UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS.

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ANTEPROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

MODALIDAD: PROYECTO INVESTIGATIVO

DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:

"ESTUDIO SOBRE LAS SOLICITACIONES DE TRÀFICO DE VEHÍCULOS PESADOS EN LAS CARRETERAS DE INGRESO A LA CIUDAD DE PORTOVIEJO"

AUTORES:

CHOEZ CEVALLOS CRISTHIAN JOSÉ

ALCIVAR QUIROZ GUBER DANIEL

PORTOVIEJO-MANABÍ-ECUADOR

2016

DEDICATORIA

Primeramente agradezco a **DIOS** por ser mi guía a **JESUS** por ser nuestra inspiración, modelo y por ser el ejemplo mas grande de amor en este mundo.

A mi madre **NELY QUIROZ** quien fue el impulso durante toda mi carrera y uno de los pilares principales para la culminación de las mismas, que con su apoyo constante y amor incondicional, por darme lo que no posee para lograr esta titulación.

A mi esposa **SANDRA ALAVA** por batallar a mi lado, ser mi complice en el duro camino estudiantil, quien con esfuerzo hemos conseguido culminar esta carrera por el bienestar de nuesta familia.

A mis amados hijos **KHEYSLA DANIELA, KENDY DANIEL Y RASHELL DIANELA** para quien ningún sacrificio es suficeinte, son mi fuente de inspiración e impulso de superación.

A mis hermanos **JOHANNA, ANGELICA Y NAYELITA** por su apoyo y aportaciones que dieron para el logro de esta titulación, son una gran bendición de Dios.

Gracias a todas las personas que me apoyaro y creyeron en la realizaciòn de este proyeto de titulación.

Alcivar Quiroz Guber Daniel.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis en primer lugar a Dios sobre todas las cosas, ya que fue nuestro padre celestial quien me lleno de paciencia y sabiduría para poder culminar esta etapa tan bella de mi vida.

A mis padres la Sra. María Cevallos Alava y al Lcdo. José Chóez Villafuerte, quienes me apoyaron todo el tiempo, brindándome siempre su incondicional amor y paciencia. Por esta razón, este logro se lo debo enteramente a ellos, son el pilar fundamental en cada paso y etapa de mi vida. Por esto y más quedo infinitamente agradecido, por nunca perder la fé en mi, esto es para ustedes.

A mi hermano Emilio, por todo el cariño y el apoyo, quien a sabido ser en momentos difíciles un gran amigo y consejero, transformándose en un apoyo mas firme y seguro en cada uno de mis aciertos.

Este trabajo también se lo dedico a una persona muy especial en mi vida, sin duda alguien que en tan poco tiempo se ganó mi cariño y mi amor sin importar las adversidades siempre te llevo presente en mi corazón María.

A mis amigos y demás familiares quienes fueron un gran apoyo emocional a lo largo de toda mi vida y en especial durante la realización de esta tesis, a todos y cada uno de ellos muchas gracias.

Chóez Cevallos Cristhian José.

AGRADECIMIENTO

Al culminar con exito nuestro trabajo de desarrollo comunitario, dejamos constancia de nuestros mas sinceros agradecimientos a la Universidad Tecnica de Manabi por contener docentes altamete capacitados quienes nos proporcionaron los conocimientos adecuados previos a la obtención del titulo de Ingeniero Civil.

A la Facultad de Ciencias Matematicas Fisicas y Quimicas, al Ing. Hernan Nieto Castro (Decano de la facultad), Ing. Edgar Menendez Menendez, (Vicedecano de la carrera de Ingenieria Civil), nuestro tutor del proyecto de titulación Ing. Edwin Rodriguez Vèliz.

De la misma manera agradezco a los señores Miembros del Tribunal de Revisión, Evaluación y Sustitución.

De manera especial agradecemos también al Ing. Carlos Centeno, por su apoyo incondicional en la realización del presente proyecto.

A todas las personal y familiares de buen corazón que nos ayudaron de alguna manera. Gracias.

Alcivar Quiroz Guber Daniel.

Chóez Cevallos Cristhian José.

UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS FISICAS Y QUIMICAS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

CERTIFICACION

Yo, Ingeniero **Edwin Rodriguez Vèliz** docente de la Facultad de Ciencias Matematicas Fisicas y Quimicas de la Universidad Tècnica de Manabì, certifico que el presente trabajo de titulación previa a la obtención del rirulo de Ingeniero Civil, cuyo tema es "**ESTUDIO SOBRE LAS SOLICITACIONES DE TRÀFICO DE VEHÍCULOS PESADOS EN LAS CARRETERAS DE INGRESO A LA CIUDAD DE PORTOVIEJO";** fue desarrollado bajo mi dirección por los egresados **Alcivar Quiroz Guber Daniel y Chóez Cevallos Cristhian José**, cumpliendo con el Reglamento General de Graduado de la Universidad Tecnica de Manabi y demostrando honestudad esfuerzo y dedicación.

_____

Edwin Rodriguez Vèliz
TUTOR

INFORME DEL TRABAJO DE TITULACIÒN

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de desarrollo comunitario y que lleva por tema: **“ESTUDIO SOBRE LAS SOLICITACIONES DE TRÀFICO DE VEHÍCULOS PESADOS EN LAS CARRETERAS DE INGRESO A LA CIUDAD DE PORTOVIEJO”** desarrollado por los señores, Alcivar Quiroz Guber Daniel con cèdula Nº 130949453-0 y Chóez Cevallos Cristhian José con cèdula Nº131259118-1, previo a la obtención del titulo de INGENIERO CIVIL, bajo la tutorìa y control del señor Ing. Edwin Rodriguez Vèliz, docente de la Facultad de Ciencias Matemàticas, Fìsicas y Quìmicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulaciòn Especial de la Universidad Tècnica de Manabì, aprobada por el H. Concejo Universitario, cumplo con informar que en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondientes a tener menos del 10% de similitud con otros documentos existentes en el repositorio
- Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simòn Bolivar del Ecuador .
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados
- El trabajo posee suficiente argumentación Tècnica Cientìfica, evidencia en el contenido bibliográfico consultado
- Mantiene el rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo

Sin mas que informar suscribo este documento no vinculante para los fines legales pertinentes

Ing. Beatriz Irene Caballero Mendoza

REVISOR DEL TRABAJO DE TITULACIÒN

DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros **Alcivar Quiroz Guber Daniel** y **Choez Cevallos Cristhian Josè,** egresados de la escuela de Ingenierìa Civil; declaramos que el presente trabajo de titulación llamado “ESTUDIO SOBRE LAS SOLICITACIONES DE TRÀFICO DE VEHÍCULOS PESADOS EN LAS CARRETERAS DE INGRESO A LA CIUDAD DE PORTOVIEJO”; es de responsabilidad nuestra y pertenece exclusoivamente a los autores; respetando derechos de terceros, guiada y orientada por nuestro director.

Alcivar Quiroz Guber Daniel

Choez Cevallos Cristhian Josè

Tabla de contenido

Resumen 1

Summary 2

1. Tema 3

2. Planteamiento Del Problema 4

2.1 Descripción de la realidad problemática 4

2.2 Formulación del problema 4

2.3 Delimitación De La Investigación 4

2.3.1 Espacial 4

2.3.2 Temporal 5

3. Revisión De La Literatura Y Desarrollo Del Marco Teórico 5

3.1 Antecedentes 5

3.2 Justificación 6

3.3 Marco Teórico 7

3.3.1Tránsito 7

3.3.2 Factor de camión 7

Factores De Equivalencia De Cargas 7

Espectros De Carga 8

3.3.3 Tipos de vehículos 9

3.3.3 Características de la infraestructura vial y su efecto en el flujo vehicular 10

3.3.4 Factores que afectan la capacidad 10

3.3.5 Clasificación por Capacidad (Función del TPDA) 11

3.3.6 Clasificación Funcional por importancia en la red vial 12

3.3.7 Consideraciones Generales 14

3.3.8 Volúmenes De Tránsito 15

3.3.9 Tráfico promedio diario de camiones. 15

3.3.10 Factor de distribución por dirección 15

3.3.11 Clasificación de estaciones de conteo y procedimiento de medición del peso 16

3.3.11.1 Estación permanente....16

3.3.11.2 Estación tipo "A"....16

3.3.11.3 Estación Tipo "B"....16

3.3.11.4 Estación sumaria....16

3.3.12 Pavimento De Hormigón....17

3.3.12.1 Pavimentos rigidos....17

3.3.12.2 Pavimentos flexibles....17

3.3.16 Factores que afectan la condición de la estructura del pavimento....18

3.3.16.1 Efecto de la sobrecarga en los pavimentos....18

Factores Equivalentes De Carga Para Pavimentos Rigidos....20

3.3.17 Clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico. 23

4. Visualización del alcance del estudio....24

4.1 En lo social....24

4.2 En lo económico 24

4.3 En lo científico....24

5. Elaboración de hipótesis y definición de variables. 24

5.1 Hipótesis. 24

5.2 Definición de variables. 25

5.2.1. Variable independiente. 25

5.2.2. Variable dependiente. 26

5.3 Comprobación hipótesis....27

5.4 Ubicación de las carreteras de ingreso a la cuidad de portoviejo 27

6. Desarrollo del Diseño de Investigación....30

6.1 Objetivos general y específicos 30

6.1.1Objetivo general 30

6.1.2Objetivos específicos....30

6.2 Campo de acción.....30
7. Definición y selección de la muestra.....30
7.1 Población y muestra.....30
7.2 Muestreo 31
8. Recolecciones de los datos (estadísticos verificación de objetivos) 31
8.1 Muestras e instrumentos de recolección de datos.....31
8.2 Metodología empleada.....31
9. Verificación de los objetivos.....31
10. Analisis de los datos elaboración del reporte de los resultados (discusiones conclusiones y recomendaciones).....32
10.1 (Manta – Portoviejo).....32
10.1.1 Objetivo.....32
10.1.2 Muestra. 32
10.1.3 Materiales y equipos. 32
10.1.4 Procedimiento 33
10.1.4 Análisis de resultados. 34
10.2 (Crucita – Portoviejo) 36
Ojetivo. 36
Muestra. 36
Materiales y equipos. 36
Procedimiento. 36
Análisis de resultados. 37
I. Objetivo. 39
II. Muestra. 39
III. Materiales y equipos. 39
IV. PROCEDIMIENTO. 39
Análisis de resultados 40
10.4 (Santa Ana – Portoviejo).....42

V. Objetivo.....42
VI. Muestra. 42
VII. Materiales y equipos. 42
VIII. Procedimiento. 42
Análisis de resultados. 43
11. Presupuesto.....45
12. Cronograma 46
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47
13.1 CONCLUSIONES 47
13.2 RECOMENDACIONES.....48
Referencias 49

ÌNDICE DE TABLA

TABLA 1 VEHÍCULOS AUTOMOTORES CON MENOS DE CUATRO RUEDAS 9
TABLA 2 VEHÍCULOS AUTOMOTORES CON MENOS DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOSY CONSTRUIDOS PARA EL TRANSPORTE DE PASAJEROS 9
TABLA 3 VEHÍCULOS AUTOMOTORES CON MENOS DE CUATRO RUEDAS O MÁS DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIA **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
TABLA 4 REMOLQUES (INCLUIDO SEMIREMOLQUES) **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
TABLA 5 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS EN BASE AL TPDA 12
TABLA 7 CUADRO DEMOSTRATIVO DE PESO BRUTO VEHICULAR Y LONGITUDES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS RÌGIDOS 19
TABLA 8 CUADRO DEMOSTRATIVO DE PESO BRUTO VEHICULAR Y LONGITUDES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS ARTICULADOS 19
TABLA 9 CUADRO DEMOSTRATIVO DE PESO BRUTO VEHICULAR Y LONGITUDES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA VEHÍCULOS CON REMOLQUE 19
TABLA 10 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, EJES SIMPLES, PT =2,5 20
TABLA 11 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, EJES TRÍDEM, PT =2,5 21
TABLA 12 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, EJES TÁNDEM, PT =2,5 23
TABLA 13 REGLAMENTO MOTP - 2002 **(1)** 23
TABLA 14 PRESUPUESTO 45
TABLA 15 CRONOGRAMA 46

ÌNDICE DE GRÀFICOS

ILUSTRACIÓN 1VIA MANTA – PORTOVIEJO 27
ILUSTRACIÓN 2VIA CRUCITA -PORTOVIEJO 28
ILUSTRACIÓN 3VIA SAN PLANCIDO – PORTOVIEJO 28
ILUSTRACIÓN 4VIA SANTA ANA – PORTOVIEJO 29

Resumen

En el presente trabajo de investigación denominado “ESTUDIO SOBRE LAS SOLICITACIONES DE TRÀFICO DE VEHÍCULOS PESADOS EN LAS CARRETERAS DE INGRESO A LA CIUDAD DE PORTOVIEJO”, haciendo referencia a el trafico vehicular producido en la cuidad de Portoviejo en las vías (Manta – Portoviejo; Crucita - Portoviejo; San Placido - Portoviejo y Santa Ana – Portoviejo).

En el diseño de vias, es de gran importancia una correcta determinación de las características del tránsito vehicular para asegurar un óptimo funcionamiento durante el período de vida útil estipulado en dicho diseño.

En el trabajo de investigación se determinarán las cargas y características en las carreteras principales que dan acceso a la ciudad de Portoviejo, utilizando un método indirecto en las medidas de cargas.

Se tomarán muestras de vehículos pesados en diferentes carreteras que dan acceso al cantón, adquiriendo como información las siluetas y un estimado de las cargas de camiones que circulan. Un procedimiento estadístico de esta información permitirá estimar los espectros de cargas y con ello las cargas y características de cada una de las carreteras a estudiarse.

En el diseño de pavimentos el conocimiento del tráfico es una de los factores más importantes, y su determinación posibilita la realización de diseños más racionales.

Summary

In the present work of investigation denominated “STUDY ON THE REQUESTS FOR THE TRAFFIC OF HEAVY VEHICLES ON THE ROADS OF ENTRANCE TO THE CITY OF PORTOVIEJO ", Making reference to the vehicular traffic produced in the city of Portoviejo in the tracks (Manta - Portoviejo, Crucita - Portoviejo, San Placido - Portoviejo and Santa Ana - Portoviejo).

In the design of roads, it is of great importance a correct determination of the characteristics of the vehicular traffic to ensure an optimal operation during the period of useful life stipulated in said design.

In the research work will determine the loads and characteristics in the main roads that give access to the city of Portoviejo, using an indirect method in the load measurements.

Heavy vehicles will be sampled on different roads that give access to the canton, acquiring as information the silhouettes and an estimate of the loads of trucks that circulate. A statistical procedure of this information will allow to estimate the load spectra and with it the loads and characteristics of each one of the roads to be studied.

In pavement design traffic awareness is one of the most important factors, and its determination makes it possible to design more rational designs.

1. Tema

“ESTUDIO SOBRE LAS SOLICITACIONES DE TRÁFICO DE VEHÍCULOS PESADOS EN LAS CARRETERAS DE INGRESO A LA CIUDAD DE PORTOVIEJO.”

2. Planteamiento Del Problema

2.1 Descripción de la realidad problemática

En el Ecuador, desde el momento de la implementación de normas técnicas en la construcción de carreteras, no han sido suficientes los estudios o análisis de las características de tránsito propias de nuestra región, sino que se procedió, y aún se hace uso de normas extranjeras para el análisis y diseño de las vías implementadas en el país, siendo la mayoría de las características de tránsito, que poseen estas normativas, ajenas a la de nuestra realidad.

Los mayores daños producidos en las vías de Portoviejo correponden a la sobrecarga que reciben a diario, ya que en ocasiones dichas estructuras son diseñadas para soportar un determinado volumen de transito de vehículos, el problema surge del aumento excesivo en las cargas equivalentes de distintos ejes, este aumento de las cargas permitidas en los vehículos produce mayor daño en las estructuras de pavimento reduciendo de manera exponencial la vida útil, esto hace que incrementen los niveles de intervención de mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, y rehabilitación parcial o total de las estructuras de pavimento. Es por eso que a través de este estudio se determinará las solicitaciones más adecuadas para la construcción y reconstruccion de vías a futuro en la cuidad de Portoviejo con el fin de conocer mediante un análisis estadístico el factor K (factor de reducción de cargas), el cual será de vital importancial al momento de diseñar via de pavimento rígido específicamente para dicha ciudad.

2.2 Formulación del problema

¿De qué manera las solicitaciones de tràfico de vehiculos pesados influyen en las carreteras de ingreso a la ciudad de Portoviejo?

2.3 Delimitación De La Investigación

2.3.1 Espacial

La investigación se desarrollo en las carreteras principales que dan ingreso la ciudad de Portoviejo. En las vìas de ingreso (Manta – Portoviejo; Crucita - Portoviejo; San Placido - Portoviejo, y Santa Ana – Portovierjo).

2.3.2 Temporal

Se determinarán las cargas por eje de los vehículos pesados, mediante un procedimiento indirecto, para lo cual se tomarán muestras de camiones en diferenres días de la semana y a varias horas del dia, regitrándose además los volúmenes totales de vehiculos.

3. Revisión De La Literatura Y Desarrollo Del Marco Teórico

3.1 Antecedentes

Los accesos víales terrestres son de gran importancia en el aspecto socio-económico por lo que resulta conveniente realizar un adecuado estudio para la construcción de las mismas.

En el cantón de Portoviejo el crecimiento de automotores ha sufrido grandes cambios en los últimos años, por consiguiente las características del tránsito vehicular han sufrido grandes reformas; lo cual es una de las razones por las que estructuras viales no alcanzan a concluir en terminos de trabajo sus períodos de diseños establecidos, dedido a tazas de crecimientos vehiculares que no reflejan la verdadera realidad de la situación.

Las vías de acceso hacia nuestro cantón eran muy luctuosas por lo que se evitaba su uso y los usuarios que si hacían uso de dichas vías a menudo presentaban molestias e inconfomidad por sus pésimas condiciones. Es de conocimiento general que Portoviejo carecía de obras viales de calidad ya que por varios años fue abandonado.

Actualmente la situación ha cambiado favorablemente, contando con mejores vías generando un crecimiento y desarrollo sustentable tanto en lo económico como en lo social, sin embargo el incremento del volumen vehicular es notable.

Hoy en dia se cuenta con accesos viales con adecuada estructura, no obstante por no controlar los reglamentos normativos vigentes, en cuanto a exceso de la sobrecarga vehicular, esta da lugar a que los transportistas de carga pesada no respeten los límites de capacidad máxima de peso concebidos dentro de la norma y en su vehículo, en ocasiones también participan de estos excesos de pesos vehículos livianos que dedican su actividad al transporte aumentando considerablemente la capacidad máxima de peso, lo cual afecta las estructuras viales ya que estos sobrepesos no son tomados en cuenta al momento de calcular una estructura vial.

3.2 Justificación

La ingeniería nos obliga a realizar obras eficientes, económicas y autosustentables, por lo que resultaría completamente contraproducente construir obras bajo criterios con las cuales se sabe que no va a cumplir su periodo de diseño estipulado bajo cargas establecidas en su cálculo. En el caso específico de las vías no serviría de nada construirlas bajo características de tránsito que fueron obtenidos en una región diferente a la nuestra debido a que esta puede resultar en una obra excesivamente costosa o en una obra no rentable funcionalmente (deterioro excesivo a corto plazo), esto debido a que las características del tránsito de otra región pueden resultar diferentes, muy altas o muy bajas, en relación con las que existen en nuestro medio, siendo distintos el volumen de flujo vehicular, el tipo de vehículos que transiten, y las cargas que transporten.

Las carreteras de Portoviejo presentan en la actualidad diferentes problemas, principalmente su rápido deterioro, motivados entre otras causas, por la utilización de criterios de diseño que no se adecuan completamente a las condiciones ambientales y de tráfico del cantón.

Para contribuir con la mejora del comportamiento de los pavimentos dentro del cantón, debe conocerse con mayor precisión las variables que intervienen en el diseño en nuestras condiciones, donde las solicitacioes es el factor mas importante.

Esta investigación se realiza con el propósito de dotar a la colectividad de profesionales de la región y a los estudiantes, con información confiable relacionada con las variables de tráfico que intervienen en el diseño de los pavimentos de carreteras.

3.3 Marco Teórico

3.3.1 Tránsito

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus elementos debe estar orientado en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos y usuarios que transitan o transitaran por ella. El tránsito indica para qué tipo servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. No es racional el diseño de una carretera sin información suficiente sobre el tránsito; la información sobre el tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado.

Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos o volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos.[1]

3.3.2 Factor de camión

El Factor Equivalente de Carga (FEC) tiene una manera de expresar los niveles equivalentes de daño entre ejes, pero también es conveniente expresar el daño en términos del deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el total. Así nace el concepto de Factor de Camión (FC) que se define como el numero de ESALs por. Este tipo de camión puede ser computado para cada clasificación general de camiones o para todos los vehículos comerciales como un promedio para una configuración de tránsito dada. Es más exacto considerar factores de camión para cada clasificación general de camiones.

Factores De Equivalencia De Cargas

El factor de equivalencia de carga esta basado en el deterioro producido por un eje patrón, este factor no corresponde a un valor específico que permanece constante, pues este cambia con la estructura del pavimento. La diversidad en las características de los vehículos que circulan sobre un pavimento durante su vida de diseño, tienen como consecuencia un amplio espectro de ejes de carga, con distintos espacios entre llantas y distintas presiones

[1] (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

de inflado, lo que origina una amplia gama de esfuerzos y deformaciones aplicados a un determinado punto de la estructura.[10]

$$\text{LEF} = \frac{\text{N° de ESALs de 80 KN que produce una pérdida de servicialidad}}{\text{N° de ejes x KN que producen la misma pérdida de servicialidad}}$$

Espectros De Carga

Dentro del gran número de factores que se consideran actualmente para el análisis estructural y diseño de pavimentos, el tránsito vehicular es uno de los más importantes. Su caracterización adecuada es fundamental para poder concebir estructuras de pavimento que sean capaces de ofrecer altos desempeños en términos de durabilidad.

La importancia de ese factor es exponencialmente mayor en vías de alto y muy alto tránsito vehicular, como sucede en los ejes carreteros troncales del País, aunque no exclusivamente, en donde un gran porcentaje de los vehículos son de carga y muy pesados.

Entre los múltiples aspectos que se pueden mencionar en relación a los espectros de carga conviene destacar los siguientes:

1. Cada punto del espectro de carga representa el porcentaje de ejes de un cierto tipo que circula con cierto nivel de carga.
2. El área bajo la curva de cada espectro de carga debe ser unitaria.
3. El espectro de carga caracteriza al tránsito pesado en el tramo carretero en donde se hace la medición. El seguimiento en el tiempo permite valorar la evolución de la distribución de las cargas, aspecto que está relacionado con la intensidad de las actividades económicas en el sector transporte.
4. Los valores máximos permiten identificar los niveles de carga más usuales; niveles que se pueden asociar a si los vehículos circulan vacíos o con carga completa.
5. Permite identificar los tramos carreteros en donde los niveles de carga exceden el reglamento y en qué porcentaje.
6. Se pueden asociar comportamientos del tránsito de vehículos de carga similares y establecer espectros regionales.
7. Permiten diseñar y revisar la capacidad estructural de un pavimento con datos realmente representativos de una red carretera.

8. Son indicadores de la severidad que se puede esperar de los distintos deterioros en una carretera a lo largo del tiempo.

Esto puede de ser de particular interés para los responsables de la conservación y mantenimiento de una red carretera en términos de desempeño.

3.3.3 Tipos de vehículos

En nuestro país contamos con un Reglamento Nacional de Vehículos, el mismo que fue aprobado por Decreto Supremo N° 058-2003-MTC del 12 de octubre de 2003, con el objeto de establecer los requisitos y características técnicas que deben cumplir los vehículos, para que ingresen, se registren, transiten, operen y se retiren del Sistema Nacional de Transporte Terrestre. Los requisitos y características técnicas establecidas en el reglamento están orientadas a la protección y seguridad de las personas, los usuarios del transporte y del tránsito terrestre, así como la protección del medio ambiente y el resguardo de la infraestructura vial.

Categoría L.-

Tabla 1Vehículos Automotores con menos de cuatro ruedas

L1	Vehículos de dos ruedas, hasta 50 cm3 y velocidad máxima de 50 Km/h
L2	Vehículos de tres ruedas, hasta 50 cm3 y velocidad máxima de 50 Km/h
L3	Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm3 o velocidad mayor a 50 Km/h
L4	Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm3 o velocidad mayor a 50 Km/h
L5	Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm3 o velocidad mayor a 50 Km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.

Categoría M.-

Tabla 2Vehículos Automotores con menos de cuatro ruedas o más diseñadosy construidos para el transporte de pasajeros

	Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar con el asiento del conductor
M2	Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar con el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos
M3	Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar con el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de pasajeros se clasifican en:

Clase I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.

Clase II: Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio previsto para dos asientos dobles.

Clase III: Vehículos construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

3.3.3 Características de la infraestructura vial y su efecto en el flujo vehicular

Existen varios factores que influyen o afectan el flujo vehicular, entre ellos podemos mencionar: las características geométricas de la vía (ancho, pendiente, curvatura), tipo de superficie (trocha, afirmado, tratamiento superficial, carpeta asfáltica), deterioros en la vía (baches, hudimientos, ahuellamientos, etc) y la señalización o dispositivos de control de tránsito tales como semáforos y señales restrictivas.

3.3.4 Factores que afectan la capacidad

La características de la mayor parte de las vías rurales y urbanas y del trafico que las utiliza difieren mas o menos de las que se consideran ideales desde el punto de vista de capacidad. Por ello es preciso aplicar una serie de factores de corrección para tener en cuenta la forma en que afectan la capacidad las diferencias que existen entre las circunstancias reales y las teóricas ideales. A veces, estos factores son a su vez función del nivel de servicio que se pretende. Unos factores se refieren a las vías en si y otros a las características del tráfico, aunque no siempre son independientes, como por ejemplo en el caso de la influencia de las pendientes y de la proporción de camiones que utiliza una determinada vía.[2]

[2] (H, 2005)

3.3.5 Clasificación por Capacidad (Función del TPDA)

Con el fin de elevar los estándares de las carreteras del país y con ello, lograr la eficiencia y la seguridad en el tránsito anheladas, se ha considerado plantear esta clasificación, que considera los datos de tráfico a nivel nacional recabados por el MTOP (Sept/2012), estadísticas de accidentes y el parque automotor del país. De esta información, por ejemplo, se puedo concluir que existen muchas vías que rebasan ya la barrera de los 80.000 vehículos diarios (TPDA), que existe un número significativo de accidentes de tránsito, y que además, por diversos estudios realizados, el parque automotor ha crecido consistentemente a una tasa promedio simple durante los últimos 14 años en el orden del 6% anual.

Por tanto, se concluye que se necesita plasmar en las Normas NEVI una nueva orientación al dimensionamiento mismo de las nuevas vías, donde se contemple no sólo la tendencia actual sino la visión futura, que se considere brindar una verdadera eficiencia y seguridad efectiva a todos los usuarios (peatones, ciclistas, motociclistas, vehículos livianos, vehículos pesados, vehículos del transporte público, etc.), que considere las operaciones y maniobras del tránsito, que considere el dimensionamiento y el equipamiento de seguridad tanto para la vialidad que cruza zonas pobladas como zonas rurales, que establezca los anchos básicos y/o mínimos efectivos para los diversos proyectos viales que se han de ejecutar de aquí en adelante, aplicando estas Normas.

Para normalizar, la estructura de la red vial del país de este siglo, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico que procesa o que se estima procesará en el año horizonte o de diseño. La Tabla 2A.202-01 presenta la clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos en función del TPDA.

De acuerdo a esta clasificación, las vías debieran ser diseñadas con las características funcionales y geométricas correspondientes a su clase pudiendo, obviamente, construirse por etapas, en función del incremento del tráfico y del presupuesto.[3]

[3] (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

Tabla 3Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Clasificaciòn Funcional de las Vìas en base al $TPDA_d$			
Descripciòn	**Clasificaciòn Funcional**	**Tràfico Promedio Diario Anual ($TPDA_d$) al año de horizonte**	
		Lìmite Inferior	**Limite Superior**
Autopista	**AP2**	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovìa o Carretera Multicarril	**AV2**	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	**C1**	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

3.3.6 Clasificación Funcional por importancia en la red vial

Corredores Arteriales Son los caminos de alta jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos que conectan en el Continente, a las Capitales de Provincia, a los principales puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera que sirven para viajes de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controlados; y, estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura.

Vías Colectoras Son los caminos de mediana jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlas a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Son caminos que se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo de estándares geométricos adecuados para cumplir esta función.

Caminos Vecinales Estas vías son las carreteras convencionales básicas que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores, destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios turísticos.[4]

[4] (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

Red vial en el Ecuador

La red vial nacional del Ecuador consiste en el conjunto de carreteras y caminos de Ecuador, que comprende el conjunto de caminos de propiedad pública sujetos a la normatividad y marco institucional vigente. La Red Vial Nacional está integrada por:

La Red Vial Provincial es el conjunto de vías administradas por cada uno de los Consejos Provinciales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

La Red Vial Cantonal es el conjunto de vías urbanas e inter-parroquiales administradas por cada uno de los Consejos Municipales. Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico

Ilustración 1Mapa de la red estatal del Ecuador

3.3.7 Consideraciones Generales

A continuación se describen algunas consideraciones prácticas que es necesario tomar en cuenta en terreno:

El analista deberá seleccionar tanto las fechas de medición como la ubicación de los equipos de forma de obtener datos representativos del comportamiento del flujo en el periodo que quiere caracterizar. Esto significa, por ejemplo, que es necesario evitar medir en condiciones extremas atípicas.

Los formularios deben ser diseñados de forma, que faciliten la lectura-escritura de la información; en especial, toda la información que deba ser recogida en forma simultánea debe poder registrarse en una misma página, evitando en lo posible cambiar de hoja según el movimiento efectuado o según el tipo de vehículo que lo realiza.

Se debe codificar a priori los movimientos y sentido de circulación posible (incluyendo los prohibidos) en cada punto de medición (puntos de control).

La identificación de los accesos deberá partir del azimut norte en el sentido de las manecillas del reloj numerando los accesos en forma creciente;

La identificación de los movimientos deberá considerar dos dígitos. El primero es el número de la rama de accesos y el segundo, el número de la rama de egreso;

En el caso de mediciones automáticas, si el flujo es superior a 1000 Veh/h en promedio, se recomienda efectuar filmaciones en remplazo de los conteos manuales de apoyo;

Se debe incluir dentro del formulario o en formulario aparte, información relativa al estado de clima y la vía, siendo la mínima exigible:

- Clima Lluvia, nieve, neblina, despejado.
- Vía transitable, intransitable, trafico interrumpido por accidente.

El flujo vehicular por tipología y periodo, adoptado para efectos de simulación y evaluación, será el promedio horario de las mediciones efectuadas.[5]

[5] (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR, 2013)

3.3.8 Volúmenes De Tránsito

Para el diseño de estructuras de pavimento es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Para el efecto se realizan estudios de volúmenes de tránsito, los cuales pueden variar desde lo más amplios en un sistema de caminos, hasta el recuento en lugares específicos tales como: puentes, túneles o intersecciones de carreteras. En todo estudio de volúmenes de tránsito es necesario obtener 2 datos básicos: el tránsito medio diario general y el tránsito medio diario de camiones. Estos se pueden obtener al efectuar censos o aforos de tránsito en el lugar de la construcción.

El tránsito cambia según el día de la semana, cambia según la semana de mes, cambia según la estación o época del año, cambia según los días de descanso, etc. Por lo que es necesario hasta donde sea posible, contar con estadísticas de períodos largos de evaluación del tránsito, para analizar el comportamiento de los diferentes volúmenes y tipos de vehículos, que nos permitan en mejor forma evaluar las cargas que se aplicaran a la estructura de pavimento

3.3.9 Tráfico promedio diario de camiones.

La mínima información requerida para un diseño de pavimento es el tráfico promedio diario de camiones al comienzo del período de diseño. Esta información puede ser obtenida de conteos actualizados en la vía existente en donde se vaya a realizar una rehabilitación o en las vías aledañas a la nueva vía a diseñar que presente características similares en los patrones de tráfico. Los conteos de tráfico deben ser ajustados por variaciones al día o por temporada.[6]

3.3.10 Factor de distribución por dirección

Es el factor total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es de 0.5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección. Puede darse el caso de ser mayor en una dirección que en la otra, lo cual puede deducirse del conteo de tránsito efectuado. Lo más importante de esto, será la diferencia de peso entre los vehículos que van en una y otra dirección; como puede suceder por la cercanía de una fábrica, puerto, etc.[7]

---

[6] (ITURBIDE CORONADO, 2002)

[7] (Cedeño Cevallos , 2014)

3.3.11 Clasificación de estaciones de conteo y procedimiento de medición del peso

3.3.11.1 Estación permanente

Se le llama Estación Permanente, a las que trabajan las 24 horas del día durante 7 días consecutivos pudiendo constatar la fluidez de vehículos, tanto diurno como nocturno, estos datos nos dan una mejor representatividad para la elaboración del Boletín de Tránsito y actualizar los mapas de flujo de tránsito en base a los datos obtenidos durante los siete días de conteo. Para este tipo de estación se ubican en puntos estratégicos (principales salidas de la capital hacia el interior del país y de los departamentos de mayor convergencia vial en las rutas de 1er. orden). Para realizar este conteo, se necesita de cuatro técnicos como mínimo los que se rotan en diferentes turnos de 3 ó 4 horas cada uno, tanto diurno como nocturno.

3.3.11.2 Estación tipo "A"

Se le llama Estación Tipo "A", porque se laboran cuatro días consecutivos en un período de 12 horas, trabajando dos días hábiles y dos días no hábiles, en un horario de 6:00 AM a 18:00 PM, con estas obtenemos una muestra del comportamiento vehicular ya que también nos ayudan en la elaboración del Boletín de Tránsito y la actualización de los mapas de flujo vehicular y otros documentos.

Para este conteo se necesitan de 3 técnicos alternando turnos durante el día de 3 ó 4 horas cada uno; principalmente en las salidas de los departamentos hacia sus municipios, o en donde especifique la Dirección General de Caminos.

3.3.11.3 Estación Tipo "B"

Se le llama Estación Tipo "B", ya que el conteo se realiza dos días hábiles de doce horas continuas en horario de 6:00 AM a 18:00 PM (Diurno), al igual que las otras estaciones los datos aportados ayudan a la elaboración tanto de mapas como de documentos vehiculares (T.P.D.A.). Para este trabajo es necesario contar con 3 técnicos realizando turnos de 3 ó 4 horas cada uno durante todo el día.; principalmente este conteo se desarrolla en todo el territorio nacional para determinar el flujo permanente diurno.

3.3.11.4 Estación sumaria

Se le llama Estación Sumaria ya que el conteo se realiza durante un día hábil 12 horas continuas en horarios de 6:00 AM a 18:00 PM (Diurno), para este conteo se necesita de 3 técnicos realizando turnos de 3 ó 4 horas durante el día que dura el conteo, esta

Estación sumaria abarca casi en su totalidad lo que es la Red Vial del país y los conteos se realizan en carreteras pavimentadas y no pavimentadas al igual que las estaciones antes mencionadas, cada estación permite determinar el valor del Tránsito Promedio Diario Anual (T.P.D.A). En esta estación se clasifica el tránsito liviano y el tránsito pesado, contando con sus respectivos porcentajes (%), para un mejor historial del tránsito sobre toda la red vial nacional.[8]

3.3.12 Pavimento De Hormigón

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.[9]

3.3.12.1 Pavimentos rigidos

Debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, que dan como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. El elemento fundamental de este tipo de pavimentos es una losa de concreto, tiene una resistencia a la flexión considerable que le permite actuar como si fueran vigas, la ventaja que tiene frente a los pavimentos flexibles, es que se deteriora poco, el gasto de conservación es bajo, pero la desventaja es que el costo de construcción es alto. Los pavimentos rígidos pueden ser: de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), de concreto reforzado y con refuerzo continuo. a. Los pavimentos de concreto simple, se construyen sin acero de refuerzo o varillas de transferencia de carga en las juntas. b. Los pavimentos de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores), se construyen sin acero de refuerzo, para lo cual se colocan varillas lisas en cada junta de construcción, las mismas que actúan como dispositivos de transferencia de carga, por lo que se requiere que la separación entre juntas sea corta para controlar el agrietamiento.

3.3.12.2 Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles están conformados estructuralmente por capas de materiales granulares compactados y una superficie de rodadura (construida normalmente

[8] (Arias, 2010)

[9] (López I. B., 2009)

a base de concreto asfáltico) la cual forma parte de la estructura del pavimento. La superficie de rodadura al tener menos rigidez se deforma más y se producen mayores tensiones en la sub-rasante.[10]

3.3.16 Factores que afectan la condición de la estructura del pavimento

3.3.16.1 Efecto de la sobrecarga en los pavimentos

La aplicación de las sobrecargas en los pavimentos son las principales causas del deterioro en las carreteras, a lo cual se le agrega el efecto del clima, lo que lleva a la consiguiente pérdida de capacidad de respuesta del pavimento. Uno de los mayores problemas que se encuentran en las predicciones teóricas sobre el efecto destructivo de las cargas de tránsito, es el de decidir cual es el criterio determinante a utilizar, tensión, deformaciones o serviciabilidad. Aun definido este problema la dificultad persiste debido a la multiplicidad de factores que intervienen, esto es, tipo de apoyo, intensidad y frecuencia de las cargas, etc. En general las repeticiones de cargas no son relevantes y si su intensidad no sobrepasa el valor de diseño estimado. Son determinantes en el diseño los vehículos comerciales, camiones y buses

[10] (DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2)

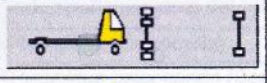
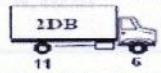
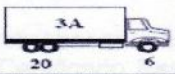
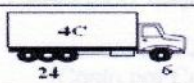
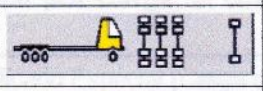
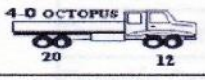
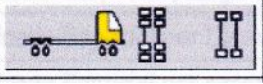
TIPO	DISTRIBUCION MAXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS (t)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m)		
					LARGO	ANCHO	ALTO
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	17	12,00	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	26	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	30	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			CAMIÓN CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR	32	12,00	2,60	4,10

Tabla 4Cuadro demostrativo de peso bruto vehicular y longitudes máximas permisibles para vehículos rìgidos

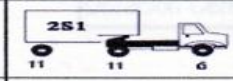
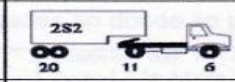
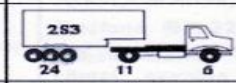
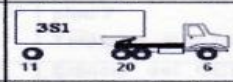
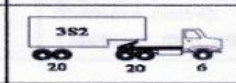
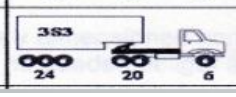
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS (t)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m)		
					LARGO	ANCHO	ALTO
2S1			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	28	18,50	2,60	4,10
2S2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	37	18,50	2,60	4,10
2S3			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	41	18,50	2,60	4,10
3S1			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	37	18,50	2,60	4,10
3S2			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	46	18,50	2,60	4,10
3S3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48	18,50	2,60	4,10

Tabla 5Cuadro demostrativo de peso bruto vehicular y longitudes máximas permisibles para vehículos articulados

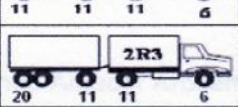
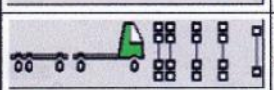
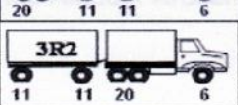
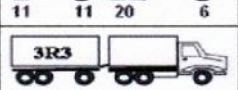
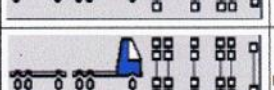
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS (t)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (m)		
					LARGO	ANCHO	ALTO
2R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	39	18,50	2,60	4,10
2R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	18,50	2,60	4,10
3R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	48	18,50	2,60	4,10
3R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	18,50	2,60	4,10

Tabla 6Cuadro demostrativo de peso bruto vehicular y longitudes máximas permisibles para vehículos con remolque

Factores Equivalentes De Carga Para Pavimentos Rigidos

Carga p/eje (kips)	D(pulg)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
6	0,0012	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
8	0,039	0,35	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
10	0,097	0,89	0,84	0,82	0,81	0,8	0,8	0,8	0,8
12	0,203	0,189	0,181	0,176	0,175	0,174	0,174	0,173	0,173
14	0,376	0,36	0,347	0,341	0,338	0,337	0,336	0,336	0,336
16	0,634	0,623	0,61	0,604	0,601	0,599	0,599	0,599	0,598
1S	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,51	1,52	1,55	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59	1,59
22	2,21	2,20	2,28	2,34	2,38	2,4	2,41	2,41	2,41
24	3,16	3,10	3,22	3,36	3,45	3,5	3,53	3,54	3,55
26	4,41	4,26	4,42	4,67	4,87	4,95	5,01	5,04	5,05
28	6,05	5,76	5,92	6,29	6,61	6,81	6,92	6,98	7,01
30	8,16	7,76	7,79	8,28	8,79	9,14	9,35	9,46	9,52
32	10,8	10,1	10,1	10,7	11,4	12	12,3	12,6	12,7
34	14,1	13,0	12,9	13,6	14,6	15,4	16	16,4	16,5
36	18,2	16,7	16,4	17,1	18,3	19,5	20,4	21	21,3
38	23,1	21,1	20,6	21,3	22,7	24,3	25,6	26,4	27
40	29,1	26,5	25,7	26,3	27,9	29,9	31,6	32,9	33,7
42	36,2	32,9	31,7	32,2	34	36,3	38,7	40,4	41,6
44	44,6	40,4	38,8	39,2	41	43,8	46,7	49,1	50,8
46	54,5	49,3	47,1	47,3	49,2	52,3	55,9	59	61,4
48	66,1	59,7	56,9	56,8	58,7	62,1	66,3	70,3	73,4
50	79,4	71,7	68,2	67,8	69,6	73,3	78,1	83	87,1

Tabla 7Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, ejes simples, pt =2,5

Carga p/eje (kips)	D (pulg)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
6	0,014	0,012	0,011	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	0,045	0,038	0,034	0,033	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
10	0,111	0,095	0,087	0,083	0,081	0,081	0,08	0,08	0,08
12	0,228	0,202	0,186	0,179	0,176	0,174	0,174	0,174	0,173
14	0,408	0,378	0,355	0,344	0,34	0,337	0,337	0,336	0,336
16	0,66	0,64	0,619	0,608	0,603	0,6	0,599	0,599	0,599
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1,46	1,47	1,52	1,55	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59
22	2,07	2,06	2,18	2,29	2,35	2,38	2,4	2,41	2,41
24	2,9	2,81	3	3,23	3,38	3,47	3,51	3,53	3,54
26	4	3,77	4,01	4,4	4,7	4,87	4,96	5,01	5,04
28	5,43	4,99	5,23	5,8	6,31	6,65	6,83	6,93	6,98
30	7,27	6,53	6,72	7,46	8,25	8,83	9,17	9,36	9,46
32	9,59	8,47	8,53	9,42	10,54	11,44	12,03	12,37	12,56
34	12,5	10,9	10,7	11,7	13,2	14,5	15,5	16	16,4
36	16	13,8	13,4	14,4	16,2	18,1	19,5	20,4	21
38	20,4	17,4	16,7	17,7	19,8	22,2	24,2	25,6	26,4
40	25,6	21,8	20,6	21,5	23,8	26,8	29,5	31,5	32,9
42	31,8	26,9	25,3	26	28,5	32	35,5	38,4	40,3
44	39,2	33,1	30,8	31,3	33,9	37,9	42,3	46,1	48,8
46	47,8	40,3	37,2	37,5	40,1	44,5	49,8	54,7	58,5
48	57,9	48,6	44,8	44,7	47,3	52,1	58,2	64,3	69,4
50	69,6	58,4	53,6	53,1	55,6	60,6	67,6	75	81,4

Tabla 8Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, ejes trídem, pt =2,5

Carga p/eje (kips)	D(pulg)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
4	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
6	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
8	0,007	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
10	0,015	0,014	0,013	0,013	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012
12	0,031	0,028	0,026	0,026	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
14	0,057	0,052	0,049	0,048	0,047	0,047	0,047	0,047	0,047
16	0,097	0,089	0,084	0,082	0,081	0,081	0,08	0,08	0,08
18	0,155	0,143	0,136	0,133	0,132	0,131	0,131	0,131	0,131
20	0,234	0,22	0,211	0,206	0,204	0,203	0,203	0,203	0,203
22	0,34	0,325	0,313	0,308	0,305	0,304	0,303	0,303	0,303
24	0,475	0,462	0,45	0,444	0,441	0,44	0,439	0,439	0,439
26	0,644	0,637	0,627	0,622	0,62	0,619	0,618	0,618	0,618
28	0,855	0,854	0,852	0,85	0,85	0,85	0,849	0,849	0,849
30	1,11	1,12	1,13	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
32	1,43	1,44	1,47	1,49	1,5	1,51	1,51	1,51	1,51
34	1,82	1,82	1,87	1,92	1,95	1,96	1,97	1,97	1,97
36	2,29	2,27	2,35	2,43	2,48	2,51	2,52	2,52	2,53
38	2,85	2,8	2,91	3,03	3,12	3,16	3,18	3,2	3,2
40	3,52	3,42	3,55	3,74	3,87	3,94	3,98	4	4,01
42	4,32	4,16	4,3	4,55	4,74	4,86	4,91	4,95	4,96
44	5,26	5,01	5,16	5,48	5,75	5,92	6,01	6,06	6,09
46	6,36	6,01	6,14	6,53	6,9	7,14	7,28	7,36	7,4
48	7,64	7,16	7,27	7,73	8,21	8,55	8,75	8,86	8,92
50	9,11	8,5	8,55	9,07	9,68	10,14	10,42	10,58	10,66
52	10,8	10	10	10,6	11,3	11,9	12,3	12,5	12,7
54	12,8	11,8	11,7	12,3	13,2	13,9	14,5	14,8	14,9
56	15	13,8	13,6	14,2	15,2	16,2	16,8	17,3	17,5
58	17,5	16	15,7	16,3	17,5	18,6	19,5	20,1	20,4
60	20,3	18,5	18,1	18,7	20	21,4	22,5	23,2	23,6
62	23,5	21,4	20,8	21,4	22,8	24,4	25,7	26,7	27,3
64	27	24,6	23,8	24,4	25,8	27,7	29,3	30,5	31,3
66	31	28,1	27,1	27,6	29,2	31,3	33,2	34,7	35,7
68	35,4	32,1	30,9	31,3	32,9	35,2	37,5	39,3	40,5
70	40,3	36,5	35	35,3	37	39,5	42,1	44,3	45,9
72	45,7	41,4	39,6	39,8	41,5	44,2	47,2	49,8	59,7

74	51,7	46,7	44,6	44,7	46,4	49,3	52,7	55,7	58
76	58,3	52,6	50,2	50,1	51,8	54,9	58,6	62,1	64,8
78	65,5	59,1	56,3	56,1	57,7	60,9	65	69	72,3
80	73,4	66,2	62,9	62,5	64,2	67,5	71,9	76,4	80,2
82	82	73,9	70,2	69,6	71,2	74,7	79,4	84,4	88,8
84	91,4	82,4	78,1	77,3	78,9	82,4	87,4	93	98,1
86	102	92	87	86	87	91	96	102	108
88	113	102	96	95	96	100	105	112	119
90	125	112	106	105	106	110	115	123	130

Tabla 9. Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, ejes tándem, pt =2,5

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen de tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el TPDA.

Los vehículos generalmente se clasifican por su tamaño, peso y movilidad. Según esto pueden distinguirse 4 tipos de vehículos: Motocicletas, livianos, pesados y especiales.[11]

3.3.17 Clasificación de carreteras de acuerdo al tráfico.

El volumen del TPDA poyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronostico de trafico para 10 año sobrepasa los 7000 vehiculos debe investigarse la posibilidad de construir una autoposta.

Clase de Carretera	Trafico Proyectado TPDA
R-I o R-II	Mas de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Tabla 10Reglamento MOTP - 2002 ***(1)***

[11] (López, 2009)

4. Visualización del alcance del estudio

"Estudio sobre las solicitaciones de tràfico de vehículos pesados en las carreteras de ingreso a la ciudad de Portoviejo".

4.1 En lo social

En la presente investigación se busca proyectar y mejorar los índices de servicio en varias carreteras de la cuidad para los usuarios, a través de un diseño estructural para pavimento rigidos mas optimo.

4.2 En lo económico

Gracias al esfuerzo personal de los estudiantes que conforman este grupo de proyecto de titulación, se intenta alcanzar el fortaleciento vial tanto para transportistas públicos y privados, asi como también usuarios particulares y asi contribuir al desarrollo sustentable de la red vial en el plano económico.

4.3 En lo científico

El conocimiento impartido a lo largo de la carrera permitió la elaboración de este proyecto de titulación y con la ayuda del tutor y profesores de la especialidad de la Universidad, quienes compartieron conocimientos y experiencia en este estudio se consiguieron resultados muy positivos en post de la excelencia academica.

5. Elaboración de hipótesis y definición de variables.

5.1 Hipótesis.

La hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación: "Un estudio sobre las solicitaciones de tràfico de vehiculos pesados en las carreteras de ingreso a la ciudad de Portoviejo, mejorará las futuras construcciones de pavimento". Con la obtención de datos mediante un aforo usando técnicas empíricas y científicas, se pretende conocer el número de ejes equivalentes y el factor camión los cuales determinan el daño producido por el trafico de vehículos pesados y servíran para plantear a futuro con mayor exactitud el rediseño de las vías estudiadas consiguiendo con esto dar un mejor desempeño de las vías y optimizar su vida útil.

5.2 Definición de variables.

5.2.1. Variable independiente.

Carreteras

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICA
Se denomina carretera a un amplio camino público, asfaltado o de concreto en condiciones óptimas de utilización, que tiene por objetivo la circulación vehicular.	**Pavimento de hormigón simple.**	Características de los pavimentos de hormigón simple.	¿Conoce usted las características de un pavimento de hormigón simple?	Observacion de campo
	Losa (superficie de rodadura)	Tipos de variables para pavimentos de hormigón simple.	¿ Tiene idea de que factores intervimenen en la construcción de un pavimento de hormigón simple?	Observacion de campo

5.2.2. Variable dependiente.

Solicitaciones de tràfico de vehículos.

MANIFESTACIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍTEMS	TÉCNICA
las solicitaciones de tráfico son todas las consideraciones de diseño que intervien en el desarrollo constructivo de un pavimento.	**Cargas y características**	Tipos de cargas y características	¿Conoce los tipos de carcas caracteristicas?	Observacion de campo
	Factores de equivalencia de cargas	Carteristicas de vehículos que circulan	¿Tiene referencia usted respecto a los factoresde equivalencia de carga?	Observacion de campo

5.3 Comprobación hipótesis

Con la obtención de datos mediante un aforo usando técnicas empíricas y científicas, se pretende conocer el número de ejes equivalentes y el factor camión los cuales determinan el daño producido por el trafico de vehículos pesados y servíran para plantear a futuro con mayor exactitud el rediseño de las vías estudiadas consiguiendo con esto dar un mejor desempeño de las vías y optimizar su vida útil.

5.4 Ubicación de las carreteras de ingreso a la cuidad de portoviejo

Ilustración 2VIA MANTA – PORTOVIEJO

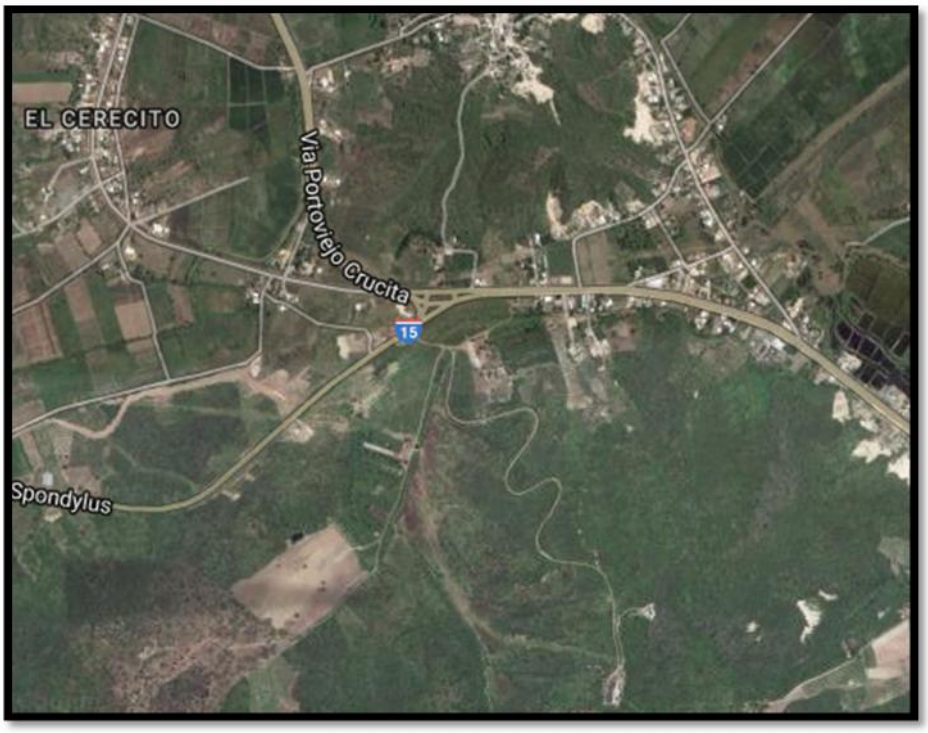


Ilustración 3VIA CRUCITA -PORTOVIEJO

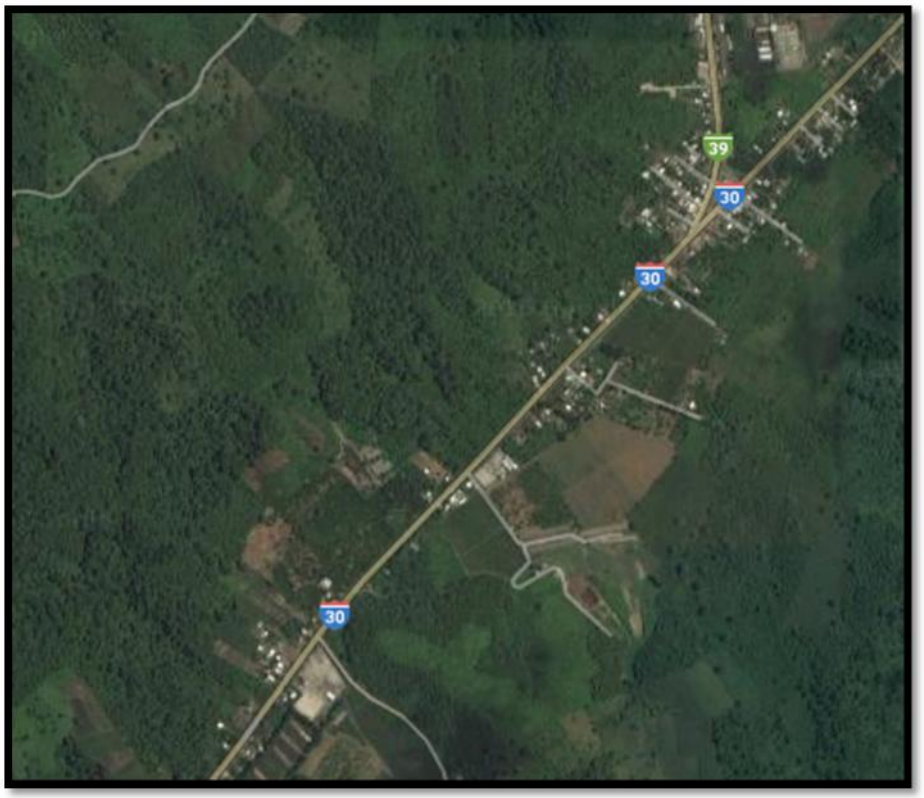


Ilustración 4VIA SAN PLANCIDO – PORTOVIEJO

Esta vía está ubicada al sureste de la ciudad de Portoviejo.

Ilustración 5VIA SANTA ANA – PORTOVIEJO

6. Desarrollo del Diseño de Investigación

6.1 Objetivos general y específicos

6.1.1Objetivo general

- Realizar un estudio sobre las solicitaciones de tràfico de vehiculos pesados en las carreteras de ingreso a la ciudad de Portoviejo.

6.1.2Objetivos específicos

- Clasificar los tipos de vehículos que transitan en las vías E30 Manta-Portoviejo, E30 San Placido-Portoviejo, E39A Crucita-Portoviejo y E462B Santa Ana-Portoviejo.
- Determinar el numero de ejes equivalestes en cada una de las vías
- Determinar el factor camión en la muestra de cada via a estudiar
- Analizar los resustados obtenidos de los numeros de ejes equivalentes y factor camión de cada via

6.2 Campo de acción

Aforo de datos mediante una investigación de campo, empleando técnicas, experimentales y empíricas, para así comprobar la hipótesis planteada y proponer un factor camión para cada via estudiada.

La investigación, involucra un proceso de aforación de datos, en los cuales se contenplan las solicitaciones de trafico vehicular, utilizado el método hipotético deductivo, dado a que otorgará validez y fiabilidad a la investigación.

7. Definición y selección de la muestra

7.1 Población y muestra

La población de la presente investigación está delimitada por las carreteras de ingreso principal a la cuidad de Portoviejo: (Manta – Portoviejo; Crucita- Portoviejo; San Placido - Portoviejo, y Santa Ana – Portoviejo) de la provincia de Manabí, en donde se tomaron varias muestras que determinaron las cargas por eje de los vehículos pesado en diferentes días de la semana y a varias horas del día, mediante un proceso de aforo de datos, donde se registraron los volúmenes máximos de vehículos.

7.2 Muestreo

Para llevar a cabo la presente investigación se usaron las cuatro vías de ingreso a la cuidad de Portoviejo, con el fin de obtener una idea acertada de las solicitaciones de tráfico de vehículos para la construcción de carreteras de pavimento rígido en la provincia de Manabí, con el fin de determinar un coeficiente de carga más preciso que cumpla a la vez con las especificaciones técnicas para un mejor diseño de las vías de pavimento rígido, brindando así una mayor durabilidad de la estructura.

8. Recolecciones de los datos (estadísticos verificación de objetivos)

8.1 Muestras e instrumentos de recolección de datos

La obtención de la presente muestra en la investigación se realizó mediante el conteo de siluetas vehículares establecidas con sus respectivos pesos y ejes por el Ministerio de Transporte y Obras Publicas entre las que se consideraron seis tipos de siluetas, tales fueron designadas como las mas comunes, con el objetivo de conocer e investigar las cargas carcteristicas y el factor camión, el cual servirá para realizar con mayor exactitud el diseño de una vía de pavimento rigido para cada una de las carreteras citadas anteriormente.

8.2 Metodología empleada

Aforación de datos estadísticos

9. Verificación de los objetivos

Clasificar los tipos de vehículos que transitan en las vías E30 Manta-Portoviejo, E30 San Placido-Portoviejo, E39A Crucita-Portoviejo y E462B Santa Ana-Portoviejo

Para la verificación de este objetivo se procedio a realizar una toma de datos para lo cual en primera instancia se clasifico los tipos de vehículos según se muestra en la ficha de los análisis de resultados, tomando en cuenta seis tipos que fueron los mas comunes, asi mismo se despresia a los buses considerándolos como un tipo 2BD debido a sus similares características con este ultimo nombrado.

Determinar el numero de ejes equivalestes en cada una de las vías

Mediante este objetivo se logró la determinación de los números de ejes equivalentes a través de un aforo de datos tomados en distintos horarios a diferentes horas del dia, luego de esto se procesaron los datos en una hoja programada de Excel la cual nos dio a conocer mas a fondo la problemática de nuestra investigación obteniendo resultados verificables para posteriormente concluir de manera satisfactoria.

Determinar el factor camión en la muestra de cada via a estudiar

De manera idéntica al objetivo anterior se procedio a determinar el factor camión mediante un aforo de datos y se los proceso en una hoja de cálculo Excel logrando como producto final el factor camión el cual determina el daño producido por el numero de ejes equivalentes.

10. Analisis de los datos elaboración del reporte de los resultados (discusiones conclusiones y recomendaciones)

10.1(Manta – Portoviejo)

10.1.1 Objetivo.

11 Determinar el estado tensional de la distancia el borde de los vehículos pesado.

10.1.2 Muestra.

10 Las muestras obtenidas se tomó en la vía Manta-Portoviejo.

10.1.3 Materiales y equipos.

11 Hoja de aforacion

12 Esfero

13 Computadora

10.1.4 Procedimiento

Visitar la vía asignada

A travez la hoja de aforo se procedio a contar las siluetas de los vehículos por 4 horas aproximadamente en distintos horarios del dia y diferentes días de la semana.

Una vez obtenido los datos categorizamos la cantidad de vehículos que pasaron en las horas de aforo.

Ingresamos los datos a Excel ordenandolos según la visualización del peso (Lleno, Intermedio, Vacio)

Se prodecio a calcular el factor camión

14	**LUGAR**	**15 MANTA --- PORTOVIEJO**											
16	**DIA Y HORA**	**17 lunes de 08h00 - 12h00**											
18	**TIPO**	**19**	**2DA**	**20**	**2DB**	**21**	**3-A**	**22**	**4-C**	**23**	**2S2**	**24**	**2S3**
25	**CANTIDAD DE VEHICULOS PESADOS**	25.1		25.2		25.3		25.4		25.5		25.6	
		26	153	27	191	28	115	29	16	30	72	31	36
		31.1		31.2		31.3		31.4		31.5		31.6	

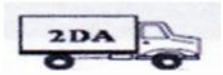
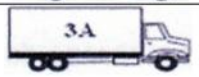
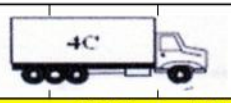
10.1.4 Análisis de resultados.

Después de realizado el procedimiento experimental en su totalidad, se obtuvieron los siguientes datos:

VACIO	25	%
INTERMEDIO	50	%
LLENO	100	%

MANTA- PORTOVIEJO

Cálculo del Factor de camión en la muestra

Vehiculos Rigidos						LLENOS					INTERMEDIO					VACIOS				
						Cargas por eje (Ton)					Cargas por eje (kips)					Cargas por eje (kips)				
Tipo	Siluetas	Descripción	Cargado	Intermedio	Vacio	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR
2DA			77	29	47	3	7				6,6	15,4				3,3	7,7				1,65	3,85			
2DB			92	43	56	6		11			13,2		24,2			6,6		12,1			3,3		6,05		
3-A			58	26	31	6			20		13,2			44		6,6			22		3,3			11	
4-C			7	1	8	6				24	13,2				52,8	6,6				26	3,3				13,2
Vehiculos Articulados																									
2S2			32	18	22	6		11	20		13,2		24,2	44		6,6		12,1	22		3,3		6,05	11	
2S3			20	2	14	6		11		24	13,2		24,2		52,8	6,6		12,1		26	3,3		6,05		13,2

LLENOS			TF	Frec.	Frec.*TF	INTERMEDIO			TF	Frec.	Frec.*TF	VACIOS			TF	Frec.	Frec.*TF
1	2	3				1	2	3				1	2	3			
0,017	0,522		0,539	77	41,503	0,001	0,029		0,03	29	0,87	2E-04	0,002		0,0022	47	0,1034
0,273	3,59		3,863	92	355,396	0,017	0,183		0,2	43	8,6	0,001	0,011		0,012	56	0,672
0,273	5,75		6,023	58	349,334	0,017	0,305		0,322	26	8,372	0,001	0,019		0,02	31	0,62
0,273	5,75		6,023	7	42,161	0,017	0,194		0,211	1	0,211	0,001	0,013		0,014	8	0,112
0,273	3,59	5,75	9,613	32	307,616	0,017	0,183	0,305	0,505	18	9,09	0,001	0,011	0,019	0,031	22	0,682
0,273	3,59	3,818	7,681	20	153,62	0,017	0,183	0,194	0,394	2	0,788	0,001	0,011	0,013	0,025	14	0,35
					1249,63						27,931						2,5394

Número de ejes equivalentes en la muestra =	1280,1
Número de camiones en la muestra =	583
Factor de camion en la muestra =	2,20

$$T = \frac{Núm \quad d \ e \quad e \qquad e \ l \ m}{Núm \quad d \ c \qquad e \ l \ m}$$

10.2 (Crucita – Portoviejo)

Ojetivo.

Realizar por medio de un conteo manual las siluetas vehiculares .

Muestra.

Las muestras obtenidas se tomó en la vía Manta-Portoviejo.

Materiales y equipos.

- Hoja de aforacion
- Esfero
- Computadora

Procedimiento.

LUGAR	**CRUCITA --- PORTOVIEJO**					
DIA Y HORA	**martes de 08h00 - 12h00**					
TIPO	**2DA**	**2DB**	**3-A**	**4-C**	**2S2**	**2S3**
CANTIDAD						
DE	137	107	88	5	15	10
VEHICULOS						
PESADOS						

Visitar la vía asignada

A travez la hoja de aforo se procedio a contar las siluetas de los vehículos por 4 horas aproximadamente en distintos horarios del dia y diferentes días de la semana.

Una vez obtenido los datos categorizamos la cantidad de vehículos que pasaron en las horas de aforo.

Ingresamos los datos a Excel ordenandolos según la visualización del peso (Lleno, Intermedio, Vacio)

Se prodecio a calcular el factor camión

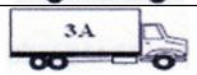
Análisis de resultados.

Después de realizado el procedimiento experimental en su totalidad, se obtuvieron los siguientes datos:

VACIO	25	%
INTERMEDIO	50	%
LLENO	100	%

CRUCITA-PORTOVIEJO

Calculo del Factor de camión en la muestra

Vehiculos Rigidos						LLENOS					INTERMEDIO					VACIOS				
						Cargas por eje (ton)					Cargas por eje (kips)					Cargas por eje (kips)				
Tipo	Siluetas	Descripcion	Cargado	Intermedio	Vacio	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR
2DA			85	10	42	3	7				6,6	15,4				3,3	7,7				1,65	3,85			
2DB			62	17	28	6		11			13,2		24,2			6,6		12,1			3,3		6,05		
3-A			43	11	34	6			20		13,2			44		6,6			22		3,3			11	
4-C			2	0	3	6				24	13,2				52,8	6,6				26	3,3				13,2
Vehiculos Articulados																									
2S2			9	2	4	6		11	20		13,2		24,2	44		6,6		12,1	22		3,3		6,05	11	
2S3			5	2	3	6		11		24	13,2		24,2		52,8	6,6		12,1		26	3,3		6,05		13,2

LLENOS			TF	Frec.	Frec.*TF	INTERMEDIO			TF	Frec.	Frec.*TF	VACIOS			TF	Frec.	Frec.*TF
1	2	3				1	2	3				1	2	3			
0,017	0,522		0,539	85	45,815	0,001	0,029		0,03	10	0,3	0,0002	0,002		0,0022	42	0,0924
0,273	3,59		3,863	62	239,506	0,017	0,183		0,2	17	3,4	0,001	0,011		0,012	28	0,336
0,273	5,75		6,023	43	258,989	0,017	0,305		0,322	11	3,542	0,001	0,019		0,02	34	0,68
0,273	5,75		6,023	2	12,046	0,017	0,194		0,211	0	0	0,001	0,013		0,014	3	0,042
0,273	3,59	5,75	9,613	9	86,517	0,017	0,183	0,31	0,505	2	1,01	0,001	0,011	0,019	0,031	4	0,124
0,273	3,59	3,818	7,681	5	38,405	0,017	0,183	0,19	0,394	2	0,788	0,001	0,011	0,013	0,025	3	0,075
					681,278						9,04						1,3494

Número de ejes equivalentes en la muestra =	691,67
Número de camiones en la muestra =	362
Factor de camion en la muestra =	1,91

$$T = \frac{Núm \quad d \ e \quad e \qquad e \ l \ m}{Núm \quad d \ c \qquad e \ l \ m}$$

10.3 (San Placido – Portoviejo)

I. Objetivo.

Realizar por medio de un conteo manual las siluetas vehiculares .

II. Muestra.

Las muestras obtenidas se tomó en la vía Manta-Portoviejo.

III. Materiales y equipos.

- Hoja de aforacion
- Esfero
- Computadora

LUGAR	**SAN PLACIDO --- PORTOVIEJO**					
DIA Y HORA	**miercoles de 08h00 - 12h00**					
TIPO	**2DA**	**2DB**	**3-A**	**4-C**	**2S2**	**2S3**
CANTIDAD						
DE	103	173	83	5	56	40
VEHICULOS						
PESADOS						

IV. PROCEDIMIENTO.

- Visitar la vía asignada
- A travez la hoja de aforo se procedio a contar las siluetas de los vehículos por 4 horas aproximadamente en distintos horarios del dia y diferentes días de la semana.
- Una vez obtenido los datos categorizamos la cantidad de vehículos que pasaron en las horas de aforo.
- Ingresamos los datos a Excel ordenandolos según la visualización del peso (Lleno, Intermedio, Vacio)
- Se prodecio a calcular el factor camión

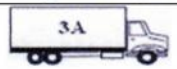
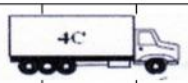
Análisis de resultados

Después de realizado el procedimiento experimental en su totalidad, se obtuvieron los siguientes datos:

VACIO	25	%
INTERMEDIO	50	%
LLENO	100	%

SAN PLACIDO-PORTOVIEJO

Calculo del Factor de camión en la muestra

Vehiculos Rigidos						Cargas por eje (ton)					LLENOS Cargas por eje (kips)					INTERMEDIO Cargas por eje (kips)					VACIOS Cargas por eje (kips)				
Tipo	Siluetas	Descripcion	Cargado	Intermedio	Vacio	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR
2DA			52	17	34	3	7				6,6	15,4				3,3	7,7				1,65	3,85			
2DB			88	9	76	6		11			13,2		24,2			6,6		12,1			3,3		6,05		
3-A			43	12	28	6			20		13,2			44		6,6			22		3,3			11	
4-C			3	0	2	6				24	13,2				52,8	6,6				26,4	3,3				13,2
Vehiculos Articulados																									
2S2			24	13	19	6		11	20		13,2		24,2	44		6,6		12,1	22		3,3		6,05	11	
2S3			19	5	16	6		11		24	13,2		24,2		52,8	6,6		12,1		26,4	3,3		6,05		13,2

LLENOS			TF	Frec.	Frec.*TF	INTERMEDIO			TF	Frec.	Frec.*TF	VACIOS			TF	Frec.	Frec.*TF
1	2	3				1	2	3				1	2	3			
0,017	0,522		0,539	52	28,028	0,001	0,029		0,03	17	0,51	0,0002	0,002		0,0022	34	0,0748
0,273	3,59		3,863	88	339,944	0,017	0,183		0,2	9	1,8	0,001	0,011		0,012	76	0,912
0,273	5,75		6,023	43	258,989	0,017	0,305		0,322	12	3,864	0,001	0,019		0,02	28	0,56
0,273	5,75		6,023	3	18,069	0,017	0,194		0,211	0	0	0,001	0,013		0,014	2	0,028
0,273	3,59	5,75	9,613	24	230,712	0,017	0,183	0,31	0,505	13	6,565	0,001	0,011	0,019	0,031	19	0,589
0,273	3,59	3,818	7,681	19	145,939	0,017	0,183	0,19	0,394	5	1,97	0,001	0,011	0,013	0,025	16	0,4
					1021,681						14,709						2,5638

Número de ejes equivalentes en la muestra =	1039
Número de camiones en la muestra =	460
Factor de camion en la muestra =	2,26

$$T = \frac{Núm \quad d \ e \quad e \qquad e \ l \ m}{Núm \quad d \ c \qquad e \ l \ m}$$

10.4 (Santa Ana – Portoviejo)

V. Objetivo.

Realizar por medio de un conteo manual las siluetas vehiculares .

VI. Muestra.

Las muestras obtenidas se tomó en la vía Manta-Portoviejo.

VII. Materiales y equipos.

- Hoja de aforacion
- Esfero
- Computadora

VIII. Procedimiento.

LUGAR	**SANTA ANA --- PORTOVIEJO**					
DIA Y HORA	**jueves de 08h00 - 12h00**					
TIPO	**2DA**	**2DB**	**3-A**	**4-C**	**2S2**	**2S3**
CANTIDAD DE VEHICULOS PESADOS	137	107	88	5	15	10

Visitar la vía asignada

A travez la hoja de aforo se procedio a contar las siluetas de los vehículos por 4 horas aproximadamente en distintos horarios del dia y diferentes días de la semana.

Una vez obtenido los datos categorizamos la cantidad de vehículos que pasaron en las horas de aforo.

Ingresamos los datos a Excel ordenandolos según la visualización del peso (Lleno, Intermedio, Vacio)

Se prodecio a calcular el factor camión

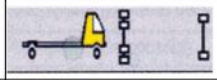
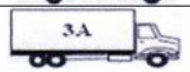
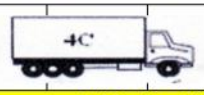
Análisis de resultados.

Después de realizado el procedimiento experimental en su totalidad, se obtuvieron los siguientes datos:

VACIO	25 %
INTERMEDIO	50 %
LLENO	100 %

SANTA ANA-PORTOVIEJO

Calculo del Factor de camión en la muestra

Vehiculos Rigidos						LLENOS					INTERMEDIO					VACIOS				
						Cargas por eje (ton)					Cargas por eje (kips)					Cargas por eje (kips)				
Tipo	Siluetas	Descripcion	Cargado	Intermedio	Vacio	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR
2DA			15	7	12	3	7				6,6	15,4				3,3	7,7				1,65	3,85			
2DB			29	16	26	6		11			13,2		24,2			6,6		12,1			3,3		6,05		
3-A			21	13	6	6			20		13,2			44		6,6			22		3,3			11	
4-C			2	1	1	6				24	13,2				52,8	6,6				26	3,3				13,2
Vehiculos Articulados																									
2S2			2	1	0	6		11	20		13,2		24,2	44		6,6		12,1	22		3,3		6,05	11	
2S3			3	0	0	6		11		24	13,2		24,2		52,8	6,6		12,1		26	3,3		6,05		13,2

LLENOS			TF	Frec.	Frec.*TF	INTERMEDIO			TF	Frec.	Frec.*TF	VACIOS			TF	Frec.	Frec.*TF
1	2	3				1	2	3				1	2	3			
0,017	0,522		0,539	15	8,085	0,001	0,029		0,03	7	0,21	0,0002	0,002		0,0022	12	0,0264
0,273	3,59		3,863	29	112,027	0,017	0,183		0,2	16	3,2	0,001	0,011		0,012	26	0,312
0,273	5,75		6,023	21	126,483	0,017	0,305		0,322	13	4,186	0,001	0,019		0,02	6	0,12
0,273	5,75		6,023	2	12,046	0,017	0,194		0,211	1	0,211	0,001	0,013		0,014	1	0,014
0,273	3,59	5,75	9,613	2	19,226	0,017	0,183	0,31	0,505	1	0,505	0,001	0,011	0,019	0,031	0	0
0,273	3,59	3,818	7,681	3	23,043	0,017	0,183	0,19	0,394	0	0	0,001	0,011	0,013	0,025	0	0
					300,91						8,312						0,4724

Número de ejes equivalentes en la muestra =	309,69
Número de camiones en la muestra =	155
Factor de camion en la muestra =	2,00

$$T = \frac{Núm \quad d \ e \quad e \qquad e \ l \ m}{Núm \quad d \ c \qquad e \ l \ m}$$

11. Presupuesto

DESCRIPCIÓN	VALOR
Materiales para la toma de muestras	$40,00
Viáticos	$100,00
Copias e impresiones	$60,00
Otros materiales	$30,00
TOTAL	**$230.00**

Tabla 11Presupuesto

12. Cronograma

ACTIVIDADES	SEMANAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Recopilación de información.	X									
Aplicación de las técnicas.		x								
Análisis de datos.			x							
Tema y planteamiento del problema.				X						
Desarrollo del marco teórico.					X					
Visualización del alcance de estudio.						x				
Elaboración de hipótesis y definiciones de variables.							x			
Desarrollo y diseño de la investigación.								x		
Definición y selección de la muestra y recolección y análisis de datos.									x	
Reporte de los resultados (conclusiones y recomendaciones)										X

Tabla 12 Cronograma

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio ejecutado, se llega a las siguientes concluisones:

Debido a las solicitaciones de trafico vehicular en los puntos que fueron escogidos en cada una vías de ingreso en el canton de Portoviejo, se logró compender que dichas solicitaciones influyen evidentemente en el desempeño de la via, cabe señalar que los datos aforados se ven afectado en primera instancia por el trafico atraído por las vías secundarias, poblados y cuidades alrededor de estas carreteras.

Se pudo constatar de manera visual que en las vías de estudio, E30 Manta-Portoviejo , E30 San Placido-Portoviejo, E39A Crucita-Portoviejo y E462B Santa Ana-Portoviejo, se distiguieron seis tipos de vehiculos pesados(2DA, 2DB, 3A, 4C, 2S2, 2S3) que fueron los mas comunes para el estudio, los mismos que en su mayoría sobrepasaban la carga máxima establecida con respecto a los valores establecidos en la Norma NEVI-12.

Se concluye que para cada via el número de ejes equivalentes corresponden al numero de pasadas de los ejes de los camiones ya mencionados sean estos simple, dual, tándem y tridem.

Concluimos que a través de la obtención del factor camión para cada via de estudio E30 Manta-Portoviejo TF= 2.20 , E30 San Placido-Portoviejo TF=2.26, E39A Crucita-Portoviejo TF= 1.91 y E462B Santa Ana-Portoviejo TF=2.00 podemos decir que dicho factor expresa el daño producido por el trafico, en términos del deterioro producido por un vehiculo en particular, poniendo en consideración la suma de los daños producidos por cada eje de ese tipo de vehículo.

Concluimos también que el factor camión es un valor cuya magnitud es cambiante con respecto al tiempo en una carretera determinada, debido a varios factores:

- El desarrollo de la industria de fabricaion de buses y camiones
- Cambios en la distribución del parque de vehículos pesados
- Alteraciones en los limites de carga legal

Además de esto se puede acotar que el valor de numérico del factor camión esta ligado directamente con la intensidad de la sobre carga vehicular.

13.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que debe existir un exhaustivo control vial, con el fin de impedir que vehiculos con excedencia de carga circulen por la vías, haciendo respetar los pesos establecidos según las normas vigentes, por ello se sugiere adoptar un control en las basculas de las canteras, esto ayudara a obtener un estudio minisioso de la capacidad de carga de un vehiculo, logrando como resultado adquirir un aforo de datos mas exactos de la carga con la que ira a circular por el pavimento; llegando a ser esta una medida preventiva para aplicar sanciones para aquellos vehiculos pesados que no cumplan con la carga máxima permitiva según la norma vigente.

Es de vital importancia que el cálculo del número de ejes equivalentes, se lo realice con valores de carga reales o pesajes reales, para lograr de esta manera, tener una estructura vial con valores mas aproximados en conjunto con un mantenimiento ideal y de esta manera cumplir a cabalidad con el periodo de vida útil para el cual se diseño.

Se recomienda considerar para próximas investigaciones el calculo del factor camion utilizando las tablas de factores de equivalencias de carga para pavimentos flexibles ya que en nuestra investigación utilizamos dichos factores pero para pavimentos rigidos, también se deberá tener en cuenta la cantidad de ejes equivalentes con los cuales una obra vial deberá ser debidamente diseñada, es necesario considerar aspectos fundamentales como el número de carriles y la vida útil de la carretera.

Referencias

Juárez Badillo. , E., & Rico, A. (1973). *Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos. Capítulo X*. México, D. F.: Editorial Limusa.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS DEL ECUADOR. (2013). *NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES* (EDISION 2A ed.). QUITO: 2DA EDISION.

Arias, L. A. (2010). *DETERMINACIÓN DE FACTORES DE CAMIÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN GUATEMALA* . GUATEMALA.

Cedeño Cevallos , J. A. (2014). *PROPUESTA DE METODOLOGÍA COMPLEMENTARIA A LOS DISEÑOS.* GUAYAQUIL.

DISEÑO VIAL DEFINITIVO DE LA AV. ESCALON 2. (s.f.). Obtenido de http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1620/9/CAP%208.%20PAVIMENTOS%20MOD.pdf

H, I. G. (Noviembre de 2005). *apuntes de ingenieria de transito.* Obtenido de universidad nacional de ingenieria: https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf

ITURBIDE CORONADO, J. (2002). *MANUAL CENTROAMERICANO PARA DESARROLLO DE PAVIMENTOS.* GUATEMALA.

López, I. B. (2009). *DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL PASO LATERAL DE BABAHOYO, QUE PERMITA CONTROLAR LA CONGESTIÓN VEHICULAR POR EL CENTRO DE LA CIUDAD.* Ambato-Ecuador.

López, I. B. (2009). *DISEÑO GEOMÉTRICO PARA EL PASO LATERAL DE BABAHOYO, QUE PERMITA CONTROLAR LA CONGESTIÓN VEHICULAR POR EL CENTRO DE LA CIUDAD.* AMBATO.

Molina Moreira , J. J., & King Larreátegui , L. S. (2014 - 2015). *DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TRANSITO ENMARCADAS EN EL TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA), ESPECTRO DE CARGA Y ANCHO DE VÍA, EN LAS ARTERIAS VIALES E30 MANTA-PORTOVIEJO, E30 RODEO-PORTOVIEJO, E39A ROCAFUERTE PORTOVIEJO Y E462B SANTA ANA-PORTO.* Portoviejo.

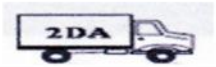
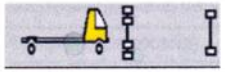
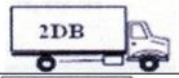
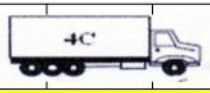
NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. (2003). Obtenido de file:///C:/Users/MPC/Desktop/TESIS/Previo%20-%20tesis/libros%20de%20tesis/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador%20TURQUESA.pdf

ANEXOS

VACIO	25 %
INTERMEDIO	50 %
LLENO	100 %

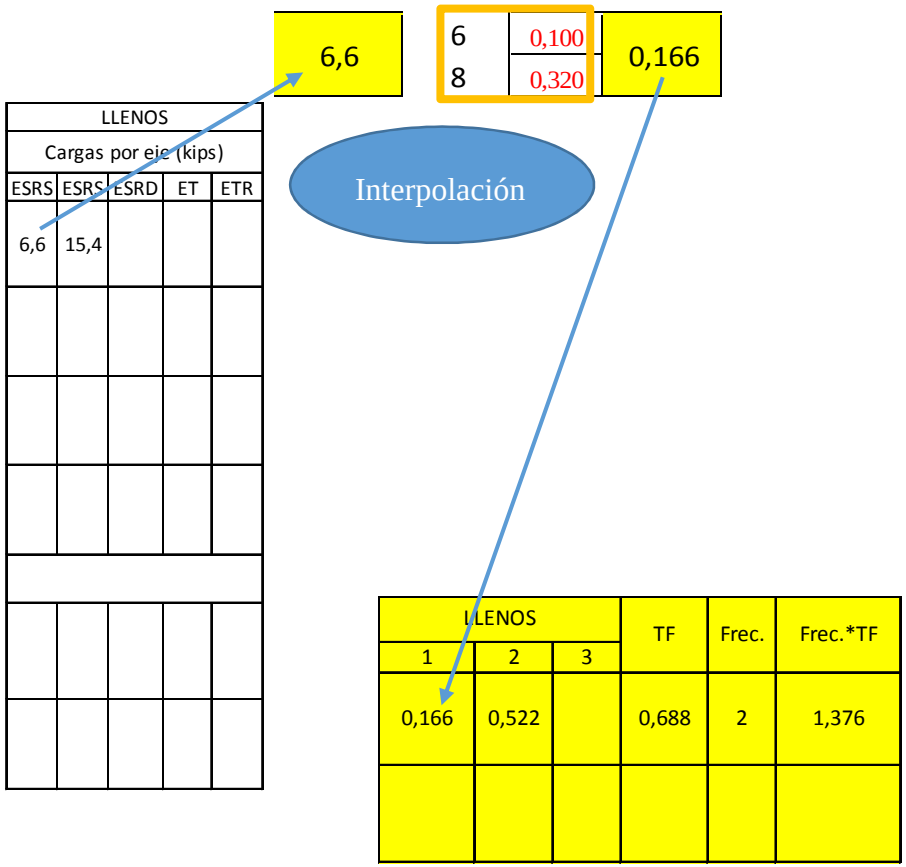
C.eje (ton)*2.2 kips/100

Calculo del Factor de camión en la muestra

Vehiculos Rigidos						LLENOS					INTERMEDIO					VACIOS				
						Cargas por eje (ton)					Cargas por eje (kips)					Cargas por eje (kips)				
Tipo	Siluetas	Descripcion	Cargado	Intermedio	Vacio	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR	ESRS	ESRS	ESRD	ET	ETR
2DA			2		1	3	7				6,6	15,4				3,3	7,7				1,65	3,85			
2DB																									
3-A																									
4-C																									
Vehiculos Articulados																									
2S2																									
2S3																									

C.eje (ton)*2.2 kips/50

C.eje (ton)*2.2 kips/25



Carga p/eje (kips)	D(pulg)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
6	0,0012	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
8	0,039	0,35	0,33	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
10	0,097	0,89	0,84	0,82	0,81	0,8	0,8	0,8	0,8
12	0,203	0,189	0,181	0,176	0,175	0,174	0,174	0,173	0,173
14	0,376	0,36	0,347	0,341	0,338	0,337	0,336	0,336	0,336
16	0,634	0,623	0,61	0,604	0,601	0,599	0,599	0,599	0,598
18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,51	1,52	1,55	1,57	1,58	1,58	1,59	1,59	1,59

Factores equivalentes de carga para pavimentos rigidos ejes simples

LA PILA

MAN

MANABI
MAA-1218

06