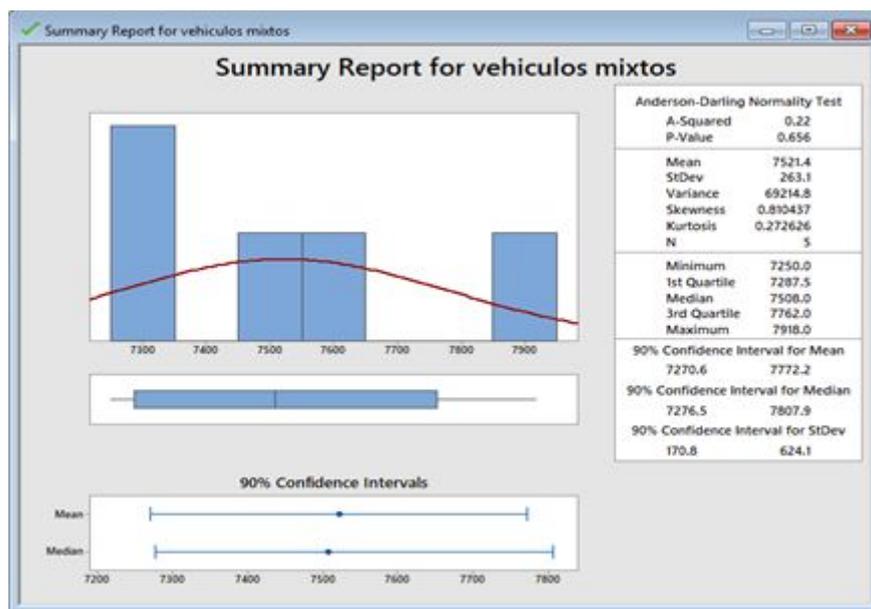
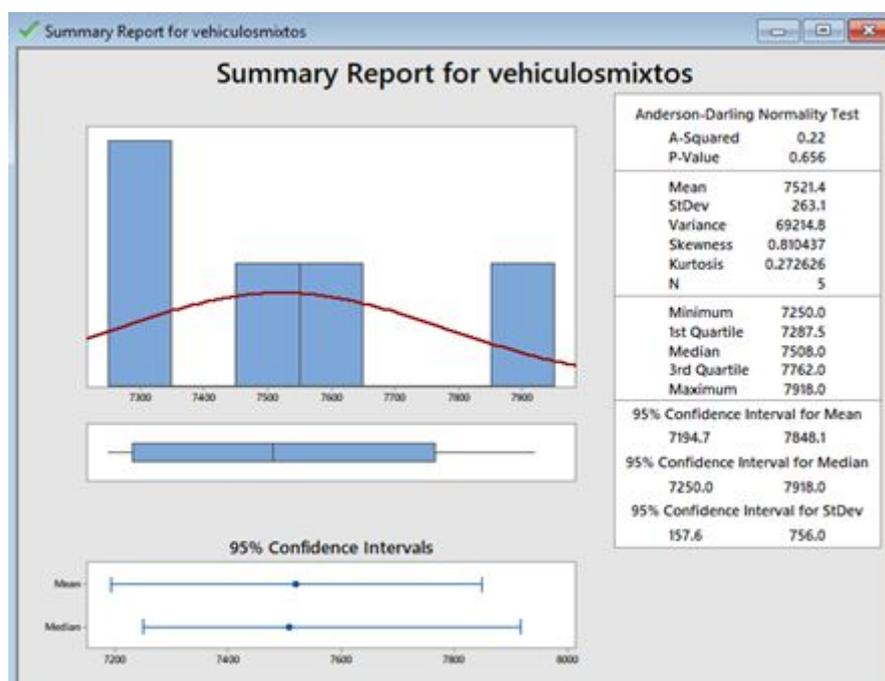


figura 4 Resultado con los datos obtenidos con la Confiabilidad del 90 %

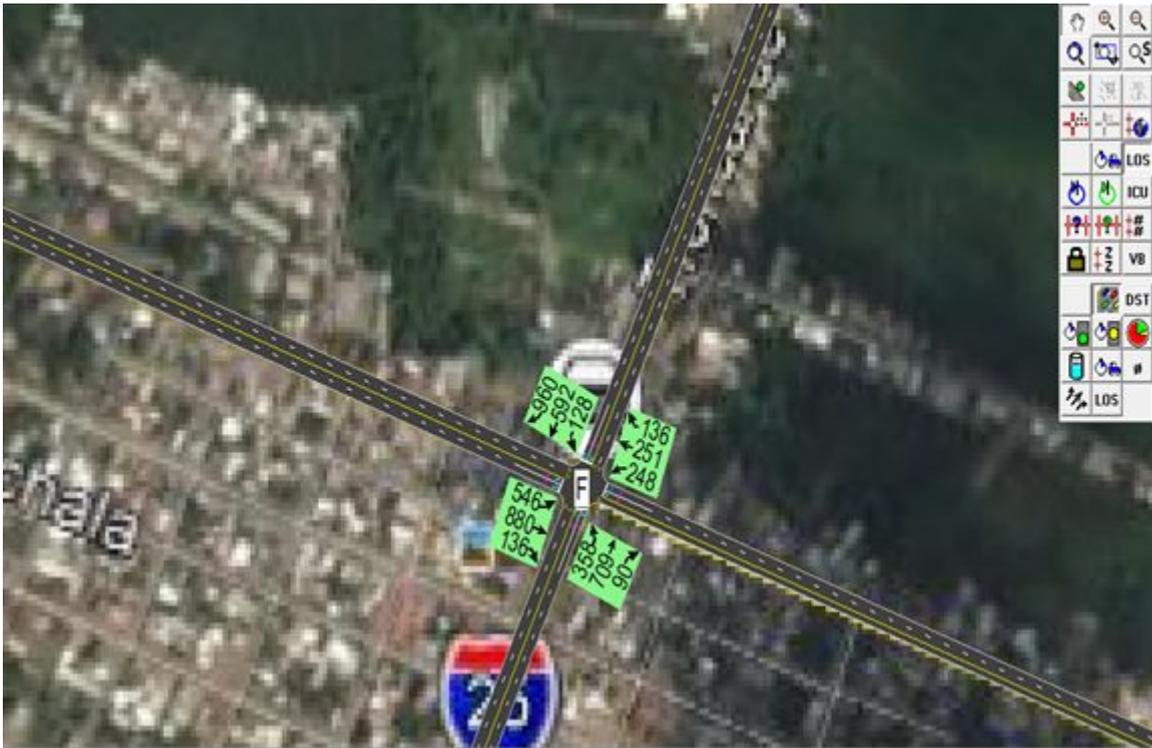


**figura 5 Resultado con los datos obtenidos con la Confiabilidad del 95 %**

### 3. CONCLUSIONES.

- En el presente trabajo hemos cumplido con nuestro objetivo planteado, es diseñar la nueva vía en la avenida ferroviaria para lo cual nos dio como resultado una autovía o carretera multicarril; es decir, cuatro carriles en adelante, en nuestro diseño será de cuatro carriles dos carriles ida y dos de venida de acuerdo con el TPDA que hemos obtenido. Y la clase de carretera es de tipo R - I.
- El TPDA que se calculó en el distribuidor número 1 fue de 10.472 vehículos mixtos diarios, el en distribuidor número 2 el TPDA fue de 17.063 vehículos mixtos diarios.
- El tráfico proyectado a 20 años el TPDA futuro en la estación 1 nos dio 18.721 vehículos y en la estación 2 fue de 31.114 vehículos diarios, dando así un total de tráfico proyectado (20 años) en la estación 1 de 22.494 vehículos y en la estación 2 37.268 vehículos diarios.

- De acuerdo con los datos obtenidos analíticamente que salió que tenemos una capacidad y servicialidad tipo F comparamos con el programa de Synchro 8 nos dio que en la avenida ferroviaria es igual, en cambio en la entrada al terminal nos dio una capacidad y servicialidad tipo E.



## BIBLIOGRAFÍA.

- [1] “Caracterización del ruido producido por el tráfico vehicular en el centro de la ciudad de Tunja , Characterization of the Noise Produced by the Vehicle Traffic in the Downtown of Tunja city – Colombia Caractérisation du bruit produit par la circulation de véhicules dans le centre-ville de Tunja – Colombie,” 2012.
- [2] L. Fernando, C. Augusto, and D. Alfonso, “Control de tráfico vehicular usando ANFIS Vehicular traffic control using ANFIS,” 2012.
- [3] L. Fernando, C. Augusto, P. L. Fernando, L. D. Alfonso, and H. C. Augusto, “Sistema de comunicación TCP / IP para el control de una intersección de tráfico vehicular TCP / IP Communication System for Controlling a Vehicular Traffic Intersection,” 2013.
- [4] C. Restrepo *et al.*, “VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR : UNA APLICACIÓN PARA MEDELLÍN ( COLOMBIA ) \*,” 2015.
- [5] “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49630405005>,” 2014.
- [6] C. Vehicular and E. N. La, “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321729206009>,” 2013.
- [7] “Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19800705>,” 2003.
- [8] U. Valle and U. Valle, “Ejes de infraestructura vial y dinámicas urbano-regionales . El caso del corredor Road Infrastructure Axes and Urban-Regional Dynamics . Study Case of the Road between Bogotá and Bucaramanga , Colombia ( 1950-2005 ) Eixos rodoviários e dinâmicas urbano- regionais . O caso do corredor Bogotá- Bucaramanga , Colombia ( 1950-2005 ),” 2016.
- [9] “Estimación del índice de confiabilidad  $\beta$  de las vigas de un puente usando conteos de tráfico real ( TPDS ) mediante simulación,” 2014.
- [10] V. Flóres and A. Lamus, “investigación Implicaciones de la geometría , uso del suelo y dispositivos que controlen intersecciones de un corredor vial de ujo continuo,” 2013.

## **ANEXOS**











**ANEXO 6 RESUMEN TOTAL DE LOS CINCO DÍAS DE ESTUDIO DE CADA ESTACIÓN.**

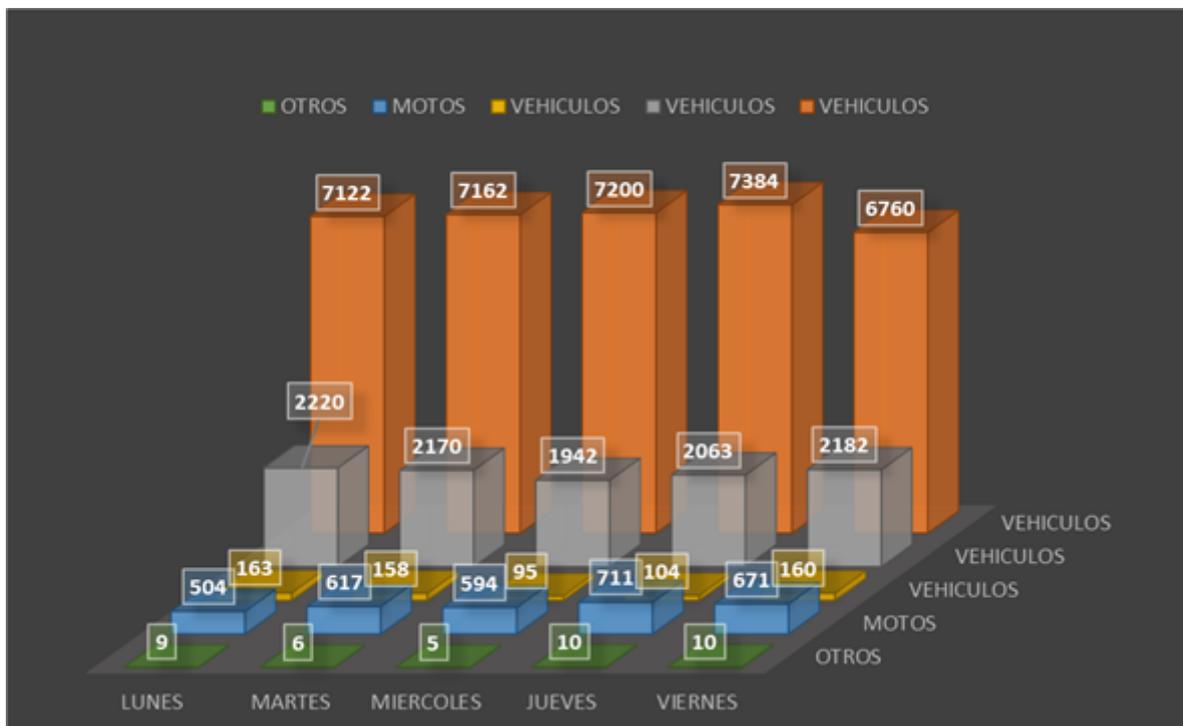
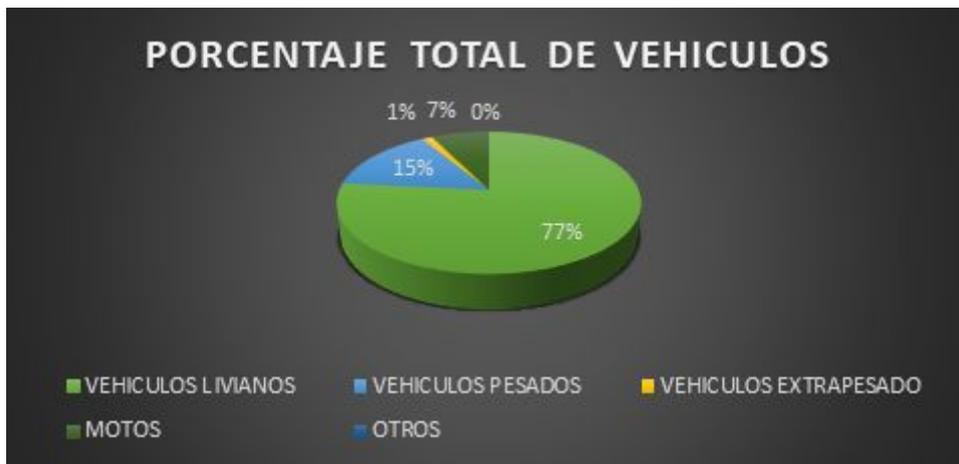
<b>DISTRIBUIDOR 1</b>				
<b>VEH. LIVIANOS</b>	<b>VEH. PESADOS</b>	<b>VEH. EXTRAPESADOS</b>	<b>MOTOS</b>	<b>OTROS</b>
35628	10577	680	3097	40

<b>DISTRIBUIDOR 2</b>				
<b>VEH. LIVIANOS</b>	<b>VEH. PESADOS</b>	<b>VEH. EXTRAPESADOS</b>	<b>MOTOS</b>	<b>OTROS</b>
54081	10466	891	5175	15

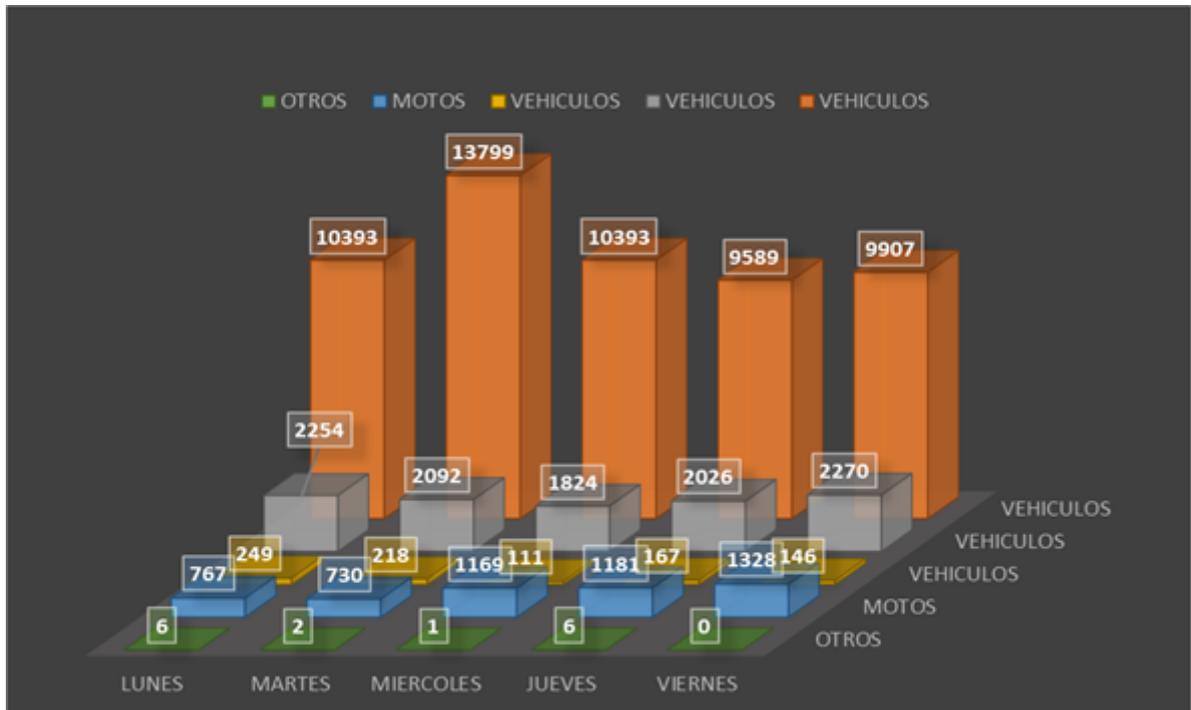
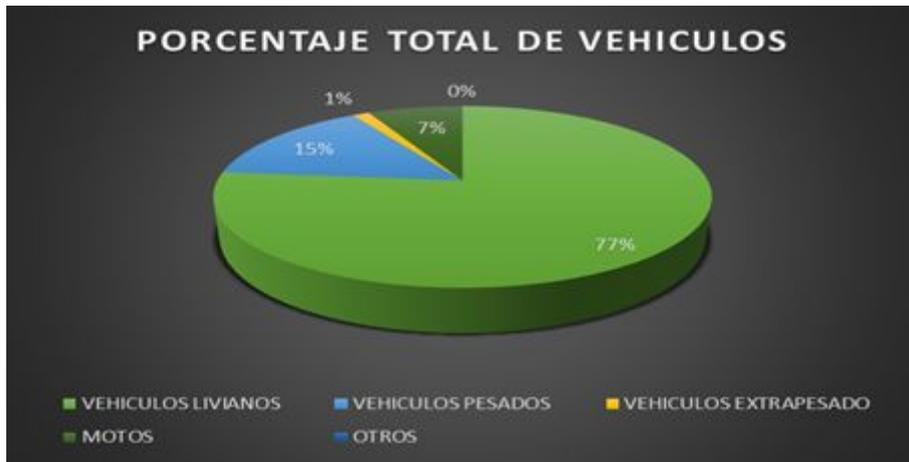
**ANEXO 7 PORCENTAJE TOTAL DE VEHÍCULOS DE LAS ESTACIONES QUE INGRESAN AL DISTRIBUIDOR #1.**

DIAS	VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULOS PESADOS	VEHICULOS EXTRAPESADO	MOTOS	OTROS	
LUNES	7122	2220	163	504	9	
MARTES	7162	2170	158	617	6	
MIERCOLES	7200	1942	95	594	5	
JUEVES	7384	2063	104	711	10	
VIERNES	6760	2182	160	671	10	
<b>TOTAL</b>	<b>35628</b>	<b>10577</b>	<b>680</b>	<b>3097</b>	<b>40</b>	<b>50022</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>71%</b>	<b>21%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>



**ANEXO 8 PORCENTAJE TOTAL DE VEHÍCULOS DE LAS ESTACIONES QUE INGRESAN AL DISTRIBUIDOR #2.**

DIAS	VEHICULOS LIVIANOS	VEHICULOS PESADOS	VEHICULOS EXTRAPESADO	MOTOS	OTROS	
LUNES	10393	2254	249	767	6	
MARTES	13799	2092	218	730	2	
MIERCOLES	10393	1824	111	1169	1	
JUEVES	9589	2026	167	1181	6	
VIERNES	9907	2270	146	1328	0	
<b>TOTAL</b>	<b>54081</b>	<b>10466</b>	<b>891</b>	<b>5175</b>	<b>15</b>	<b>70628</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>77%</b>	<b>15%</b>	<b>1%</b>	<b>7%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>





# ANEXO 10 DISEÑO GEOMÉTRICO PRELIMINAR DE LA VÍA FERROVIARIA HASTA EL TERMINAL TERRESTRE.



**ANEXO 11 CÁLCULO DEL TPDA ACTUAL, PROYECCIÓN DE TRÁFICO, TPDA FUTURO Y TRÁFICO PROYECTADO A 20 AÑOS.**

**TRÁFICO ACTUAL DE VEHÍCULOS**

Referencia	Tipo de vehículo	Nº de Vehículos En Mayor Hora Pico	Q <sub>15Máx</sub>	Q	Factor Hora Pico	Trnas. Zonas Urbanas (8% - 12%)	TPDA Actual
Estación 1 (DISTRIBUIDOR 1)	Autos	926	376	1255	0.834	10%	7727
	Buses	125					1043
	Camiones	121					1010
	Vehículos extra pesados	19					159
	Motos	64					534
	Otros	0					0
<b>TOTAL E1 =</b>							<b>10472</b>
Estación 2 (DISTRIBUIDOR 2)	Autos	1528	514	1873	0.911	10%	13920
	Buses	111					1011
	Camiones	103					938
	Vehículos extra pesados	12					109
	Motos	119					1084
	Otros	0					0
<b>TOTAL E2 =</b>							<b>17063</b>

**PROYECCIÓN DE TRÁFICO**

Referencia	Tipo de vehículo	TPDA Actual	TPDA Primer Año	Tráfico Generado TPDA*20%	Tráfico Atraído TPDA*10%	Tráfico Desarrollado TPDA*5%
Estación 1 ((DISTRIBUIDOR 1)	Autos	7727	7973	1595	797	399
	Buses	1043	1067	213	107	53
	Camiones	1010	1027	205	103	51
	Vehículos extra pesados	159	161	32	16	8
	Motos	534	551	110	55	28
	Otros	0	0	0	0	0
<b>TOTAL E1 =</b>		<b>10472</b>	<b>10778</b>	<b>2156</b>	<b>1078</b>	<b>539</b>
Estación 2 ((DISTRIBUIDOR 2)	Autos	13920	14363	2873	1436	718
	Buses	1011	1034	207	103	52
	Camiones	938	954	191	95	48
	Vehículos extra pesados	109	111	22	11	6
	Motos	1084	1119	224	112	56
	Otros	0	0	0	0	0
<b>TOTAL E2 =</b>		<b>17063</b>	<b>17581</b>	<b>3516</b>	<b>1758</b>	<b>879</b>

**TPDA FUTURO**

Referencia	Tipo de vehículo	TPDA Actual	Índice de Crecimiento Vehicular (i%)	TPDA Futuro (10 Años)	TPDA Futuro (20 Años)
Estación 1 (DISTRIBUIDOR 1)	Autos	7727	3.18%	10567	14452
	Buses	1043	2.29%	1308	1640
	Camiones	1010	1.68%	1193	1409
	Vehículos extra pesados	159	1.68%	187	221
	Motos	534	3.18%	730	999
	Otros	0	1.68%	0	0
<b>TOTAL E1 =</b>				<b>13986</b>	<b>18721</b>
Estación 2 (DISTRIBUIDOR 2)	Autos	13920	3.18%	19037	26034
	Buses	1011	2.29%	1268	1590
	Camiones	938	1.68%	1108	1309
	Vehículos extra pesados	109	1.68%	129	153
	Motos	1084	3.18%	1483	2028
	Otros	0	1.68%	0	0
<b>TOTAL E2 =</b>				<b>23025</b>	<b>31114</b>

**TRÁFICO PROYECTADO A 20 AÑOS**

Referencia	TPDA Futuro (20 Años)	Tráfico Generado	Tráfico Atraído	Tráfico Desarrollado	Total Tráfico Proyectado (20 Años)
Estación 1 (distribuidor 1)	18721	2156	1078	539	<b>22494</b>
Estación 2 (distribuidor 2)	31114	3516	1758	879	<b>37268</b>