



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Análisis de sensibilidad de los parámetros en la  
metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos:  
método AASHTO 93**

Tesis para optar el Título de  
Ingeniero Civil

**Ana Lucia Ramirez Casariego**

**Asesor:  
Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas**

**Piura, abril de 2021**



Quiero dedicar esta tesis primeramente a Dios, quien me dio la fuerza y salud para llegar hasta este momento.

A mis padres Lucia y Raúl, a mi hermano Renato y a toda mi familia, por ser mi fuerza y por apoyarme en cada sueño, meta y objetivo, y creer en mi cuando pensaba que no se podía más.





## Resumen Analítico-Informativo

**Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93**

**Ana Lucia Ramirez Casariego**

**Asesor(es): Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas**

**Tesis.**

**Ingeniero Civil**

**Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.**

**Piura, Abril de 2021**

**Palabras claves:** Pavimentos rígidos/ método AASHTO 93/ diseño/ sensibilidad/ parámetros.

**Introducción:** La presente tesis tiene como fin encontrar la variable más susceptible a la formula AASHTO 93 para el diseño de pavimento rígidos, con el fin de encontrar pavimentos con espesores óptimos, además de evaluar la variabilidad que presenta el diseño de AASHTO 93 utilizando las simplificaciones que recomienda la norma peruana.

**Metodología:** Para el desarrollo de la presente tesis, se planteó un diseño en base a un proyecto planteado por la municipalidad del distrito 26 de Octubre con nombre Micaela Bastidas Enace etapa I, II, III y IV. Este proyecto se desarrolló con tres programas distintos para evaluar la diferencia entre cada uno de ellos, a pesar de que los tres programas trabajan con la metodología AASHTO 93. Se buscó hallar la susceptibilidad de la formula al usar uno u otro software. Además, con los datos del mismo proyecto se evaluó la susceptibilidad de las diferentes variables que implica el diseño.

**Resultados:** De los tres programas de diseño evaluados en la presente tesis (Pas5, Dipav y hoja de cálculo Excel), los resultados obtenidos tanto en el programa Pas5 y el programa Dipav fueron resultados similares, mientras que con la hoja de cálculo Excel la variabilidad fue mayor. La variabilidad en espesor no es muy notoria; sin embargo, en temas económicos esta variación podría afectar entre un 5% a 10% del costo total del proyecto.

**Conclusiones:** De los tres diseños analizados y del análisis de la sensibilidad de la metodología AASHTO 93, se constató que, para realizar un diseño de pavimentos, se debe analizar cada una de las variables y cómo estas pueden afectar el diseño del pavimento; Además, se debe conocer que programa de diseño se usará porque esto también podría modificar el diseño.

**Fecha de elaboración del resumen:** 8 de julio de 2020

## Analytical-Informative Summary

**Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93**

**Ana Lucia Ramirez Casariego**

**Asesor(es): Mgtr. Ing. Jorge Alberto Timaná Rojas**

**Tesis.**

**Ingeniero Civil**

**Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería.**

**Piura, Abril de 2021**

**Keywords:** Rigid pavements/ AASHTO 93 method/ design/ sensitivity / parameters.

**Introduction:** The purpose of this thesis is to find the variable most susceptible to the AASHTO 93 formula for rigid pavement design, in order to design pavements with optimal thicknesses, in addition to evaluating the variability that the AASHTO 93 design presents using the simplifications that recommends the Peruvian standard.

**Methodology:** For the development of this thesis, a design was proposed based on a project proposed by the municipality of the October 26 district named Micaela Bastidas Enace stage I, II, III and IV. This project was developed with three different programs to evaluate the difference between each one of them, despite the fact that the three programs work with the AASHTO 93 methodology. We sought to find the susceptibility of the formula when using one or the other software. In addition, with the data from the same project, the susceptibility of the different variables implied by the design was evaluated

**Results:** Of the three design programs evaluated in this thesis (Pas5, Dipav and Excel spreadsheet), the results obtained in both the Pas5 program and the Dipav program were similar results, while with the Excel spreadsheet the variability was greater. The variability in thickness is not very noticeable. however, in economic matters, this variation could affect between 5% and 10% of the total cost of the project.

**Conclusions:** Of the three designs analyzed and the sensitivity analysis of the AASHTO 93 methodology, it was found that, to carry out a pavement design, each of the variables must be analyzed and how these can affect the pavement design; in addition, you must know what design program will be used because this could also modify the design.

**Summary date:** July 8th, 2020

## Tabla de contenido

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 Marco teórico.....</b>	<b>3</b>
1.1 Introducción a los pavimentos .....	3
1.2 Tipos de pavimentos .....	3
1.2.1 Pavimento flexible .....	3
1.2.2 Pavimento semi-flexible .....	3
1.2.3 Pavimento rígido .....	4
1.3 Metodologías de diseño de pavimento.....	4
<b>Capítulo 2 Criterios de diseño de pavimentos con metodología AASHTO 93 para     pavimento rígido .....</b>	<b>7</b>
2.1 Parámetros de diseño .....	8
2.1.1 Tráfico.....	8
2.1.2 Confiabilidad.....	10
2.1.3 Serviciabilidad .....	11
2.1.4 Suelo de fundación.....	11
2.1.5 Módulo de rotura y módulo elástico del concreto.....	13
2.1.5.1 Módulo de rotura .....	13
2.1.5.2 Módulo de elasticidad.....	14
2.1.6 Consideraciones de drenaje.....	14
2.1.7 Valor soporte J .....	18
<b>Capítulo 3 Diseño de pavimento para proyecto Micaela Bastidas Enace I, II, III y     IV etapa.....</b>	<b>19</b>
3.1 Análisis de resultados de estudios para proyecto.....	19
3.1.1 Generalidades.....	19

3.1.2	Estudio de tráfico .....	20
3.1.2.1	IMDA (Índice Medio Diario Anual) .....	20
3.1.2.2	Factor vehículo .....	22
3.1.2.3	Factor de crecimiento .....	25
3.1.2.4	Factor de distribución por dirección.....	25
3.1.2.5	Factor de distribución por carril .....	25
3.1.2.6	Ejes equivalentes .....	26
3.1.3	Estudio de suelos.....	26
3.2	Diseño de pavimento rígido con software PAS 5 .....	31
3.2.1	Parámetros de diseño .....	31
3.2.1.1	Ejes equivalentes .....	31
3.2.1.2	Desviación estándar normal .....	36
3.2.1.3	Error estándar combinado.....	37
3.2.1.4	Serviciabilidad.....	37
3.2.1.5	Módulo de rotura .....	37
3.2.1.6	Módulo de elasticidad del concreto.....	37
3.2.1.7	Coefficiente de drenaje .....	37
3.2.1.8	Coefficiente de transferencia de carga.....	41
3.2.1.9	Módulo de reacción de la sub rasante.....	41
3.2.1.10	Diseño.....	42
3.3	Diseño de pavimento rígido con software DIPAV .....	44
3.3.1	Parámetros de diseño .....	44
3.3.1.1	Ejes equivalentes .....	44
3.3.1.2	Desviación estándar normal .....	51
3.3.1.3	Error estándar combinado.....	51
3.3.1.4	Serviciabilidad.....	51
3.3.1.5	Módulo de rotura .....	51
3.3.1.6	Módulo de elasticidad del concreto.....	51
3.3.1.7	Coefficiente de drenaje .....	51
3.3.1.8	Coefficiente de transferencia de carga.....	51
3.3.1.9	Módulo de reacción de la sub rasante.....	52
3.3.1.10	Diseño.....	53
3.4	Diseño de pavimento con hoja de cálculo. ....	56
3.4.1	Ejes equivalentes.....	56

3.4.2	Desviación estándar normal .....	59
3.4.3	Error estándar combinado .....	59
3.4.4	Serviciabilidad .....	59
3.4.5	Módulo de rotura.....	60
3.4.6	Módulo de elasticidad del concreto .....	60
3.4.7	Coefficiente de drenaje.....	60
3.4.8	Coefficiente de transferencia de carga .....	61
3.4.9	Módulo de reacción de la sub rasante .....	61
3.4.10	Diseño .....	62
3.5	Comparativo de diseños.....	65
3.5.1	Factor vehículo B2 para programas PAS5 .....	65
3.5.2	Factor del vehículo B2 para programa DIPAV .....	66
3.5.3	Factor vehículo B2 para hoja de cálculo.....	67
3.5.4	Módulo de reacción (k) en programa DIPAV .....	69
3.5.5	Módulo de reacción (k) en hoja de cálculo: .....	71
<b>Capítulo 4 Análisis de sensibilidad de los parámetros AASHTO 93 del diseño del proyecto Micaela Bastidas.....</b>		<b>77</b>
4.1.	Serviciabilidad inicial .....	77
4.2.	Serviciabilidad final.....	78
4.3.	Módulo de rotura .....	78
4.4.	Módulo de elasticidad.....	79
4.5.	Coefficiente de drenaje .....	80
4.6.	Coefficiente de transferencia de cargas.....	81
4.7.	Módulo efectivo de reacción.....	81
4.8.	Confiabilidad .....	82
4.9.	Desviación estándar .....	83
4.10.	Ejes equivalentes.....	83
<b>Conclusiones .....</b>		<b>85</b>
<b>Referencias bibliográficas.....</b>		<b>87</b>

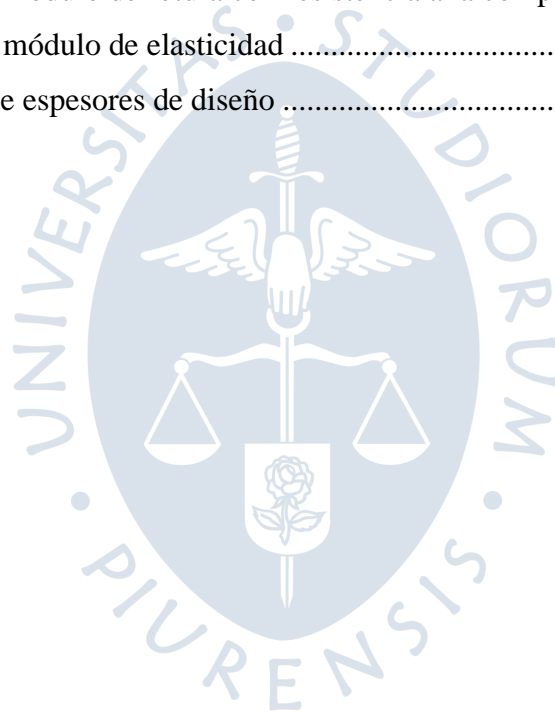
<b>Anexos .....</b>	<b>89</b>
Anexo A. Términos de referencia del proyecto.....	91
Anexo B. Pesos y medidas máximas de vehículos.....	98
Anexo C. Estudio de tráfico .....	105



### Lista de tablas

Tabla 1.	Confiabilidad de acuerdo al tipo de vía .....	11
Tabla 2.	Coefficiente de pérdida de agua .....	16
Tabla 3.	Calidad de drenaje.....	17
Tabla 4.	Coefficientes de drenaje .....	18
Tabla 5.	Coefficiente de transferencia de carga .....	18
Tabla 6.	Ubicación de estaciones de conteo.....	20
Tabla 7.	IMDA estaciones de conteo .....	22
Tabla 8.	IMDA estaciones de conteo .....	22
Tabla 9.	Factores vehículos.....	24
Tabla 10.	Factor vehículo de diseño .....	25
Tabla 11.	Valor factor distribución por carril .....	25
Tabla 12.	Clasificación de suelos.....	26
Tabla 13.	Categoría de subrasante .....	28
Tabla 14.	Categorización de sub rasante.....	28
Tabla 15.	CBR de diseño tramo I.....	29
Tabla 16.	CBR de diseño tramo II .....	29
Tabla 17.	Factor vehículo - PAS 5 .....	31
Tabla 18.	Ejes equivalentes PAS 5 .....	35
Tabla 19.	Valores de desviación estándar .....	36
Tabla 20.	Tramo homogéneos PAS 5 .....	42
Tabla 21.	Espesores finales PAS 5.....	44
Tabla 22.	Factor vehículo DIPAV .....	45
Tabla 23.	Total, de ejes equivalentes DIPAV .....	50
Tabla 24.	Tramos de diseño DIPAV .....	53
Tabla 25.	Espesores de diseño Dipav.....	56
Tabla 26.	Factor vehículo - hoja de cálculo .....	56
Tabla 27.	Cálculo de ejes equivalentes - hoja de cálculo.....	57

Tabla 28.	Total de ejes equivalentes - hoja de cálculo.....	58
Tabla 29.	Valores de coeficiente de transferencia de carga .....	61
Tabla 30.	Tramos de diseño – hoja de cálculo .....	62
Tabla 31.	Espesores finales - hoja de cálculo .....	65
Tabla 32.	Factor vehículo 7 ton.....	66
Tabla 33.	Factor vehículo 11 ton.....	66
Tabla 34.	Factor vehículo B2 .....	67
Tabla 35.	Ejes equivalentes tramo I y Tramo II.....	68
Tabla 36.	Cálculo de módulo de reacción para tres diseños diferentes .....	72
Tabla 37.	Cálculo de módulo de rotura con correlaciones.....	73
Tabla 38.	Cálculo de módulo de rotura con resistencia a la compresión.....	73
Tabla 39.	Cálculo de módulo de elasticidad .....	74
Tabla 40.	Resumen de espesores de diseño .....	75

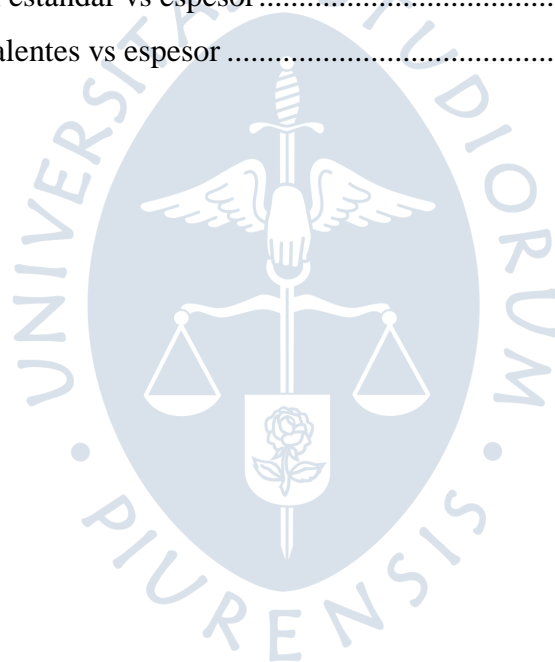


### Lista de figuras

Figura 1.	Dependencia de variables AASHTO 93 con estudios básicos.....	8
Figura 2.	Secciones de vía proyectada .....	15
Figura 3.	Abaco de impermeabilidad .....	16
Figura 4.	Factor de tiempo con saturación 50% .....	17
Figura 5.	Ubicación del proyecto .....	20
Figura 6.	Ubicación de estaciones de conteo.....	21
Figura 7.	Relación de cargas por eje para cálculo de ejes equivalentes .....	23
Figura 8.	Ubicación de calicatas.....	30
Figura 9.	Ejes equivalentes estación N° 1 - PAS5.....	32
Figura 10.	Ejes equivalentes estación N° 2 PAS5 .....	32
Figura 11.	Ejes equivalentes estación N° 3 PAS5 .....	32
Figura 12.	Ejes equivalentes estación N° 4 PAS 5 .....	33
Figura 13.	Ejes equivalentes estación N° 5 PAS 5 .....	33
Figura 14.	Ejes equivalentes estación N° 6 PAS 5 .....	33
Figura 15.	Ejes equivalentes estación N° 7 PAS 5 .....	34
Figura 16.	Ejes equivalentes estación N° 8 PAS 5 .....	34
Figura 17.	Ejes equivalentes estación N° 9 PAS5 .....	34
Figura 18.	Ejes equivalentes estación N°10 PAS5 .....	35
Figura 19.	Módulo de elasticidad del concreto .....	37
Figura 20.	Análisis granulométrico de suelo piurano.....	38
Figura 21.	Cálculo de coeficiente de permeabilidad .....	39
Figura 22.	Cálculo de factor tiempo T 50.....	39
Figura 23.	Clasificación del drenaje de diseño.....	40
Figura 24.	Coefficiente de drenaje de diseño .....	40
Figura 25.	Módulo de reacción tramo I PAS5.....	41
Figura 26.	Módulo de reacción tramo II PAS5 .....	42
Figura 27.	Diseño tramo I PAS 5 .....	43

Figura 28.	Diseño tramo II PAS 5 .....	43
Figura 29.	Diseño tramo III PAS5.....	43
Figura 30.	Diseño tramo IV PAS5 .....	44
Figura 31.	Ejes equivalentes estación N° 1 DIPAV .....	45
Figura 32.	Ejes equivalentes estación N°02 DIPAV .....	46
Figura 33.	Ejes equivalentes estación N°03 DIPAV .....	46
Figura 34.	Ejes equivalentes estación N°04 DIPAV .....	47
Figura 35.	Ejes equivalentes estación N°05 DIPAV .....	47
Figura 36.	Ejes equivalentes estación N°06 DIPAV .....	48
Figura 37.	Ejes equivalentes estación N°07 DIPAV .....	48
Figura 38.	Ejes equivalentes estación N°08 DIPAV .....	49
Figura 39.	Ejes equivalentes estación N°09 DIPAV .....	49
Figura 40.	Ejes equivalentes estación N°10 DIPAV .....	50
Figura 41.	Módulo de elasticidad - DIPAV.....	51
Figura 42.	Abaco para hallar módulo de reacción.....	52
Figura 43.	Abaco para corrección módulo de reacción por pérdida de soporte .....	53
Figura 44.	Diseño tramo I DIPAV .....	54
Figura 45.	Diseño tramo II DIPAV .....	54
Figura 46.	Diseño tramo III DIPAV.....	55
Figura 47.	Diseño tramo IV DIPAV.....	55
Figura 48.	Valores nivel de desviación estándar - Manual de carreteras .....	59
Figura 49.	Índice de serviciabilidad - manual de carreteras.....	60
Figura 50.	Correlación CBR y módulo de reacción .....	61
Figura 51.	Cálculo de módulo de reacción .....	62
Figura 52.	Diseño tramo I hoja de cálculo .....	63
Figura 53.	Diseño tramo II hoja de cálculo .....	63
Figura 54.	Diseño tramo III hoja de cálculo.....	64
Figura 55.	Diseño tramo IV hoja de cálculo.....	64
Figura 56.	Peso vehículo tipo B2 .....	65
Figura 57.	Relaciones de cargas por eje para determinar ejes equivalentes.....	67
Figura 58.	Cálculo de módulo de reacción con PAS 5.....	69
Figura 59.	Abaco de módulo de reacción.....	70
Figura 60.	Abaco de corrección por pérdida de soporte.....	70
Figura 61.	Correlación CBR y módulo de reacción de la sub rasante.....	71

Figura 62.	Cálculo de módulo de reacción.....	71
Figura 63.	Diseño espesor PAS 5 .....	75
Figura 64.	Diseño espesor II PAS 5 .....	76
Figura 65.	Serviciabilidad final vs espesor.....	77
Figura 66.	Serviciabilidad final vs espesor.....	78
Figura 67.	Módulo de rotura del concreto vs espesor .....	79
Figura 68.	Módulo de elasticidad vs espesor.....	80
Figura 69.	Coefficiente de drenaje vs espesor .....	80
Figura 70.	Coefficiente de transferencia de carga vs espesor.....	81
Figura 71.	Módulo efectivo de reacción de la sub rasante vs espesor.....	82
Figura 72.	Confiabilidad vs espesor .....	82
Figura 73.	Desviación estándar vs espesor.....	83
Figura 74.	Ejes equivalentes vs espesor .....	84





## Introducción

En los últimos años, la vialidad en el país viene siendo una de las grandes preocupaciones de nuestros gobernantes, no solo por porque estas ayudan a la conectividad, sino porque llevan desarrollo a los pueblos; por ello, es importante contar con vías de buena calidad, diseñadas para minimizar los accidentes de tránsito, optimizar el tiempo de transporte y disminuir los costos de traslado, de manera que se fomente el turismo y la competitividad, entre otros.

Según las estadísticas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, hasta el año 2018, se tenían 26 916 kilómetros de vías pavimentadas, quedando aún 135 000 kilómetros de vías no pavimentadas entre departamentales, nacionales y vecinales; es por ello que El foro Económico Mundial, ente encargado de clasificar el nivel de desarrollo del país a través de uno de sus pilares, como es la infraestructura, evalúa la calidad de las vías y nos ubica en el puesto 108 de un ranking de 137 países.

La ciudad de Piura no es ajena a dicha falta de infraestructura vial, encontramos pavimentos con bajo nivel de servicio debido a los periodos de lluvias que normalmente se presentan en el verano, por lo que se realizó un análisis que los pavimentos rígidos serian una buena solución, debido a su baja permeabilidad; Sin embargo, estos pavimentos no son considerados en los proyectos de inversiones municipales ni regionales por el elevado costo que se le atribuye por lo grandes espesores de diseño, tampoco se considera el costo en el ciclo de vida, solo se evalúa el costo inicial del proyecto.

El presente trabajo de investigación permitirá contar con un análisis de sensibilidad de los parámetros de la metodología AASHTO93 y encontrar las variables que se pueden optimizar para lograr un espesor donde el pavimento sea económico y al mismo tiempo duradero.

Esta investigación se ha desarrollado en cuatro capítulos. El primer capítulo, llamado “Marco teórico”, estudiará los tipos y las metodologías de diseño de los pavimentos. En el segundo capítulo se establecerán los criterios de diseño de pavimentos, estableciendo los

parámetros de tráfico, confiabilidad, serviciabilidad, suelo de fundación, módulo de rotura y elástico del concreto, drenaje y valor soporte J. El tercer capítulo se centra en el diseño del pavimento para el proyecto Micaela Bastidas-Enace I, II, III y IV etapa, para lo cual se hace uso de los softwares PAS5, DIPAV para pavimento rígido y Excel. El cuarto y último capítulo analiza la sensibilidad de los parámetros AASHTO 93 del diseño del proyecto Micaela Bastidas. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.



## **Capítulo 1**

### **Marco teórico**

#### **1.1 Introducción a los pavimentos**

Un pavimento es un conjunto de espesores superpuestos que conforman un paquete estructural de diferentes tipos de materiales, escogidos para soportar las cargas de tráfico y los factores ambientales a los cuales están expuestos, con el fin de mantener la vía bajo un cierto nivel de confort, transitabilidad y seguridad.

Los pavimentos deben contar con las condiciones necesarias para un buen funcionamiento (ancho, trazo horizontal y vertical adecuados); buena resistencia, sobre todo en las primeras carpetas, debido a que ellas son las que reciben la mayor carga; además, buena adherencia entre el pavimento y el vehículo, esta debe contar con una superficie uniforme e impermeable.

#### **1.2 Tipos de pavimentos**

##### **1.2.1 Pavimento flexible**

Se caracteriza porque su estructura se deflecta o flexiona en función de las cargas que recibe. Está compuesto por una carpeta asfáltica, base y sub base, que reciben cargas descendentes, o sea, la capa superior recibe cargas y las distribuye hacia las capas inferiores, formándose un bulbo de esfuerzos.

La carpeta asfáltica es la primera capa de un pavimento flexible, es una mezcla de agregado fino o grueso, con material bituminoso obtenido del asfalto (o petróleo) y de los productos de la hulla. La segunda y tercera capa son de material granular con características para clasificarse como material de base y subbase respectivamente (EG-2013).

##### **1.2.2 Pavimento semi-flexible**

Se comporta como un pavimento flexible, debido a que todas las capas de la estructura reciben cargas; sin embargo, la primera capa con características del concreto, tiene un comportamiento rígido.

La primera capa del pavimento Semi flexible está compuesta por adoquines, estos son colocados uno al costado del otro, por ello, la transferencia de cargas se da por fricción,

debido a la unión lateral de los mismos. La segunda capa está conformada por arena con un espesor de 3 o 4 centímetros, dependiendo del espesor del adoquín; Sirve de apoyo para el adoquín por ser un elemento rígido. Las dos últimas capas son la base y sub base, con los mismos requisitos del pavimento flexible.

### **1.2.3 Pavimento rígido**

Tiene un comportamiento rígido, no se deflecta o flexiona al recibir cargas. Debido al material que lo compone, tiene un comportamiento plástico.

La primera capa es una losa de concreto 15 cm como mínimo, que está apoyada sobre una sub base de 15 cm (MTC (a), 2014, pág. 233). La primera capa está conformada por concreto y es la que absorbe mayores esfuerzos que las capas inferiores (MTC (a), 2014, pág. 224).

### **1.3 Metodologías de diseño de pavimento**

La diferencia entre las metodologías existentes para diseño estructural de pavimentos está en la filosofía de cada una de ellas, por ello se puede hablar de tres metodologías de diseño: empírica, mecanicista y empírica – mecanicista (Saldaña, 2013).

La metodología empírica se basa en pruebas a escala real, donde se realiza un análisis visual del comportamiento del pavimento, luego, mediante un análisis estadístico, se establece una ecuación que cumpla con el comportamiento del pavimento, bajo las condiciones establecidas (Saldaña, 2013).

Una metodología empírica muy conocida es AASHTO, usada en muchos países hasta la actualidad, se llevó a cabo en el estado de Illinois. Los estudios comenzaron en 1951, pero en 1956 se construyeron los diferentes tramos en evaluación; luego, en 1960, se culminaron los ensayos en campo y el análisis de resultados, finalmente, en 1962, se publicaron las primeras “guías provisionales para el diseño de pavimento”; posteriormente se publicaron las guías de diseño AASHTO 1972 y 1986, estas se fueron actualizando hasta obtener la guía de AASHTO93, usada en la actualidad (Caporal, 2013). Esta metodología presenta ciertas limitaciones, porque la fórmula no se puede adaptar a los nuevos tipos de vehículos, con tecnología moderna, nuevos tipos de materiales y mejores procesos constructivos.

La metodología mecanicista evalúa el dimensionamiento del pavimento basado en las características mecánicas de los materiales que lo componen y de los esfuerzos tensionales de los mismos (Garnica & Core, 2004). Luego, se verifican los modelos de fatiga de los materiales, ciclos de carga y descarga de tráfico, que soportara el pavimento. Sin embargo, esto debería ser comprobado a escala real; por esta razón se evalúan los métodos mecanicistas empíricos, una combinación de ambos métodos explicados anteriormente.

El método mecanicista empírico, por su naturaleza, permite evaluar a detalle los diferentes materiales que pueden ser usados en los pavimentos, además de los distintos vehículos que pueden transitar por el pavimento. Sus modelos son complejos y difíciles de adaptar, es por ello que en el Perú se sigue usando el método AASHTO93, debido a que no se cuenta con alguna norma peruana que se adapte a esta nueva metodología; Solo se cuentan con guías de otros países como la guía AASHTO2010 (Saldaña, 2013).





## Capítulo 2

### Criterios de diseño de pavimentos con metodología AASHTO 93 para pavimento rígido

En el presente capítulo se explican todas las variables que intervienen en el diseño estructural de un pavimento rígido en base a la metodología AASHTO 93.

Para realizar un diseño estructural de pavimentos se necesitan: un estudio de tráfico, para conocer qué tipo de vehículo y la cantidad que circularan por la vía; un estudio de suelos para conocer el suelo sobre el cual se apoyará el pavimento a construir; y un estudio de hidrología, para conocer la exposición al agua que presentara el pavimento y la geometría de la vía.

La metodología AASHTO 93 se basa en la siguiente ecuación:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_T) * \log_{10} \left( \frac{M_T C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J - \left( 0.09 * D^{0.75} - \frac{7.38}{\left( \frac{E_C}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right) \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

$W_{82}$  = Numero de ejes equivalentes.

$Z_R$  = Desviación normal estándar.

$S_0$  = Error estandar combinado.

$D$  = Espesor del pavimento.

$\Delta PSI$  = Perdida de serviciabilidad.

$P_f$  = Serviabilidad final.

$M_r$  = Módulo de rotura.

$C_{dx}$  = Coeficiente de drenaje.

$J$  = Coeficiente de transferencia de cargas.

$E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto.

$K$  = Módulo de reacción de la sub rasante

De acuerdo a las variables de entrada para la formula AASHTO 93, se ha planteado un diagrama de flujo mostrando la dependencia de las diferentes variables con los estudios previos al diseño estructural de pavimentos (ver Figura 1).

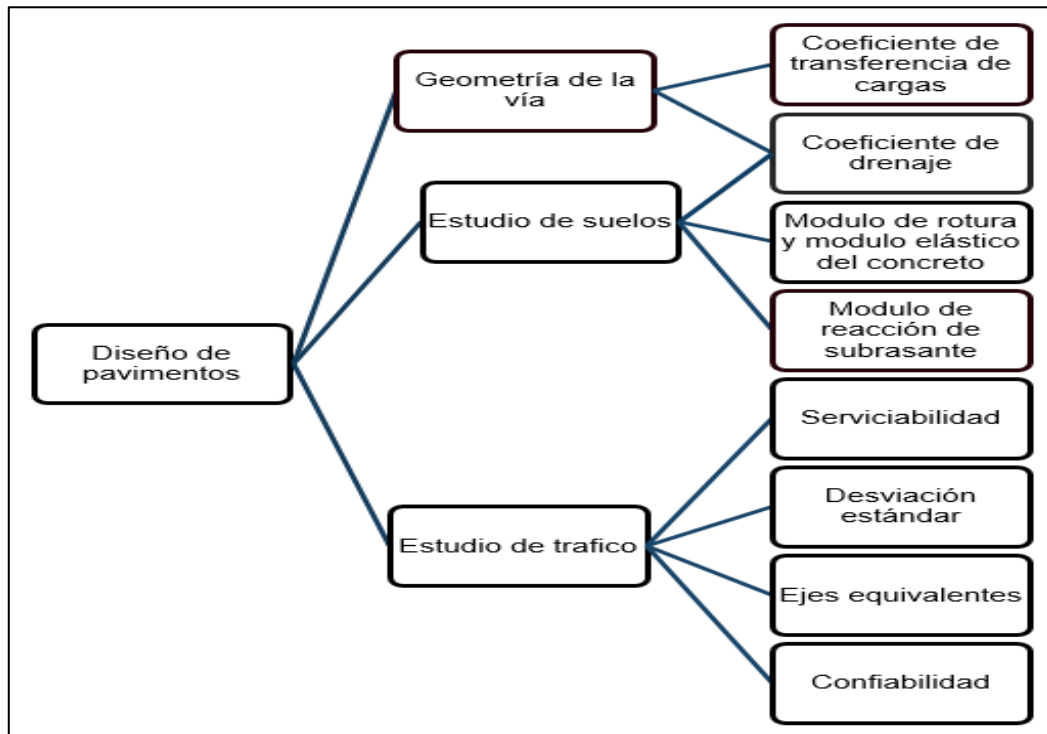


Figura 1. Dependencia de variables AASHTO 93 con estudios básicos  
Fuente: Elaboración propia

## 2.1 Parámetros de diseño

### 2.1.1 Tráfico

Los pavimentos son diseñados para resistir ciertas cargas de tráfico durante un periodo de diseño, este tráfico está compuesto por diferentes tipos de vehículos que constan de diferentes ejes, números de ejes y pesos, que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento; por ello, el tráfico se resume en un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirá el mismo daño que toda la composición del mismo tráfico. Este tipo de eje según la metodología AASHTO es de 80kN o 18kips, llamado “*equivalent simple axial*” o ESAL (MTC (a), 2014, pág. 66).

La conversión de los diferentes tipos de ejes al eje llamado ESAL, se da por medio de factores equivalentes de carga o LEF (“*load equivalent factor*”) o EE (“ejes equivalentes”), el cual expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por una carga de un tipo de

eje y la misma producida por el eje estándar de 80kN en el mismo eje (MTC (a), 2014, pág. 228).

El cálculo de factor equivalente de carga, LEF o llamado factor vehículo de ahora en adelante, se realiza de la siguiente forma:

$$w = \frac{1}{F_v} = \frac{W_x}{W_{18}} = \left[ \frac{L_{18} + L_{2s}}{L_x + L_{2x}} \right]^{4.62} \left[ \frac{10^{\frac{G}{\beta x}}}{10^{\frac{G}{\beta 18}}} \right] [L_{2x}]^{3.28} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

$$G = \text{LOG} \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\beta = 1.0 + \left[ \frac{3.63(L_x + L_{2x})^{5.20}}{(D + 1)^{8.46}(L_{2x})^{3.52}} \right] \quad (\text{Ec. 4})$$

Lx: eje de carga a evaluar

L18: Carga equivalente estándar, 18kips – 18kN

L2: Código de configuración de eje

1: eje simple

2: eje doble- tándem

3: eje triple – tridem

x: factor equivalente de eje evaluado

s: código del eje estándar (eje simple=1)

Pt: Índice de serviciabilidad final

D: Espesor de losa asumido

El Factor vehículo nos brinda la información del daño entre ejes

Considerando los factores antes mencionados, el procedimiento para hallar el número de ejes equivalentes ESALS, se da mediante la siguiente formula:

$$\text{ESAL} = \text{IMDA} \times \text{FCA} \times \text{Fd} \times \text{Fc} \times \text{Fp} \times 365 \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

IMDA: Índice medio diario anual

FCA: Factor de crecimiento

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

$T_n$ : Tráfico proyectado en año “n”

$T_o$ : Tráfico inicial en año 0

r: Tasa anual de crecimiento de tráfico

n: Número de años del periodo de diseño

Fd: Factor de direccional, expresado como una relación de número de vehículos que circula en una dirección o sentido de tráfico.

Fc: Factor de distribución por carril, expresado como una relación de vehículos que circulan mayormente por un carril.

Fp: Factor presión neumático, mide el deterioro causado por los neumáticos al pavimento.

### 2.1.2 Confiabilidad

La confiabilidad en el diseño de un pavimento puede definirse de acuerdo a Darter y Hudson (1973): “confiabilidad es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla con la función prevista dentro de su vida útil bajo las condiciones (medio ambientales) que tienen lugar en ese lapso.

La confiabilidad es un coeficiente de seguridad agregado a la formula AASHTO, por los distintos factores que puede variar el funcionamiento del pavimento con el diseño previsto, tales como el tráfico, procesos constructivos, propiedades de los distintos materiales y condiciones climáticas futuras (MTC (a), 2014). Por ello, una forma de controlar esta incertidumbre es la usada a través de los coeficientes de seguridad, que reflejan el monto de la variabilidad estadística asociada con cada uno de los parámetros que podrían variar el funcionamiento del pavimento y el diseño planteado.

$$R(\%) = 100P (N_t > NT) \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde:

$N_t$ : número de ESALS de 80kN que llevan al pavimento a su serviciabilidad final.

NT: Numero de ESALS de 80kN previstos que actuaran sobre el pavimento en su periodo de diseño.

El coeficiente de confiabilidad se elige de acuerdo a la clasificación funcional de la vía, como lo recomienda la guía AASHTO93 y el Manual de carreteras. Conforme aumente el valor de confiabilidad implicará un pavimento más costoso inicialmente, pero su vida útil será

mayor. Si disminuye la confiabilidad, la vida útil se reducirá y tendrá mayores costos de mantenimiento. En la Tabla 1 se muestran los niveles de confiabilidad recomendados de acuerdo al tipo de vía.

Tabla 1. Confiabilidad de acuerdo al tipo de vía

<b>Suggested levels of reliability for various functional classification</b>		
<b>Functional Classifications</b>	<b>Recommended level of reliability</b>	
	<b>Urban</b>	<b>Rural</b>
Interstate and other freeways	85-99.9	80-99.9
Principal arterials	80-99	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50-80
Note: Results based on a survey of the AASHTO pavement design task force		

Fuente: AASHTO (1993)

### 2.1.3 Serviciabilidad

La serviciabilidad del pavimento es la capacidad del mismo para servir al tipo y cantidad de tránsito para el cual ha sido diseñado. Su rango de valores va de 0 a 5, siendo 0 en pésimas condiciones y 5 en perfecto estado, tal como lo menciona la guía AASHTO93 (MTC (a), 2014, pág. 227).

Cuando se diseña un pavimento se tiene en consideración dos serviciabilidades;  $P_o$ , que establece la condición inicial del pavimento, o sea, cuando el pavimento recién está construido o rehabilitado. AASHTO sugiere un índice de 4.5 para pavimentos rígidos en el caso no se tenga información para el diseño.  $P_t$ , serviciabilidad final o condición final del pavimento, su valor va a depender de la funcionalidad de la vía, como lo recomienda la guía AASHTO93 y el Manual de Carreteras, esto quiere decir que si la vía tiene mayor tráfico necesitara un índice de serviciabilidad más alto, este valor depende del criterio del diseñador y de las pautas recomendadas por la guía de AASHTO.

### 2.1.4 Suelo de fundación

La subrasante, o fundación del pavimento, es el suelo sobre el cual se apoya el paquete estructural del pavimento. Es una variable muy importante en el diseño y debe ser caracterizada; esta caracterización se basa en analizar la calidad y el comportamiento del suelo frente a cargas dinámicas (tráfico), para ello se cuenta con diferentes ensayos:

- Relación de valor soporte california (CBR)
- Valor de resistencia de Hveem (Valor R)
- Ensayo de placa de carga (Valor k)

- Penetración dinámica con cono
- Módulo resiliente

Uno de los ensayos más usados hoy en día por su practicidad de desarrollo, es el ensayo de valor soporte California (CBR), el cual mide la resistencia del suelo a la penetración de un pistón de 1 935 mm<sup>2</sup> de un área de probeta de 15 cm de diámetro y 12.5 cm de altura, con una velocidad de 1,27 mm/min. Estas fuerzas son comparadas con las fuerzas que se necesitarían para lograr la misma penetración en una muestra patrón conocida como “piedra de california” (Caporal, 2013, pág. 57).

$$CBR = \frac{\text{Carga que produce una penetración de 2.5mm en el suelo}}{\text{Carga que produce una penetración de 2.5mm en la piedra california}} \quad (\text{Ec. 8})$$

Otro de los ensayos es el del módulo resiliente, tiene como finalidad estudiar una propiedad del material que describa mejor el comportamiento del suelo bajo cargas dinámicas. Este ensayo proporciona un indicio del comportamiento del material bajo cargas dinámicas (repetitivas). Conforme el material está sometido a una carga se deforma y se recupera una vez retirada la carga, sin embargo, este nunca vuelve a su forma inicial.

La deformación permanente es llamada deformación plástica y la deformación recuperable es la deformación resiliente. El módulo resiliente es el cociente entre el esfuerzo desviador repetido y la deformación axial recuperable (compresión triaxial) que puede resistir una muestra inalterada del suelo (Caporal, 2013, pág. 63).

Por lo general, el ensayo de módulo resiliente no es muy común, por los diferentes equipos necesarios para realizarlo como: la cámara triaxial, dispositivo para carga repetitiva, equipo para registrar cargas y deformaciones, y equipo para preparación de las probetas.

De otro lado, el ensayo de plato de carga brinda el módulo de reacción del suelo, este ensayo se realiza cargando un plato o una placa de carga donde se mide la presión necesaria para producir una deformación. Este ensayo se realiza en campo y requiere de un equipo muy costoso, por ello no es un método muy usado (Caporal, 2013, pág. 60).

Por lo mencionado anteriormente, el ensayo de CBR sigue siendo el ensayo más usado, por su misma naturaleza arbitraria, su practicidad y porque la mayoría de laboratorios cuentan con los equipos necesarios para desarrollar el ensayo, aunque presenta ciertas limitaciones debido a que simula cargas estáticas o de baja velocidad de deformación. Los otros ensayos someten al suelo a cargas dinámicas simulando el tráfico que circulará por el pavimento.

Debido a que la mayoría de proyectos trabajan con el ensayo de CBR y la metodología AASHTO93 usa el módulo resiliente como dato de entrada, se ha visto necesario realizar

distintos ensayos para encontrar ciertas correlaciones entre el CBR y módulo resiliente, las cuales han sido aprobadas por la guía de AASHTO 93:

Correlación Huekelom y klomp: correlación usada para suelos fines con CBR<10%

$$Mr (psi) = 1500 \times CBR \quad (\text{Ec. 9})$$

Suelos finos con CBR < 20%

$$Mr (psi) = 1000 + 555 CBR \quad (\text{Ec. 10})$$

Estudios de Indiana – Ohio

$$Mr (psi) = 750 - 3000 (CBR) \quad (\text{Ec. 11})$$

Sin embargo, con el pasar del tiempo la guía AASHTO 93 se ha venido actualizando y ha encontrado una correlación más exacta para hallar el módulo resiliente a través del CBR, siendo esta la más usada.

AASHTO 2002:

$$Mr(psi) = 2555 * CBR^{0.64} \quad (\text{Ec. 12})$$

## 2.1.5 Módulo de rotura y módulo elástico del concreto

**2.1.5.1 Módulo de rotura.** El módulo de rotura, también conocido como resistencia a la flexión, es la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a la flexión.

Para calcular el módulo de rotura se usan probetas prismáticas con cargas en los tercios centrales, una zona sometida a un momento flector constante y cero de esfuerzo cortante, por lo cual la rotura de la probeta prismática se producirá en el punto más débil del tercio central, siendo este el punto medio (punto de aplicación de la carga) (Caporal, 2013, pág. 82).

El módulo de rotura se calcula mediante la siguiente formula:

$$fr = \frac{MC}{I} \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

Fr: Módulo de rotura

M: Momento flector en el instante de rotura

C: distancia desde el eje neutro hasta el punto de rotura

I: Momento de inercia de la sección transversal

Debido a la complejidad del ensayo de flexo tracción, para ser realizado como evaluación de calidad en obra, existen correlaciones a partir del ensayo de resistencia a la compresión para calcular el módulo de rotura (Caporal, 2013, pág. 82).

$$f_r = K (f_c)^{0.5} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

Fr: Resistencia a la flexión (psi)

Fc: Resistencia a la compresión (psi)

K: Variable (7-12)

Sin embargo, no es recomendable este uso debido a las variantes que puede presentar el concreto, tales como: tipo de agregados, tamaño de agregados, tipo de cemento, entre otros.

**2.1.5.2 Módulo de elasticidad.** El módulo de elasticidad representa la rigidez del concreto ante cargas impuestas sobre el mismo, además de la capacidad de distribuir cargas en la misma losa. Las deflexiones, curvaturas y tensiones del pavimento están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad (Caporal, 2013, pág. 83), el cual se puede calcular de la siguiente manera:

$$E_c = 57,000 (f'_c)^{0.5} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

Ec: Módulo de elasticidad (psi)

F'c: Resistencia a la compresión simple del concreto

### 2.1.6 Consideraciones de drenaje

El agua es un factor importante en los pavimentos, influye en los cambios que pueden sufrir las propiedades de los distintos materiales ante la presencia del agua y el daño estructural que puede causar este cambio. Por ello, la formula AASHTO 93 incluye un factor de drenaje.

El drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa para el pavimento flexible. En el pavimento rígido, este coeficiente afecta directamente a la ecuación de diseño donde se considera la resistencia y el comportamiento de las losas de concreto.

Para el cálculo del coeficiente de drenaje se necesita el tiempo de drenaje de la capa combinada (subrasante y subbase) y la calidad de drenaje que está en función del tiempo de demora en drenar.

Para hallar el coeficiente de drenaje se utilizará el método de aproximación del tiempo para drenar, este método incluye el agua que se infiltra en la sub base, producto de las lluvias, y que debe drenar rápidamente para evitar daños (Caporal, 2013, pág. 134).

El método de aproximación del tiempo es el siguiente:

Como datos de entrada se necesita: la sección de la vía proyectada Figura 2

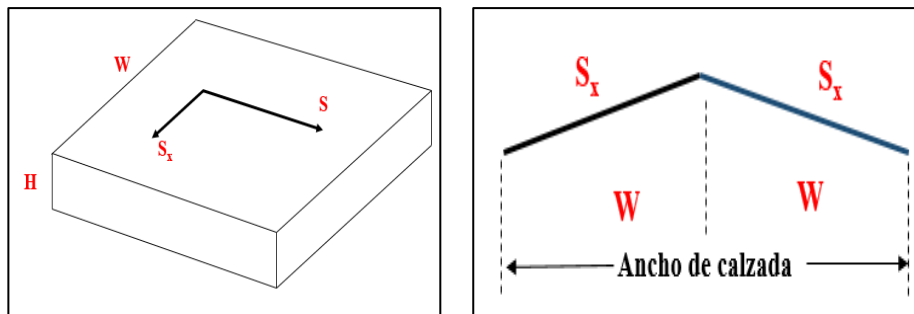


Figura 2. Secciones de vía proyectada  
Fuente: Elaboración propia

Donde:

S: Pendiente longitudinal

Sx: Pendiente transversal

W: Ancho de base Permeable

H: Espesor de base

1. Se calculará la longitud resultante, pendiente resultante y el factor pendiente de la base:

$$Lr = W[(S/Sx)^2 + 1]^{0.5} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$Sr = (S^2 + Sx^2)^{0.5} \quad (\text{Ec. 17})$$

$$S1 = \frac{LR SR}{H} \quad (\text{Ec. 18})$$

El segundo cálculo, depende de las propiedades del material que se usará como subbase, para ello se deben conocer las siguientes características:

- Porcentajes de finos y tipos de finos
- D10, Tamaño de partículas que deja pasar el 10% de material
- D<sub>Smax</sub>, densidad seca
- Pe, peso específico del suelo

Con los datos mencionados anteriormente se calcula, el volumen de vacíos o Nemax:

$$Nemax = 1 - D_{smax}/Pe \quad (\text{Ec.19})$$

Con la tabla recomendada de AASHTO (ver Tabla 2) se calcula la pérdida de agua, para hallar la porosidad efectiva; dato necesario para el cálculo de coeficiente de drenaje.

Tabla 2. Coeficiente de pérdida de agua

Material Predominante	Contenido de finos								
	<2.5%			5%			10%		
	Filler	Limo	Arcilla	Filler	Limo	Arcilla	Filler	Limo	Arcilla
Grava	70	60	40	60	40	20	40	30	10
Arena	57	50	35	50	35	15	25	18	8

Fuente: AASHTO (1993)

$$Ne = N_{max} C / 100 \quad (\text{Ec.20})$$

Posteriormente, como dato de entrada para el cálculo del coeficiente, respecto a los materiales, se calcula la permeabilidad “k” con ayuda del Abaco recomendado por la guía AASHTO (ver Figura 3):

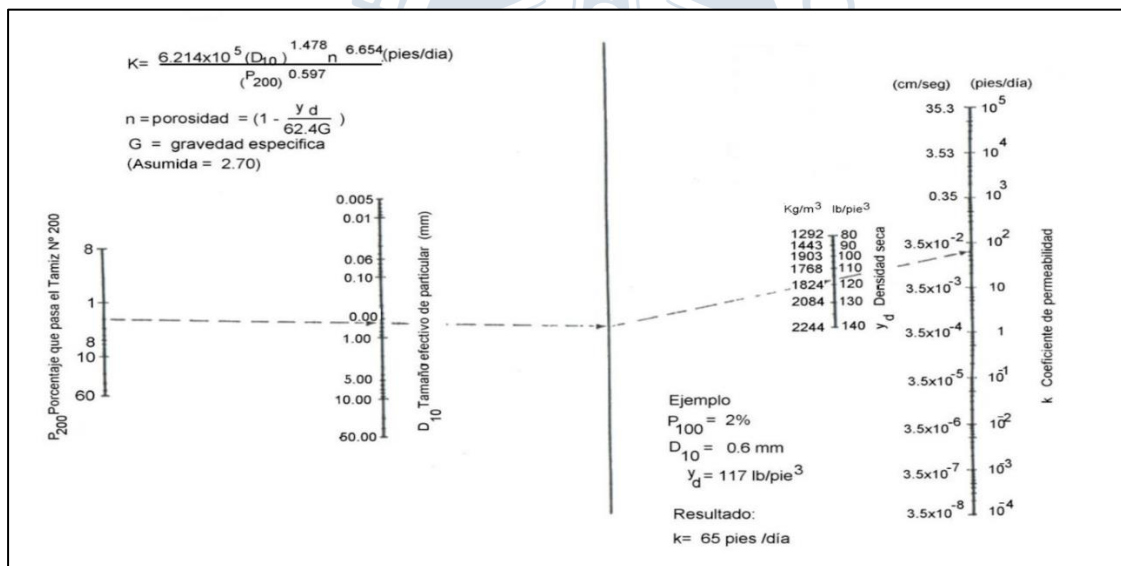


Figura 3. Abaco de impermeabilidad

Fuente: AASHTO (1993)

1. Se calcula el valor de “m”

$$m = \frac{Ne * Lr^2}{H * k} \quad (\text{Ec.21})$$

Para calcular el tiempo de drenaje  $t$  en horas, se selecciona un factor de tiempo requerido para drenar la capa de subbase hasta un 50% de saturación ( $T_{50}$ ) en función de  $S_1$ , esto se calcula a través de un ábaco de la guía AASHTO (ver Figura 4):

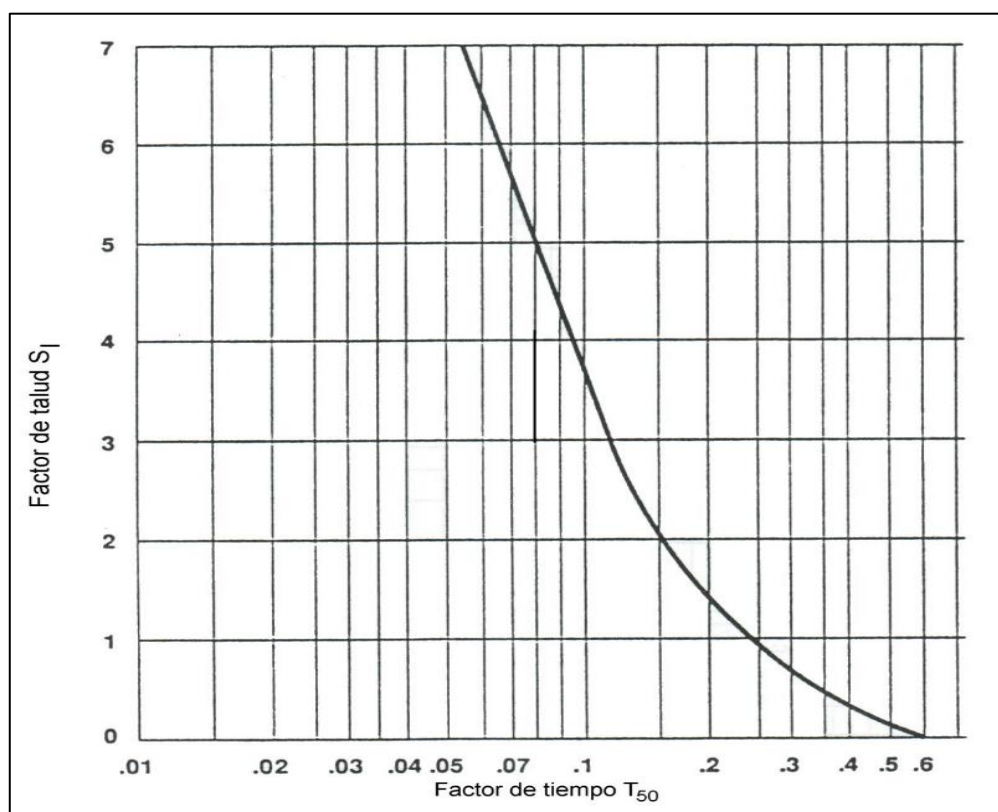


Figura 4. Factor de tiempo con saturación 50%  
Fuente: AASHTO (1993)

$$t_{50} = T \times m \times 24 \quad (\text{Ec.22})$$

- Con el tiempo de drenaje, y la ayuda de la Tabla 3, se clasifica la capa drenante como: excelente, buena, regular, pobre y muy pobre:

Tabla 3. Calidad de drenaje

Quality of drainage	Water removed within
Excellent	2 hours
Good	1 day
Fair	1 week
Poor	1 month
Very poor	(water will not drain)

Fuente: AASHTO (1993)

- Posteriormente, se calcula el porcentaje de tiempo en que el pavimento está próximo a la saturación, este depende de los periodos de tiempo en que el pavimento está congelado "S", además del tiempo en los que el pavimento está expuesto a lluvias "R"

$$P = \frac{(S + R)100}{365} \quad (\text{Ec.23})$$

4. Teniendo la calidad de la capa drenante y % de tiempo en el que el pavimento está próximo a la saturación, se escoge el coeficiente de drenaje a través de la tabla recomendada por la guía AASHTO (ver Tabla 4):

Tabla 4. Coeficientes de drenaje

<b>Recommended <math>m_1</math> values for modifying structural layer coefficients of untreated base and subbase materials in flexible pavements</b>				
<b>Quality of drainage</b>	<b>Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation</b>			
	<b>Less than 1%</b>	<b>1-5%</b>	<b>5-25%</b>	<b>Greater than 25%</b>
Excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-1.40	0.40

Fuente: AASHTO (1993)

### 2.1.7 Valor soporte J

El valor J “valor de soporte”, está relacionado a la transferencia de cargas en las juntas, este valor es la capacidad de transferir carga de una losa a otra losa (Caporal, 2013, pág. 182). Por lo tanto, una junta que funcione como transferencia de carga, debe transmitir la mitad de la carga de una losa a la losa siguiente.

El coeficiente de transferencia de carga “J” toma en consideración los sobre anchos, sean de concreto o asfalto, el uso de pasa juntas y el tipo de pavimento que se diseñara.

El uso de pasa juntas cumple la función de reducir los esfuerzos y tensiones generados en las losas por las cargas, sin embargo, el uso de estas se prevé cuando el tráfico es pesado debido a los grandes esfuerzos y tensiones que se generaran; sin embargo, cuando no se tiene tráfico pesado la transferencia de carga se da mediante la interacción de agregados del concreto.

La Tabla 5 provee las recomendaciones para la elección del coeficiente de transferencia de carga:

Tabla 5. Coeficiente de transferencia de carga

<b>Recommended load transfer coefficient for various pavement types and design conditions</b>				
<b>Shoulder</b>	<b>Asphalt</b>		<b>Tied P.C.C.</b>	
<b>Load transfer devices</b>	<b>Yes</b>	<b>No</b>	<b>Yes</b>	<b>No</b>
<b>Pavement type</b>				
1. Plain jointed and jointed reinforced	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
2. CRCP	2.9-3.2	N/A	2.3-2.9	N/A

Fuente: AASHTO (1993).

## **Capítulo 3**

### **Diseño de pavimento para proyecto Micaela Bastidas Enace I, II, III y IV etapa**

En el presente capítulo se analizará la sensibilidad de las variables del método AASHOT93 en base a un diseño de pavimento del proyecto Micaela Bastidas, un proyecto de la Dirección de Estudio y Proyectos, de la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Piura. Cabe resaltar que los estudios de suelos y tráfico para el diseño de pavimentos fueron brindados por la entidad.

Para analizar la sensibilidad se utilizaron tres diferentes softwares de diseño basados en la metodología AASHTO93: el PAS5; el programa DIPAV desarrollado por el Instituto Boliviano del Cemento y el Hormigón, se ha ido mejorando con los años; y una hoja de cálculo de Excel trabajada con macros, desarrollada por Cementos Pacasmayo, todos ellos teniendo en cuenta las consideraciones o simplificaciones que brinda la norma peruana aplicando AASHTO93.

### **3.1 Análisis de resultados de estudios para proyecto**

#### **3.1.1 Generalidades**

El proyecto Micaela Bastidas-Enace I, II, III Y IV etapa consta de 80 avenidas, calles y pasajes. Se encuentra ubicado en el departamento de Piura, provincia de Piura, distrito de Veintiséis de Octubre (ver Figura 5), en las siguientes coordenadas:

536013.22 m/E y 9427644.04 m/S – 17M



Figura 5. Ubicación del proyecto  
Fuente: Google earth (2020)

### 3.1.2 Estudio de tráfico

El tráfico es uno de los factores más importantes para el diseño de un pavimento, por ello, se ha realizado un estudio de tráfico con fines de pavimentación según los términos de referencia del proyecto adjunto en el anexo A. Se han obtenido conteo de las diferentes vías que abarca el proyecto para la determinación de la cantidad de ejes equivalentes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos del estudio de tráfico:

**3.1.2.1 IMDA (Índice Medio Diario Anual).** Para el conseguir el IMDA de este proyecto se realizaron conteos vehiculares durante tres días: viernes 23/08/2019, sábado 24/08/2019 y el día lunes 26/08/2019, desde las 06:00 horas hasta las 22:00 horas. Se establecieron 10 estaciones ubicadas en las diferentes calles y avenidas pertenecientes al proyecto, las mismas que se detallan en la Tabla 6 y en la Figura 6.

Tabla 6. Ubicación de estaciones de conteo

Estación	Ubicación
Estación N°01	Intersección Prolong. Av Grau - Av.3
Estación N°02	Intersección Av. B - Av.3
Estación N°03	Intersección Av. Sánchez Cerro - Av.3
Estación N°04	Intersección Prolong .Av Grau - Av. C
Estación N°05	Intersección Calle D - Av. C
Estación N°06	Intersección Av. Sánchez Cerro - Av. C
Estación N°07	Intersección Calle H - Calle 5
Estación N°08	Intersección calle G - Calle los rosales
Estación N°09	Intersección Calle I - Calle los rosales
Estación N°10	Intersección Calle J - C. Los claveles - Psj 60

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Ubicación de estaciones de conteo  
Fuente: Elaboración propia

A partir del conteo de las estaciones antes mencionadas se obtuvo el IMDA para las 10 estaciones (ver Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 7. IMDA estaciones de conteo – Estación N° 1 a Estación N° 5

Tipo de vehículo	EST.N°01	EST.N°02	EST.N°03	EST.N°04	EST.N°05
	IMDA	IMDA	IMDA	IMDA	IMDA
Moto lineal	44	209	97	132	221
Moto taxi	126	568	290	350	472
Auto	129	493	229	573	855
Pick Up	29	197	122	213	294
Rural combi	17	55	40	32	67
Micro	1	55	3	49	135
BUS 2E,3E	1	4	2	2	4
CAMIÓN 2E-3E-4E	46	50	29	81	105
Semi Tráiler	3	2	2	10	14
Tráiler	0	0	0	1	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. IMDA estaciones de conteo – Estación N° 6 a Estación N° 10

Tipo de vehículo	EST.N°06	EST.N°07	EST.N°08	EST.N°09	EST.N°10
	IMDA	IMDA	IMDA	IMDA	IMDA
Moto lineal	140	209	105	119	73
Moto taxi	371	443	230	220	120
Auto	570	862	538	623	271
Pick Up	245	244	144	122	79
Rural combi	77	57	87	72	22
Micro	48	110	146	622	831
BUS 2E,3E	3	2	3	1	1
CAMIÓN 2E-3E-4E	69	40	21	20	21
Semi Tráiler	9	2	3	0	2
Tráiler	5	2	2	2	0

Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.2 Factor vehículo.** Para el cálculo del factor vehículo se deben tener en cuenta los tipos de vehículos que circulan y el tipo de eje del vehículo con su respectivo peso; por ello, para el diseño, se han considerado los tipos de vehículos de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos, estandarizado para el Perú, de acuerdo al anexo B. El factor vehículo,

de acuerdo a la metodología AASHTO 93, se calculó según las ecuaciones 1, 2 y 3 antes mencionadas, aplicadas al programa PAS 5 Y DIPAV, asumiendo los siguientes valores de diseño:

D= espesor de losa de 200mm (7.87 pulgadas)

Pt= Serviciabilidad final 2.50

También se calculó el factor vehículo de acuerdo a las simplificaciones de la Norma Peruana mencionadas en el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos, para ser usado en la hoja de cálculo Excel (ver Figura 7).

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

Tipo de Eje	Eje Equivalente ( $EE_{s,2 \text{ tn}}$ )
Eje Simple de ruedas simples ( $EE_{S1}$ )	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles ( $EE_{S2}$ )	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TA1}$ )	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TA2}$ )	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) ( $EE_{TR1}$ )	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) ( $EE_{TR2}$ )	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO 93

Figura 7. Relación de cargas por eje para cálculo de ejes equivalentes

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

El cálculo del factor camión de los diferentes vehículos se ha realizado en los tres diferentes programas planteados (DIPAV, PAS5 y hoja de cálculo Excel), obteniendo los resultados de la Tabla 9.

En la Tabla 9 se puede observar que se han obtenido datos distintos para cada programa; sin embargo, los resultados de los programas PAS 5 y DIPAV varían en decimales debido a las unidades que usa cada programa, mientras que los resultados con la hoja de cálculo Excel arroja distintos resultados, debido al uso de fórmulas simplificadas de la norma peruana.

De acuerdo al estudio de tráfico brindado para el desarrollo del diseño de pavimentos, el tráfico está dividido en buses, camiones, semi tráiler y tráiler. No se especifica en el tipo de vehículo su peso ni los tipos de ejes correspondientes, por lo que se ha visto conveniente buscar un vehículo patrón para cada tipo de vehículo contabilizado en el estudio.

El vehículo patrón tiene como factor vehículo un valor cercano al promedio de todos los factores vehículos de cada tipo de vehículo, ya sea buses, camiones, semi tráiler y tráiler, tal como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 9. Factores vehículos

BUSES								
Tipo de vehículo	Eje delantero (ton)	Eje 1 (ton)	Eje 2 (ton)	Eje 3 (ton)	Eje 4 (ton)	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
B2	7	11				3.86	4.61	3.85
B3-1	7	16				2.66	3.62	2.68
B4-1	7+7	16				3.22	4.89	3.20
BA-1	7	11	7			4.39	5.88	4.38
CAMIONES								
Tipo de vehículo	Eje delantero (ton)	Eje 1 (ton)	Eje 2 (ton)	Eje 3 (ton)	Eje 4 (ton)	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
C2	7	11				3.86	4.61	3.85
C3	7	18				3.95	4.73	3.95
C4	7	23				3.49	4.96	3.47
8X4	7+7	18				4.47	6.00	4.47
SEMY-TRAYLER								
Tipo de vehículo	Eje delantero (ton)	Eje 1 (ton)	Eje 2 (ton)	Eje 3 (ton)	Eje 4 (ton)	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
T2S1	7	11	11			7.20	7.94	7.19
T2S2	7	11	18			7.27	8.07	7.28
T2Se2	7	11	11	11		10.53	11.28	10.52
T2S3	7	11	25			7.94	8.77	7.93
T2Se3	7	11	11	18		10.62	11.40	10.62
T3S1	7	18	11			7.28	8.07	7.28
T3S2	7	18	18			7.37	8.19	7.38
T3Se2	7	18	11	11		10.64	11.40	10.62
T3S3	7	18	25			8.03	8.90	8.02
T3Se3	7	18	11	18		10.71	11.52	10.71
TRAYLER								
Tipo de vehículo	Eje delantero (ton)	Eje 1 (ton)	Eje 2 (ton)	Eje 3 (ton)	Eje 4 (ton)	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
C2RB1	7	11	11			7.20	7.94	7.19
C2RB2	7	11	18			7.27	8.07	7.28
C2R2	7	11	11	11		10.53	11.28	10.52
C2R3	7	11	11	18		10.63	11.40	10.62
C3R2	7	18	11	11		10.63	11.40	10.62
C3R3	7	18	11	18		10.70	11.52	10.71
C3R4	7	18	18	18		10.81	11.65	10.80
C3RB1	7	18	11			7.27	8.07	7.28
C3RB2	7	18	18			7.37	8.19	7.38
C4 RB1	7	23	11			6.82	8.29	6.80
C4 RB2	7	23	18			6.92	8.42	6.90
C4 R2	7	23	11	11		10.15	11.63	10.14
C4R3	7	23	11	18		10.23	11.75	10.23
8X4 RB1	7+7	18	11			7.81	9.34	7.80
8X4 RB2	7+7	18	18			7.91	9.46	7.90
8X4 R2	7+7	18	11	11		11.15	12.67	11.14
8X4 R3	7+7	18	11	18		11.23	12.80	11.23
8X4 R4	7+7	18	18	18		11.33	12.92	11.32
T3S2 S2	7	18	18	18		10.81	11.65	10.80
T3Se2 Se2	7	18	11+11	11+11		17.29	18.07	17.28
T3S2 S1S2	7	18	18	11	18	14.15	14.98	14.14
T3Se2 S1Se2	7	18	11+11	11	11+11	20.63	21.40	20.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Factor vehículo de diseño

Buses	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
B2	3.86	4.61	3.85
Camiones	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
C2	3.86	4.61	3.85
Semi tráiler	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
T2S3	7.94	8.77	7.93
Tráiler	FC AASHTO 93 - DIPAV	Fc AASHTO 93 - NORMA PERUANA	FC AASHTO 93 - PAS 5
C3R3	10.70	11.52	10.71

Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.3 Factor de crecimiento.** Este factor indica cómo va creciendo el tráfico a lo largo de la vida útil para el que está diseñado el pavimento. En el caso de los pavimentos rígidos, el diseño se realiza a partir de 20 años a más, por el gran desempeño que tiene este tipo de pavimentos.

Para encontrar el factor de crecimiento se usa la ecuación N°05 antes mencionada. Teniendo en cuenta lo mencionado en el estudio tráfico (ver Anexo C), la tasa anual de crecimiento de tránsito será de 3.23 para vehículos pesados.

**3.1.2.4 Factor de distribución por dirección.** El factor de distribución por dirección indica que cantidad de vehículos va por cada dirección de la calzada, normalmente es 0.5, en algunos casos pueden modificarse dependiendo del tipo de vía, o de los establecimientos que pueden encontrarse en la vía. Esta información debe estar indicada en el estudio de tráfico.

**3.1.2.5 Factor de distribución por carril.** La calzada es la que recibe el peso de los vehículos que transitan por la vía, cuando se tienen varias calzadas, estas se diseñan con valores que están entre 1 y 0.5 porque el peso se distribuye entre las calzadas de diseño, como se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11. Valor factor distribución por carril

<i>Number of lanes in both directions</i>	<i>Percent of 18-kip ESAL Traffic in design lane</i>
1	100
2	80-100
3	60-80
4 or more	50-75

Fuente: AASHTO (1993)

**3.1.2.6 Ejes equivalentes.** Los ejes equivalentes serán calculados de acuerdo al programa de diseño a usar, y se mostrarán en el capítulo siguiente.

### 3.1.3 Estudio de suelos

La metodología usada para el estudio de suelos con fines de pavimentación se basó en la exploración de suelo de la zona del proyecto. Se hicieron calicatas de exploración a una profundidad de 2.00 m, obteniéndose muestras de los suelos en las diferentes vías que abarca el proyecto, para luego ser procesados en un laboratorio y obtener las características del suelo existente.

Los ensayos realizados se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Clasificación de suelos

Calicata	Muestra	Profundidad	Nivel freático (m)	Clasificación SUCS	CBR A 0.1"		CBR A 0.2"	
					100%	95%	100%	95%
C - 1	S/M	0.00 - 0.60	NO					
	M - 1	0.60 - 2.00		SM				
C - 2	S/M	0.00 - 0.45	NO					
	M - 1	0.45 - 2.00		SM				
C - 3	S/M	0.00 - 0.20	NO					
	M - 2	0.20 - 2.00		SM				
C - 4	S/M	0.00 - 0.50	NO					
	M - 1	0.50 - 2.00		SM	17.22	13.75	22.3	18.2
C - 5	S/M	0.00 - 0.70	NO					
	M - 1	0.70 - 1.50		SC - SM	30.3	23.4	39.8	30.8
	M - 2	1.50 - 2.00		CL - ML				
C - 6	S/M	0.00 - 0.55	NO					
	M - 1	0.55 - 2.00		CL - ML				
C - 7	S/M	0.00 - 0.30	NO					
	M - 1	0.30 - 1.40		SM	15	10.6	19.6	12.8
	M - 2	1.40 - 2.00		CL - ML				
C - 8	S/M	0.00 - 0.70	NO					
	M - 1	0.70 - 2.00		SM				
C - 9	S/M	0.00 - 0.20	NO					
	M - 1	0.20 - 2.00		SC - SM	35.2	27.3	44.9	36
C - 10	S/M	0.00 - 0.50	NO					
	M - 1	0.50 - 2.00		CL - ML	5.32	3.63	6.92	4.6
C - 11	S/M	0.00 - 0.30	NO					
	M - 1	0.30 - 2.00		SM				
C - 12	S/M	0.00 - 0.20	NO					
	M - 1	0.20 - 2.00		SP - SM	35.9	27.3	47.5	37.3
C - 13	S/M	0.00 - 0.20	NO					
	M - 1	0.20 - 2.00		SM	28.7	20.2	34.1	25.9
C - 14	S/M	0.00 - 0.50	NO					
	M - 1	0.50 - 1.00		SC - SM	11.7	7.2	15.6	9.4
	M - 2	1.00 - 2.00		SP - SM				

Calicata	Muestra	Profundidad	Nivel freático	Clasificación	CBR A 0.1"		CBR A 0.2"	
C - 15	S/M	0.00 - 0.40	NO					
	M - 1	0.40 - 2.00		SM				
C - 16	S/M	0.00 - 0.40	NO					
	M - 1	0.40 - 1.40		CL				
	M - 2	1.40 - 2.00		SC - SM				
C - 17	S/M	0.00 - 0.75	NO					
	M - 1	0.75 - 1.30		CL - ML				
	M - 2	1.30 - 2.00		CL				
C - 18	S/M	0.00 - 0.20	NO					
	M - 1	0.20 - 0.80		SM				
	M - 2	0.80 - 1.20		SM				
	M - 3	1.20 - 1.40		SC - SM				
	M - 4	1.40 - 1.75		SM				
	M - 5	1.75 - 2.00		CL				
C - 19	S/M	0.00 - 0.40	NO					
	M - 1	0.40 - 2.00		SP - SM	34.6	25.4	40	34.3
C - 20	S/M	0.00 - 0.20	NO					
	M - 1	0.20 - 1.50		SM				
	M - 2	1.50 - 2.00		SM				
C - 21	S/M	0.00 - 0.30	NO					
	M - 1	0.30 - 1.30		CL	8	6.32	10.92	7.3
	M - 2	1.30 - 2.00		SM				
C - 22	S/M	0.00 - 0.40	NO					
	M - 1	0.40 - 2.00		SP				
C - 23	S/M	0.00 - 0.30	NO					
	M - 1	0.30 - 2.00		SM	27.76	23.4	33	30.4
C - 24	S/M	0.00 - 0.05	NO					
	M - 1	0.05 - 0.35		GC				
	M - 2	0.35 - 2.00		CL				
C - 25	S/M	0.00 - 0.35	NO					
	M - 1	0.35 - 1.60		CL	5.35	3.7	7.14	4.8
	M - 2	1.60 - 2.00		CL - ML				
C - 26	S/M	0.00 - 0.40	NO					
	M - 1	0.40 - 2.00		SP - SM				
C - 27	M - 1	0.00 - 0.50	NO	SM				
	M - 2	0.50 - 2.00						
C - 28	S/M	0.00 - 0.30	NO					
	M - 1	0.30 - 0.55		SM				
	M - 2	0.55 - 1.30		CL				
	M - 3	1.30 - 2.00		SM				
C - 29	M - 1	0.00 - 0.40	NO	CL				
	M - 2	0.40 - 1.40		CL				
	M - 3	1.40 - 2.00		SM				
C - 30	S/M	0.00 - 0.30	NO					
	M - 1	0.30 - 2.00		CL	13.74	10	18.2	12.7

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al manual de carreteras para definir el CBR de diseño se deben tener las consideraciones de la Tabla 13.

Tabla 13. Categoría de subrasante

<b>Categoría de subrasante</b>	<b>CBR</b>
S <sub>0</sub> : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

De acuerdo al manual de carreteras, que presenta una guía de como clasificar al suelo a partir del CBR, se analizó que calidad de subrasante se tiene en la zona (ver Tabla 14).

Tabla 14. Categorización de sub rasante

<b>Calicata</b>	<b>CBR</b>	<b>Calidad</b>
C04	13.75	buena
C05	23.4	muy buena
C07	10.6	buena
C09	27.3	muy buena
C10	3.63	insuficiente
C12	27.3	muy buena
C13	20.2	muy buena
C14	7.2	regular
C19	25.4	muy buena
C21	6.32	regular
C23	23.4	muy buena
C25	3.7	insuficiente
C30	10	regular

Fuente: Elaboración propia

Según el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos, se considerarán materiales aptos para las capas de la sub rasante, suelos con CBR > 6%, en caso de ser menores se tendrá que mejorar el suelo mediante una estabilización. Con lo cual se puede indicar que las zonas de la calicata C10 y C25 necesitarían un mejoramiento de suelos hasta obtener un CBR mayor al 10%.

Para el cálculo estructural del pavimento, por cuestiones constructivas. se optó por clasificar la sub rasante para encontrar el CBR de diseño, para ello se ha seguido el siguiente procedimiento:

Si se tienen 6 o más valores de CBR realizados por tipos de suelo representativo, se determinará el valor de CBR de diseño de la sub rasante considerando el promedio del total de los valores analizados por sector de características homogéneas (Manual de sección suelos y pavimentos, 2014, pág. 35).

Según lo antes mencionado, se procedió según la caracterización de la sub rasante a seleccionar los tramos con caracterización similar, en este caso, la sub rasante calificada como muy buena, buena regular e insuficiente, el CBR de diseño considerado es de 10%.

En la Tabla 15 se puede observar el CBR de diseño para el primer tramo con las sub rasante muy buena.

Tabla 15. CBR de diseño tramo I

Calicata	CBR	CBR diseño
C05	23.4	24.5%
C09	27.3	
C12	27.3	
C13	20.2	
C19	25.4	
C23	23.4	

Fuente: Elaboración propia

El segundo tramo que comprende la sub rasante buena, regular e insuficiente, el CBR de diseño será el siguiente (ver Tabla 16):

Tabla 16. CBR de diseño tramo II

Calicata	CBR	CBR Diseño
C04	13.75	9.70%
C07	10.6	
C10	10	
C14	7.2	
C21	6.32	
C25	10	
C30	10	

Fuente: Elaboración propia

Con esa información y de acuerdo al tipo de suelo presente en la zona, se procedió a clasificar cuales calles se diseñarán con CBR 24.5% y cuáles con CBR 9.70%, tal como se muestra en la Figura 8.



### 3.2 Diseño de pavimento rígido con software PAS 5

En la presente sección se realizará el diseño con el programa PAS5, basado en la metodología AASHTO 93.

#### 3.2.1 Parámetros de diseño

**3.2.1.1 Ejes equivalentes.** Se procedió al cálculo de ejes equivalentes para las 10 estaciones antes mencionadas consideradas en el estudio de tráfico, teniendo las siguientes consideraciones:

- IMDA, de cada estación, de acuerdo a lo mencionado en el capítulo 3, apartado 3.1 correspondiente 3.1.2 estudio de tráfico.
- Fd (Factor direccional): 0.50, se ha considerado el valor de 0.50 porque el flujo de las calles comprendidas en el proyecto es de dos sentidos.
- Fc (Factor Carril): 1.00, el valor de 1.00 por considerar todo el flujo de vehículos en las calles.
- Días año: 365
- Fp (factor presión neumático): 1.00
- Tasa de crecimiento: 3.23%
- Fv (Factor vehículo):

Los resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Factor vehículo - PAS 5

<b>Buses</b>	<b>FC AASHTO 93 - PAS 5</b>
B2	3.85
<b>Camiones</b>	<b>FC AASHTO 93 - PAS 5</b>
C2	3.85
<b>Semi tráiler</b>	<b>FC AASHTO 93 - PAS 5</b>
T2S3	7.21
<b>Tráiler</b>	<b>FC AASHTO 93 - PAS 5</b>
C3R3	9.35

Fuente: Elaboración propia

Con las consideraciones antes mencionadas se procedió al cálculo de ejes equivalentes en el programa PAS5 de las 10 estaciones:

Estación N° 1 (ver Figura 9).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	9,125	130,688	
2	1	24.25	9,125	836,656	
3	2	39.70			
4	3	55.11	548	61,338	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
kips (1 kip = 1,000 lbs)			0	1,028,682	0

Figura 9. Ejes equivalentes estación N° 1 - PAS5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 2 (ver Figura 10).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	10,220	146,371	
2	1	24.25	10,220	937,054	
3	2	39.70			
4	3	55.11	365	40,892	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
Single (1) Tandem (2) Tridem (3)			0	1,124,317	0

Figura 10. Ejes equivalentes estación N° 2 PAS5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 3 (ver Figura 11),

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	6,023	86,254	
2	1	24.25	6,023	552,193	
3	2	39.70			
4	3	55.11	365	40,892	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
Single (1) Tandem (2) Tridem (3)			0	679,339	0

Figura 11. Ejes equivalentes estación N° 3 PAS5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 4 (ver Figura 12).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	17,155	245,694	
2	1	24.25	17,338	1,589,646	
3	2	39.70	183	17,199	
4	3	55.11	1,025	204,459	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
<b>UNITS</b>					
Single (1)		Tanden (2)	Tridem (3)	0	2,056,998
				0	0

Figura 12. Ejes equivalentes estación N° 4 PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 5 (ver Figura 13).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	22,630	324,107	
2	1	24.25	22,813	2,091,639	
3	2	39.70	183	17,199	
4	3	55.11	2,555	286,242	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
<b>UNITS</b>					
Single (1)		Tanden (2)	Tridem (3)	0	2,719,188
				0	0

Figura 13. Ejes equivalentes estación N° 5 PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 6 (ver Figura 14).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	15,695	224,704	
2	1	24.25	16,608	1,522,713	
3	2	39.70	913	85,994	
4	3	55.11	1,643	184,013	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
<b>UNITS</b>					
Number Per Year				0	2,017,505
				0	0

Figura 14. Ejes equivalentes estación N° 6 PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 7 (ver Figura 15).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	8,395	120,233	
2	1	24.25	8,760	803,190	
3	2	39.70	365	34,398	
4	3	55.11	365	40,892	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
Single (1) Tandem (2) Tridem (3)				0	998,712

Figura 15. Ejes equivalentes estación N° 7 PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N° 8 (ver Figura 16).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	5,293	75,799	
2	1	24.25	5,658	518,727	
3	2	39.70	365	34,398	
4	3	55.11	548	61,338	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
Single (1) Tandem (2) Tridem (3)				0	690,261

Figura 16. Ejes equivalentes estación N° 8 PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N°09 (ver Figura 17).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	4,198	60,117	
2	1	24.25	4,563	418,328	
3	2	39.70	365	34,398	
4	3	55.11			
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
Number Per Year				0	512,842

Figura 17. Ejes equivalentes estación N° 9 PAS5  
Fuente: Elaboración propia

Estación N°10 (ver Figura 18).

E 18 CONVERSION FROM AXLE DATA					
Estimated:		Rigid Depth: 7.87	Structural Number: 0.00	Pt: 2.50	
	Axle Type*	Axle Weight	Number In First Year	Rigid E 18's	Flexible E 18's
1	1	15.40	4,380	62,730	
2	1	24.25	4,380	401,595	
3	2	39.70			
4	3	55.11	365	40,892	
5					
6					
7					
8					
9					
10					
UNITS					
kips (1 kip = 1,000 lbs)				6	505,217

Figura 18. Ejes equivalentes estación N°10 PAS5  
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes estaciones y la ubicación de cada una de estas se ha considerado dividir el proyecto en dos tramos de acuerdo al tráfico (ver Tabla 18).

Tabla 18. Ejes equivalentes PAS 5

Estación	Ejes equivalentes	EE	Tramo
Estación 1	1,028,682.00	2,719,188.00	TRAMO I
Estación 2	1,124,317.00		
Estación 3	679,339.00		
Estación 4	2,056,998.00		
Estación 5	2,719,188.00		
Estación 6	2,017,505.00		
Estación 7	998,712.00		
Estación 8	690,261.00	690,261.00	TRAMO II
Estación 9	512,842.00		
Estación 10	505,217.00		

Fuente: Elaboración propia

El primer tramo comprende las estaciones con mayor tráfico, desde la estación 1 hasta la estación 7, estas oscilan entre los 900,000 ejes equivalentes y los 2,000,000 ejes equivalentes; además, al estar muy cercanas, se ha considerado un solo tramo para estas estaciones y así no complicar la futura construcción del proyecto con distintos espesores en calles y avenidas. El tramo se diseñará con el mayor número de ejes equivalentes para obtener un diseño conservador.

Tomando las mismas consideraciones del tramo I, se obtuvo los ejes equivalentes del tramo II, comprendidos por las estaciones 8, 9 y 10.

**3.2.1.2 Desviación estándar normal.** La desviación estándar normal, es usada por la variabilidad en los pavimentos con respecto a su rendimiento, materiales de construcción, proceso constructivo, etc.

En este diseño, para escoger la confiabilidad se ha tenido en cuenta el tráfico que circulará por la vía, teniendo las recomendaciones de AASHTO 93 presentada en el capítulo 2, por lo cual, de acuerdo al tráfico, se tienen dos zonas: una zona de tráfico regular con 2 millones de ejes equivalentes, considerada como una vía colectora urbana; y el segundo tramo, por el bajo tráfico con 6 mil ejes equivalentes, se ha considerado como una vía urbana local.

Tramo con 2,719,188.00 – 85%

Tramo con 690,261.00 – 80%

Con los datos de confiabilidad escogidos para cada tramo ellos, y aplicando la Tabla 19, se calcula la desviación estándar:

Tabla 19. Valores de desviación estándar

Standard normal deviate ( $Z_R$ ) Values corresponding to selected levels of reliability	
Reliability R (percent)	Standard normal deviate ( $Z_R$ )
50	-0 000
60	-0 253
70	-0 524
75	-0 674
80	-0 841
85	-1 037
90	-1 282
91	-1 340
92	-1 405
93	-1 476
94	-1 555
95	-1 645
96	-1 751
97	-1 881
98	-2 054
99	-2 327
99 9	-3 090
99 99	-3 750

Fuente: AASHTO (1993)

**3.2.1.3 Error estándar combinado.** Según la guía de AASHTO 93, para pavimentos rígidos se sugiere usar una desviación estándar normal de 0.34, cuando en el cálculo de ejes equivalentes se haya considerado el tráfico futuro. Sin embargo, cuando este no sea incluido se debe usar 0.39, por lo que se ha visto conveniente considerar este error estándar (0.39) en el presente proyecto, porque no se ha considerado en el estudio de tráfico el tráfico generado del tener una nueva vía en buen estado.

**3.2.1.4 Serviciabilidad.** La serviciabilidad como fue explicada en el capítulo 2, es la capacidad de servir al tránsito para el cual ha sido diseñado el pavimento, por ello el valor de serviciabilidad dependerá del tipo de tráfico o vía que se esté diseñando.

En el presente proyecto, se ha considerado para el diseño los valores recomendados por la guía AASHTO, según el tipo de tráfico y para pavimento rígido:

$$P_o=4.5 \text{ y } P_f=2.5$$

**3.2.1.5 Módulo de rotura.** Respecto a la resistencia a la tracción del concreto por flexión, de acuerdo al tránsito que circula por vía, se ha considerado una resistencia a la flexotracción comercial; por lo tanto, en el presente proyecto el  $M_r$  es 680 psi o 48 kg/cm<sup>2</sup> para todos los tramos de diseño.

**3.2.1.6 Módulo de elasticidad del concreto.** El módulo de elasticidad indica la rigidez y la capacidad de distribuir la carga de las losas del pavimento rígido.

El cálculo del módulo de elasticidad, de acuerdo al programa PAS 5, se correlaciona con el módulo de rotura de la siguiente manera (ver Figura 19):

**Help Screen for Modulus of Elasticity**

The Modulus of Elasticity of the concrete can be approximated based on the Modulus of Rupture,  $Sc'$ , as follows:

$E_c = 6,750 * Sc' \text{ psi}$

Modulus of Rupture, psi	Modulus of Elasticity, psi
500	3,400,000
550	3,700,000
600	4,100,000
650	4,400,000
700	4,700,000
750	5,100,000
800	5,400,000

Modulus of Elasticity: **4,590,000**

Figura 19. Módulo de elasticidad del concreto en Software PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

**3.2.1.7 Coeficiente de drenaje.** El cálculo de coeficiente de drenaje, según la guía de AASHTO 93, se encuentran en una tabla de coeficientes recomendados, estos dependen del

tiempo de drenaje de la capa adyacente al pavimento y además se debe estimar el tiempo en que la estructura está expuesta a niveles de humedad; como se explicó a detalle anteriormente.

Para el presente proyecto se tendrá en consideración algunos datos de la geometría de la vía y de las condiciones climáticas de la zona para obtener el coeficiente de drenaje:

S: pendiente longitudinal = 2.00%

Sx: Pendiente transversal = 1.50%

W: Ancho de base permeable = 3.5

H: espesor de subbase = 15cm

Con los datos antes mencionados, se calcularon la longitud resultante, la pendiente resultante y el factor pendiente, con las ecuaciones 15, 16 y 17 respectivamente:

$L_r = 11.67m$

$S_r = 0.025m$

$S_1 = 1.945$

Posteriormente, se procedió al cálculo del material a usar como subbase. Se asumieron ciertos datos de materiales aptos para la subbase (ver Figura 20).

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	Porcentaje parcial retenido (%)	Porcentaje acumulado		Descripción de la materia	
				Retenido (%)	Que pasa (%)	Peso inicial (gr)	15083.00
						Porción de finos (gr)	150.00
						% Humedad	-
3"	78.200	960.0	6.4	6.4	93.6	Tamaño máximo	11/2"
2"	50.800	560.0	3.7	10.1	69.9	% e grava	52.9
11/2"	38.100	1030.0	6.8	16.9	83.1	% de arena	25.7
1"	25.400	956.0	6.3	23.3	78.7	% pasante N° 200	21.4
3/4"	19.050	1568.0	10.5	33.6	86.4	LL	29
1/2"	12.700	168.0	1.1	34.7	65.3	LP	17
3/8"	9.525	1096.0	7.3	42.0	58.0	IP	12
1/4"	6.350	986.0	6.5	48.6	51.4	CLASIFIC. SUCA.	OC
4	4.760	654.0	4.3	52.9	47.1	CLASIFIC. AASHTO	A-2-6 (2)
10	2.000	6.3	2.0	54.9	45.1	D19	-
20	0.834	8.5	2.7	57.6	42.4	D30 0.301	Cu -
40	0.420	20.4	6.4	63.9	36.1	D60 10.306	Cc -
60	0.250	30.2	9.5	73.4	26.6	Observaciones	
140	0.100	4.0	1.3	74.7	25.3		
200	0.075	12.4	4.0	76.6	21.4		
<b>Bandeja</b>		<b>58.1</b>	<b>21.4</b>	<b>100.0</b>		<b>Grava arcillosa</b>	

Figura 20. Análisis granulométrico de suelo piurano

Fuente: Elaboración propia

Pasante 200 = 21.4%

D10 = 0

D Max seca = 2.112 gr/cm<sup>3</sup>

Pe = 2.44 gr/cm<sup>3</sup>

Con los datos obtenidos se procedió a calcular la porosidad efectiva con el uso de la ecuación 19 antes mencionada; para ello se tuvo en cuenta el coeficiente de pérdida de agua,

considerando que el material a usar es una grava arcillosa, se encontró un coeficiente de 10. Obteniendo como resultado una porosidad efectiva de:

$$N_e = 0.01344 \text{ gr/cm}^3$$

Siguiendo los pasos para el cálculo, se halló el coeficiente de permeabilidad con el ábaco de la Figura 21, teniendo en cuenta el suelo antes mencionado.

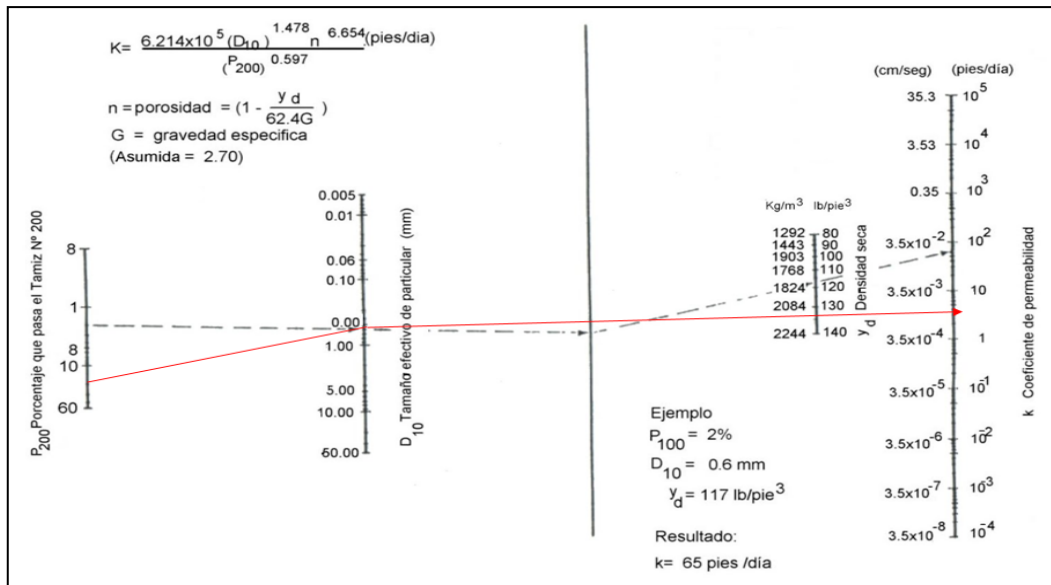


Figura 21. Cálculo de coeficiente de permeabilidad  
Fuente: Elaboración propia

Teniendo calculado el factor pendiente, se halló el factor tiempo con una saturación al 50%, usando el gráfico de la Figura 22.

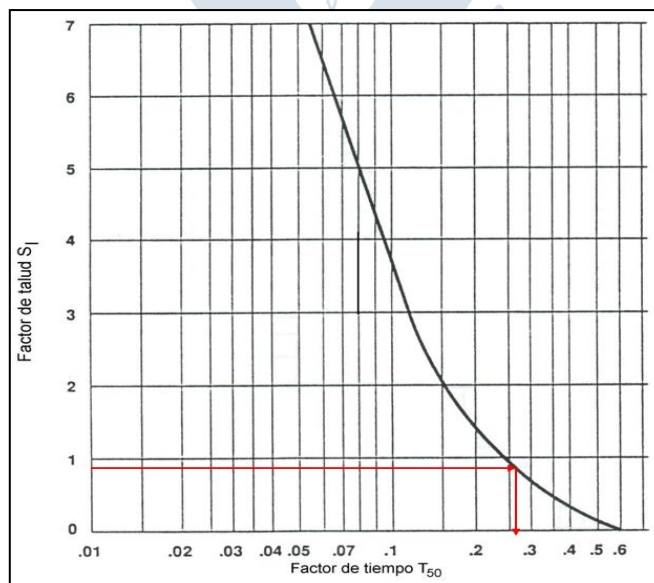


Figura 22. Cálculo de factor tiempo T 50  
Fuente: AASHTO (1993)

Con el factor de tiempo T50, se calcula el tiempo de drenaje, con la ecuación 21, teniendo como resultado  $t = 1,582,028$  segundos o 18.3 días. Con este factor, el tiempo de drenaje fue de 4.9 días.

Para un tiempo de drenaje de 4.9 días, se clasifica la calidad de drenaje según la Figura 23.

Quality of drainage	Water removed within
Excellent	2 hours
Good	1 day
Fair	1 week
Poor	1 month
Very poor	(water will not drain)

Figura 23. Clasificación del drenaje de diseño  
Fuente: AASHTO (1993).

Posteriormente se encuentra el porcentaje de tiempo en el que el pavimento este expuesto a la saturación, para ello se debe tener en cuenta el tiempo de la lluvia y el tiempo de descongelamiento.

El presente proyecto se ubica en la zona de Piura donde no se tiene tiempos de congelamiento y las épocas de lluvias suelen ser 2 meses, sin embargo, esos dos meses no llueven frecuentemente por lo que se puede considerar 60 días como un valor apto para obtener un diseño conservador.

Teniendo en cuenta los 60 días de lluvias y 0 días de congelamiento con la ecuación 18 antes explicada se encontró el porcentaje de saturación del pavimento:

$$P = (0+60) * 100/365 = 16.438\%$$

Considerando un drenaje de calidad regular y un porcentaje de saturación del pavimento entre 5 y 25% (se obtuvo 16.4%) se escogió el coeficiente de drenaje en base a las tablas recomendadas por la guía AASHTO (ver Figura 24).

<i>Recommended <math>m_1</math> values for modifying structural layer coefficients of untreated base and subbase materials in flexible pavements</i>				
<i>Quality of drainage</i>	<i>Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation</i>			
	<i>Less than 1%</i>	<i>1-5%</i>	<i>5-25%</i>	<i>Greater than 25%</i>
Excellent	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Good	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Fair	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Poor	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Very poor	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-1.40	0.40

Figura 24. Coeficiente de drenaje de diseño  
Fuente: AASHTO (1993)

Con lo cual se corrobora lo recomendado por el manual de carreteras: en bases granulares es recomendable usar 1.00 para el coeficiente de drenaje.

**3.2.1.8 Coeficiente de transferencia de carga.** El coeficiente de transferencia de carga es el factor que tiene en cuenta la capacidad de la estructura para transferir las cargas por las juntas. Depende del tipo de tráfico que circule por vía además de las bermas que se proyectan; por lo que se debe tener en cuenta: bermas de concreto y la transferencia de cargas por trabazón de agregados, tal como lo indica la guía de AASHTO93 (para tráficos menores a 4,000,000EE, no es necesario el uso de dowells).

Con lo mencionado anteriormente se considerará el diseño un coeficiente de 3.8.

**3.2.1.9 Módulo de reacción de la sub rasante.** De acuerdo a la clasificación realizada anteriormente, el suelo tiene dos tipos de subrasante, una de buena calidad y la otra de regular calidad de 24.50% y 9.70% respectivamente, por lo que se calculó el módulo de reacción para ambos casos:

### Tramo I

Tomando en consideración los siguientes puntos:

- En el diseño de un pavimento rígido se debe incluir la pérdida de soporte, variable que indica la posibilidad de presencia de agua en la sub base, esto ocasiona erosión en la misma y movimientos verticales que puede sufrir la misma. El valor dependerá del tipo de material; En el presente proyecto se ha considerado un base granular convencional por lo que se necesitaría un valor de 1.00.
- CBR = 24.50%
- Espesor de subbase = 15cm (5.90 pulgadas)
- Se ha considerado fundación rígida infinita porque el estudio de suelos no indica la existencia de fundación rígida (ver Figura 25).

RIGID SUBGRADE ANALYSIS		
Material Type	Resilient Modulus <psi>	Loss of Support
Cement Treated Granular Base	1,000,000 - 2,000,000	0 - 1
Cement Aggregate Mixture	500,000 - 1,000,000	0 - 1
Asphalt Treated Base	350,000 - 1,000,000	0 - 1
Bituminous Stabilized Mixture	40,000 - 300,000	0 - 1
Lime Stabilized Base	20,000 - 70,000	1 - 3
Unbounded Granular Materials	15,000 - 45,000	1 - 3
Fine Graded or Natural Subgrade	3,000 - 40,000	2 - 3
1) Resilient Modulus of the Subgrade = 17,340		
2) Resilient Modulus of the Base = 27,000 <Hit Enter for None>		
3) Base Thickness <4 to 12 inches> = 5.90		
4) Depth to Rigid Foundation = 0 <Hit Enter if > 10'>		
5) Loss of Support <0, 1, 2, or 3>(*) = 1		
>> MODULUS OF SUBGRADE REACTION, k = 200 psi/in		
F9: Solve For to Calculate k value		UNITS F2: List

Figura 25. Módulo de reacción tramo I PAS5

Fuente: Elaboración propia

## Tramo II

Tomando en consideración los siguientes puntos:

- Base granular con una pérdida de soporte de 1
- CBR = 9.70%
- Espesor de Sub base = 15cm (5.90inches)
- Fundación rígida infinita (ver Figura 26)

RIGID SUBGRADE ANALYSIS		
Material Type	Resilient Modulus (psi)	Loss of Support
Cement Treated Granular Base	1,000,000 - 2,000,000	0 - 1
Cement Aggregate Mixture	500,000 - 1,000,000	0 - 1
Asphalt Treated Base	350,000 - 1,000,000	0 - 1
Bituminous Stabilized Mixture	40,000 - 300,000	0 - 1
Lime Stabilized Base	20,000 - 70,000	1 - 3
Unbounded Granular Materials	15,000 - 45,000	1 - 3
Fine Graded or Natural Subgrade	3,000 - 40,000	2 - 3
1) Resilient Modulus of the Subgrade = 9,195		
2) Resilient Modulus of the Base = 27,000 (Hit Enter for None)		
3) Base Thickness (4 to 12 inches) = 5.90		
4) Depth to Rigid Foundation = 0 (Hit Enter if > 10')		
5) Loss of Support (0, 1, 2, or 3)(*)= 1		
>> MODULUS OF SUBGRADE REACTION, k = 132 psi/in		
F9: SolveFor to Calculate k value		UNITS F2: List

Figura 26. Módulo de reacción tramo II PAS5

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo como resultado 200 psi/in para el tramo I y 132 psi/in para el tramo II

**3.2.1.10 Diseño.** De acuerdo a todos los datos mencionados, se procedió al cálculo de espesores de losa para los diferentes tramos:

Se cuenta con dos tramos por tráfico y dos tramos por sub rasante, lo que hace dividir el proyecto en cuatro tramos de acuerdo a la ubicación de las estaciones y del suelo de la zona (ver Tabla 20).

Tabla 20. Tramo homogéneos PAS 5

Tramo	EE	CBR
Tramo I	2,719,188.00	9.70%
Tramo II	2,719,188.00	24.50%
Tramo III	690,261.00	9.70%
Tramo IV	690,261.00	24.50%

Fuente: Elaboración propia

Teniendo los tramos definidos se procedió al cálculo de espesores mediante el programa PAS 5:

**Tramo I**

Cálculo de espesor para el tramo I (ver Figura 27).

Rigid Pavement Analysis	
Pavement Thickness	<b>8.71</b>
Design E 18's	2,719,188
Reliability	85.00
Overall Deviation	0.39
Modulus of Rupture	680
Modulus of Elasticity	4,590,000
Load Transfer, J	3.80
Mod. Subgrade Reaction, k	132
Drainage Coefficient	1.00
Initial Serviceability	4.50
Terminal Serviceability	2.50
Solve For	
Pavement Thickness	8.71

UNITS  
Inches

Figura 27. Diseño tramo I PAS 5

Fuente: Elaboración propia

**Tramo II**

Cálculo de espesor para el tramo II (ver Figura 28).

Rigid Pavement Analysis	
Pavement Thickness	<b>8.51</b>
Design E 18's	2,719,188
Reliability	85.00
Overall Deviation	0.39
Modulus of Rupture	680
Modulus of Elasticity	4,590,000
Load Transfer, J	3.80
Mod. Subgrade Reaction, k	200
Drainage Coefficient	1.00
Initial Serviceability	4.50
Terminal Serviceability	2.50
Solve For	
Pavement Thickness	8.51

UNITS  
Inches

Figura 28. Diseño tramo II PAS 5

Fuente: Elaboración propia

**Tramo III**

Cálculo de espesor para el tramo III (ver Figura 29).

Rigid Pavement Analysis	
Pavement Thickness	<b>6.68</b>
Design E 18's	690,261
Reliability	80.00
Overall Deviation	0.39
Modulus of Rupture	680
Modulus of Elasticity	4,590,000
Load Transfer, J	3.80
Mod. Subgrade Reaction, k	132
Drainage Coefficient	1.00
Initial Serviceability	4.50
Terminal Serviceability	2.50
Solve For	
Pavement Thickness	6.68

UNITS  
Inches

Figura 29. Diseño tramo III PAS5

Fuente: Elaboración propia

## Tramo IV

Cálculo de espesor para el tramo IV (ver Figura 30).

Rigid Pavement Analysis	
Pavement Thickness	6.45
Design E 18's	690,261
Reliability	80.00
Overall Deviation	0.39
Modulus of Rupture	680
Modulus of Elasticity	4,590,000
Load Transfer, J	3.80
Mod. Subgrade Reaction, k	200
Drainage Coefficient	1.00
Initial Serviceability	4.50
Terminal Serviceability	2.50
Solve For	
Pavement Thickness	6.45

UNITS  
Inches

Figura 30. Diseño tramo IV PAS5  
Fuente: Elaboración propia

## Resultados:

Los resultados del diseño de espesores analizados se resumen en la Tabla 21.

Tabla 21. Espesores finales PAS 5

Tramo	Espesor (in)	Espesor(mm)	Espesor final (mmm)
Tramo I	8.71	221.2	221
Tramo II	8.51	216.1	216
Tramo III	6.68	169.6	170
Tramo IV	6.45	164.0	164

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Diseño de pavimento rígido con software DIPAV

En la presente sección se analizará el diseño con el programa DIPAV, basado en la metodología AASHTO93.

#### 3.3.1 Parámetros de diseño

**3.3.1.1 Ejes equivalentes.** Se procedió al cálculo de ejes equivalentes para las 10 estaciones consideradas en el estudio de tráfico antes mencionadas, teniendo las siguientes consideraciones:

- IMDA, de cada estación de acuerdo a lo mencionado en el capítulo 3, apartado 3.1 correspondiente 3.1.2 estudio de tráfico.
- Fd (Factor direccional): 0.5
- Fc (Factor Carril): 1.0
- Días año: 365

- Fp (factor presión neumático): 1.00
- Tasa de crecimiento: 3.23%
- Fv: Factor vehículo (ver Tabla 22).

Tabla 22. Factor vehículo DIPAV

<b>Buses</b>	<b>FC AASHTO 93 - DIPAV</b>
B2	3.86
<b>Camiones</b>	<b>FC AASHTO 93 - DIPAV</b>
C2	3.86
<b>Semi tráiler</b>	<b>FC AASHTO 93 - DIPAV</b>
T2S3	7.94
<b>Tráiler</b>	<b>FC AASHTO 93 - DIPAV</b>
C3R3	10.70

Fuente: Elaboración propia

Con las consideraciones antes mencionadas se procedió al cálculo de ejes equivalentes en el programa DIPAV.

- Estación N° 1. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 1 se presenta en la Figura 31.

Rígido		Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)					
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	<b>Tipo 4</b>	TOTAL (50%)	
Nomendatura	Eje Delantero	1	1	1	1		
	1er Eje Trasero	1	1	1	2		
	2do Eje Trasero			3	1		
	3er Eje Trasero				2		
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7		
	1er Eje Trasero	11	11	11	18		
	2do Eje Trasero			25	11		
	3er Eje Trasero				18		
Factor Camión	Eje Delantero	0.52516	0.52516	0.52516	0.52516		
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182		
	2do Eje Trasero			4.07647	3.33494		
	3er Eje Trasero				3.42182		
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93657	10.70374		
Total Número de Vehículos		10220	476325	31025			
ESAL's		39450	1838862	246232	0	1062172	
Espesor de Losa Asumido (mm)		200		Exportar	Periodo de diseño	20	
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)		50		Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	4	
Número de Ejes Equivalentes ESALs		1,062,172		Calcular	<=====	Ok	

Figura 31. Ejes equivalentes estación N° 1 DIPAV

Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 2. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 2 se presenta en la Figura 32.

Rígido		Módulo		ESALS		Información Adicional		Barras de Amarre		Reservorio de Juntas		Gráfico	
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)											
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)							
Nomenclatura	Eje Delantero	1	1	1	1								
	1er Eje Trasero	1	1	1	2								
	2do Eje Trasero			3	1								
	3er Eje Trasero				2								
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7								
	1er Eje Trasero	11	11	11	18								
	2do Eje Trasero			25	11								
	3er Eje Trasero				18								
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518								
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182								
	2do Eje Trasero			4.07847	3.33494								
	3er Eje Trasero				3.42182								
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93857	10.70374								
Total Número de Vehículos		41245	518885	20440									
ESAL's		159210	2002099	182223	0	1161768							

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALS)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALS	<input type="text" value="1.161.766"/>	Calcular	<=====	Ok

Figura 32. Ejes equivalentes estación N°02 DIPAV

Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 3. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 3 se presenta en la Figura 33.

Rígido		Módulo		ESALS		Información Adicional		Barras de Amarre		Reservorio de Juntas		Gráfico	
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)											
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)							
Nomenclatura	Eje Delantero	1	1	1	1								
	1er Eje Trasero	1	1	1	2								
	2do Eje Trasero			3	1								
	3er Eje Trasero				2								
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7								
	1er Eje Trasero	11	11	11	18								
	2do Eje Trasero			25	11								
	3er Eje Trasero				18								
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518								
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182								
	2do Eje Trasero			4.07847	3.33494								
	3er Eje Trasero				3.42182								
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93857	10.70374								
Total Número de Vehículos		20440	300395	20440									
ESAL's		78900	1159555	182223	0	700339							

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALS)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALS	<input type="text" value="700.339"/>	Calcular	<=====	Ok

Figura 33. Ejes equivalentes estación N°03 DIPAV

Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 4. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 4 se presenta en la Figura 34.

Rígido	Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)				
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)
Nomenclatura	Eje Delantero	1	1	1	1	
	1er Eje Trasero	1	1	1	2	
	2do Eje Trasero			3	1	
	3er Eje Trasero				2	
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7	
	1er Eje Trasero	11	11	11	18	
	2do Eje Trasero			25	11	
	3er Eje Trasero				18	
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518	
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182	
	2do Eje Trasero			4.07647	3.33494	
	3er Eje Trasero				3.42182	
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93657	10.70374	
Total Número de Vehículos		20440	839135	103860	10220	
ESAL's		78900	3239145	822705	109392	2125071

Espesor de Losa Asumido (mm)	200	Exportar	Periodo de diseño	20
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)	50	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	4
Número de Ejes Equivalentes ESALs	2,125,071	Calcular	<=====	Ok

Figura 34. Ejes equivalentes estación N°04 DIPAV  
 Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 5. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 5 se presenta en la Figura 35.

Rígido	Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)				
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)
Nomenclatura	Eje Delantero	1	1	1	1	
	1er Eje Trasero	1	1	1	2	
	2do Eje Trasero			3	1	
	3er Eje Trasero				2	
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7	
	1er Eje Trasero	11	11	11	18	
	2do Eje Trasero			25	11	
	3er Eje Trasero				18	
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518	
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182	
	2do Eje Trasero			4.07647	3.33494	
	3er Eje Trasero				3.42182	
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93657	10.70374	
Total Número de Vehículos		41245	1088085	144905	10220	
ESAL's		159210	4200040	1150049	109392	2809346

Espesor de Losa Asumido (mm)	200	Exportar	Periodo de diseño	20
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)	50	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	4
Número de Ejes Equivalentes ESALs	2,809,346	Calcular	<=====	Ok

Figura 35. Ejes equivalentes estación N°05 DIPAV  
 Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 6. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 6 se presenta en la Figura 36.

		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)
Nomendatura	Eje Delantero	1	1	1	1	
	1er Eje Trasero	1	1	1	2	
	2do Eje Trasero			3	1	
	3er Eje Trasero				2	
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7	
	1er Eje Trasero	11	11	11	18	
	2do Eje Trasero			25	11	
	3er Eje Trasero				18	
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518	
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182	
	2do Eje Trasero			4.07847	3.33494	
	3er Eje Trasero				3.42182	
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93857	10.70374	
Total Número de Vehículos		31025	714870	93075	51830	
ESAL's		119760	2758898	738896	554775	2085964

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="2,085,964"/>	Calcular	<=====	Ok

Figura 36. Ejes equivalentes estación N°06 DIPAV  
 Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 7. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 7 se presenta en la Figura 37.

		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)
Nomendatura	Eje Delantero	1	1	1	1	
	1er Eje Trasero	1	1	1	2	
	2do Eje Trasero			3	1	
	3er Eje Trasero				2	
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7	
	1er Eje Trasero	11	11	11	18	
	2do Eje Trasero			25	11	
	3er Eje Trasero				18	
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518	
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182	
	2do Eje Trasero			4.07847	3.33494	
	3er Eje Trasero				3.42182	
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93857	10.70374	
Total Número de Vehículos		20440	414840	20440	20440	
ESAL's		78900	1600552	162223	218784	1030230

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="1,030,230"/>	Calcular	<=====	Ok

Figura 37. Ejes equivalentes estación N°07 DIPAV  
 Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 8. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 8 se presenta en la Figura 38.

Rígido		Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)					
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)	
Nomendatura	Eje Delantero	1	1	1	1		
	1er Eje Trasero	1	1	1	2		
	2do Eje Trasero			3	1		
	3er Eje Trasero				2		
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7		
	1er Eje Trasero	11	11	11	18		
	2do Eje Trasero			25	11		
	3er Eje Trasero				18		
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518		
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182		
	2do Eje Trasero			4.07847	3.33494		
	3er Eje Trasero				3.42182		
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93857	10.70374		
Total Número de Vehículos		31025	217905	31025	20440		
ESAL's		119780	841135	246232	218784	712956	

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="712.956"/>	Calcular	<=====	<input type="button" value="Ok"/>

Figura 38. Ejes equivalentes estación N°08 DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

- Estación N° 9. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 9 se presenta en la Figura 39.

Rígido		Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)					
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)	
Nomendatura	Eje Delantero	1	1	1	1		
	1er Eje Trasero	1	1	1	2		
	2do Eje Trasero			3	1		
	3er Eje Trasero				2		
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7		
	1er Eje Trasero	11	11	11	18		
	2do Eje Trasero			25	11		
	3er Eje Trasero				18		
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518		
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182		
	2do Eje Trasero			4.07847	3.33494		
	3er Eje Trasero				3.42182		
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93857	10.70374		
Total Número de Vehículos		10220	208590		20440		
ESAL's		39450	797458	0	218784	527846	

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseno (ESALs)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehiculos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="527.846"/>	Calcular	<=====	<input type="button" value="Ok"/>

Figura 39. Ejes equivalentes estación N°09 DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

- Estación N°10. El cálculo de ejes equivalentes de la estación 10 se presenta en la Figura 40.

Rígido		Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Cálculo del TPDA		Cálculo de Factores Equivalentes Vehiculares (FC)					
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	TOTAL (50%)	
Nomenclatura	Eje Delantero	1	1	1	1		
	1er Eje Trasero	1	1	1	2		
	2do Eje Trasero			3	1		
	3er Eje Trasero				2		
Carga por Eje (ton)	Eje Delantero	7	7	7	7		
	1er Eje Trasero	11	11	11	18		
	2do Eje Trasero			25	11		
	3er Eje Trasero				18		
Factor Camión	Eje Delantero	0.52518	0.52518	0.52518	0.52518		
	1er Eje Trasero	3.33494	3.33494	3.33494	3.42182		
	2do Eje Trasero			4.07647	3.33494		
	3er Eje Trasero				3.42182		
Total Ejes Equivalentes		3.8801	3.8801	7.93657	10.70374		
Total Número de Vehículos		10220	217905	20440			
ESAL's		39450	841135	182223	0	521404	

Espesor de Losa Asumido (mm)	<input type="text" value="200"/>	Exportar	Periodo de diseño	<input type="text" value="20"/>
Porcentaje de Trafico en el Camil de Diseño (ESALs)(%)	<input type="text" value="50"/>	Editar Tipos	Nro. de Vehículos	<input type="text" value="4"/>
Número de Ejes Equivalentes ESALs	<input type="text" value="521,404"/>	Calcular	<=====	Ok

Figura 40. Ejes equivalentes estación N°10 DIPAV

Fuente: Elaboración propia

Un resumen de los ejes equivalentes DIPAV se presentan en la Tabla 23. Se ha considerado dividir el tráfico en dos tramos, tal como se consideró en el diseño con el programa PAS5:

Tabla 23. Total, de ejes equivalentes DIPAV

Estación	Ejes		Tramo
	Equivalentes	EE	
Estación 1	1,062,172.00		
Estación 2	1,161,766.00		
Estación 3	700,339.00		
Estación 4	2,125,071.00	2,809,346.00	TRAMO I
Estación 5	2,809,346.00		
Estación 6	2,085,964.00		
Estación 7	1,030,230.00		
Estación 8	712,956.00		
Estación 9	527,846.00	712,956.00	TRAMO II
Estación 10	521,404.00		

Fuente: Elaboración propia

**3.3.1.2 Desviación estándar normal.** Los valores de desviación estándar son los valores escogidos en el diseño anterior con el programa PAS 5, porque ambos programas están basados en el método AASHTO 93:

Tramo con 2,719,188.00 – 85%

Tramo con 690,261.00 – 80%

**3.3.1.3 Error estándar combinado.** Los datos de error estándar combinado también son los mismos datos considerado para el diseño con el programa PAS5: 0.39.

**3.3.1.4 Serviciabilidad.** La serviciabilidad tomada en cuenta es la misma del diseño con el programa PAS 5:

Pi= 4.50 y Pf= 2.50

**3.3.1.5 Módulo de rotura.** En el presente proyecto se escogió un  $M_r=48\text{kg/cm}^2$  o 680 psi para concreto de diseño en ambos tramos en evaluación.

**3.3.1.6 Módulo de elasticidad del concreto.** Para el cálculo del módulo de elasticidad de acuerdo al programa DIPAV, se correlaciona con la resistencia a la compresión del concreto, tal como se muestra en la Figura 41.

La otra propiedad de calidad del hormigón requerida para el diseño es el Módulo Elástico, el mismo que se determina usando los procedimientos descritos en ASTM C 469. Es una medida de la rigidez del hormigón en respuesta a aplicaciones de carga. El diseño no es muy sensible a esta variable, motivo por el cual su valor puede ser estimado a partir de correlaciones con otros parámetros de resistencia del hormigón, como ser:

$$E_c \text{ (kPa)} = 150,000 [f'c \text{ (kPa)}]^{0.5}$$

$$E_c \text{ (psi)} = 57,000 (f'c \text{ (psi)})^{0.5}$$

$$E_c \text{ (kPa)} = 1,000,000 [S'c \text{ (kPa)} - 3,370] / 43.5$$

$$E_c \text{ (psi)} = 1,000,000 [S'c \text{ (psi)} - 488.5] / 43.5$$

Donde:

**E<sub>c</sub>** = Módulo Elástico promedio del hormigón.  
**f'c** = Resistencia a la compresión  
**S'c** = Módulo de ruptura del hormigón a los 28 días.

Figura 41. Módulo de elasticidad - DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

En este caso se utilizó la fórmula de  $E_c = 57,000 (f'c)^{0.5}$ , porque es una de las fórmulas mencionadas en el manual de carreteras sección suelos y pavimentos, además por ser la ecuación más actualizada. Por lo tanto, se tiene un módulo de rotura de  $48\text{kg/cm}^2$  equivalente a un concreto de resistencia a la compresión de  $350\text{ kg/cm}^2$ .

$$E_c = 4,030,509.00 \text{ psi}$$

**3.3.1.7 Coeficiente de drenaje.** El valor de coeficiente de drenaje es el valor explicado en el desarrollo del diseño con el programa PAS5 de 1.00.

**3.3.1.8 Coeficiente de transferencia de carga.** El coeficiente de transferencia de carga usado es al igual que el diseño con el programa PAS5 de 3.8.

**3.3.1.9 Módulo de reacción de la sub rasante.** Para el cálculo del módulo de reacción de la sub rasante (“k”), se deben tener en cuenta los siguientes valores:

- Tipo de subbase: Granular
- Espesor de subbase: 15cm
- Ls (perdida de soporte base): 1.00
- Existencia de fundación rígida: Debajo de los 3 metros
- CBR de sub Rasante= 24.5% y 9.70%

Luego, se realiza el cálculo para ambos tramos de diseño, el de 24.5% y de 9.70% de la siguiente forma

- Estimación de Mr de sub rasante y sub base:

De acuerdo a correlación existente entre el módulo resiliente y el CBR, se realizó la conversión de CBR a módulo resiliente:

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64} \quad (\text{Ec. 24})$$

Mr sub rasante (1) = 19,790.00 Psi

Mr sub rasante (2) = 10,937.00 Psi

Considerando la sub base con un CBR de 40%

Mr sub base = 27,000 Psi

Para la estimación de K (ver Figura 42), por efecto combinado de sub rasante y sub base, se tuvo en cuenta una fundación rígida por debajo de los 3 metros o de lo contrario.

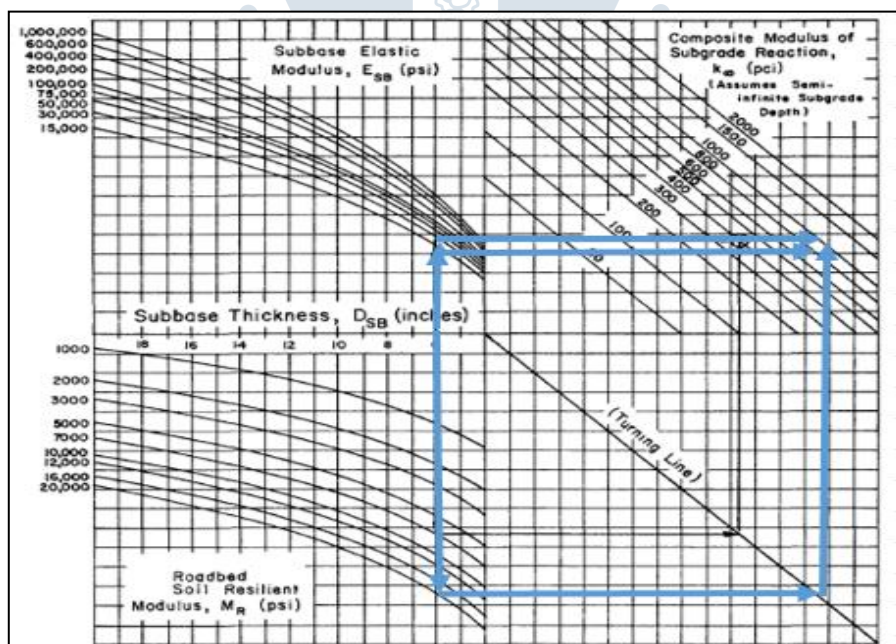


Figura 42. Abaco para hallar módulo de reacción

Fuente: AASHTO (1993)

Obteniendo como resultado 1000 Psi y 800 psi

Por último, se ajusta el valor efectivo de K (ver Figura 43), teniendo en cuenta la pérdida de soporte de la sub base LS, por erosión.

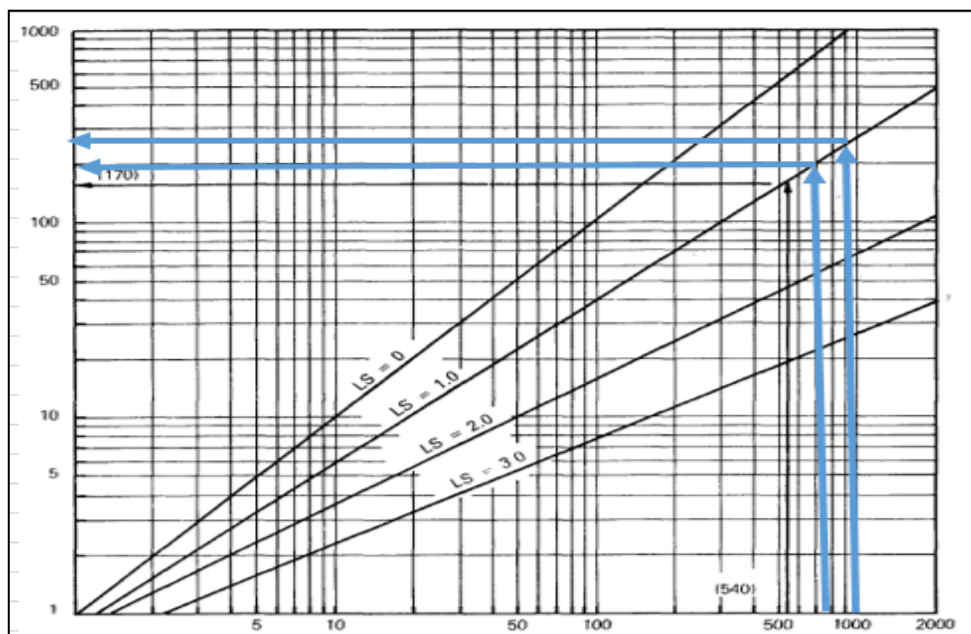


Figura 43. Abaco para corrección módulo de reacción por pérdida de soporte  
Fuente: AASHTO (1993)

Obteniendo como valor 300 psi o 81.36 kPa/mm, y el segundo tramo de 250 psi o 67.8 kPa/mm.

**3.3.1.10 Diseño.** Se cuentan con dos tramos distintos por el tipo de tráfico de las vías y dos tramos por el tipo de suelo presente; por lo tanto, el diseño se ha dividido en cuatro tramos. Los mismos tramos usados para el diseño con el software PAS5 se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Tramos de diseño DIPAV

Tramo	EE	CBR
Tramo I	2,809,346.00	9.70%
Tramo II	2,809,346.00	24.50%
Tramo III	712,956.00	9.70%
Tramo IV	712,956.00	24.50%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el diseño DIPAV para cada uno de los cuatro tramos.

## Tramo I

El diseño del tramo I se presenta en la Figura 44.

Rígido	Módulo	ESALS	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Serviciabilidad Inicial (Po)		4.5				
Serviciabilidad Final (Pt)		2.5				
Módulo de Rotura del Homigón (S <sub>c</sub> )(MPa) - (psi)	4.69		MPa <===	680		psi
Módulo de Elasticidad del Homigón (E)(MPa) - (psi)	27.789.38		MPa <===	4,030.509		psi
Coefficiente de Drenaje (Cd)		1				
Coefficiente de Transferencia de Cargas (J)		3.8				
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	67.8		kPa/mm ==>	249.77		pci ...
Confiabilidad (R)(%)		85				
Desviación Estándar (So)		0.39				
Número de Ejes Equivalentes ESALS		2,809,346				Calcular ESALS
Espesor de Losa (mm)		212				
<input checked="" type="radio"/> Espesor <input type="radio"/> ESALS		Calcular	Borrar todo			

Figura 44. Diseño tramo I DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

## Tramo II

El diseño del tramo II se presenta en la Figura 45.

Rígido	Módulo	ESALS	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Serviciabilidad Inicial (Po)		4.5				
Serviciabilidad Final (Pt)		2.5				
Módulo de Rotura del Homigón (S <sub>c</sub> )(MPa) - (psi)	4.69		MPa <===	680		psi
Módulo de Elasticidad del Homigón (E)(MPa) - (psi)	27.789.38		MPa <===	4,030.509		psi
Coefficiente de Drenaje (Cd)		1				
Coefficiente de Transferencia de Cargas (J)		3.8				
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	81.36		kPa/mm ==>	299.73		pci ...
Confiabilidad (R)(%)		85				
Desviación Estándar (So)		0.39				
Número de Ejes Equivalentes ESALS		2,809,346				Calcular ESALS
Espesor de Losa (mm)		209				
<input checked="" type="radio"/> Espesor <input type="radio"/> ESALS		Calcular	Borrar todo			

Figura 45. Diseño tramo II DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

### Tramo III

El diseño del tramo III se presenta en la Figura 46.

Rígido	Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Serviciabilidad Inicial (Po)		4.5				
Serviciabilidad Final (Pt)		2.5				
Módulo de Rotura del Homigón (S' <sub>c</sub> )(MPa) - (psi)	4.69	MPa <===	680	psi		
Módulo de Elasticidad del Homigón (E)(MPa) - (psi)	27,789.38	MPa <===	4,030,509	psi		
Coefficiente de Drenaje (Cd)		1				
Coefficiente de Transferencia de Cargas (J)		3.8				
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	67.8	kPa/mm ==>	249.77	pci	...	
Confiabilidad (R)(%)		80				
Desviación Estándar (So)		0.39				
Número de Ejes Equivalentes ESALs		712,956				Calcular ESALs
Espesor de Losa (mm)		159				
<input checked="" type="radio"/> Espesor <input type="radio"/> ESALs		Calcular	Borrar todo			

Figura 46. Diseño tramo III DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

### Tramo IV

El diseño del tramo IV se presenta en la Figura 47.

Rígido	Módulo	ESALs	Información Adicional	Barras de Amarre	Reservorio de Juntas	Gráfico
Serviciabilidad Inicial (Po)		4.5				
Serviciabilidad Final (Pt)		2.5				
Módulo de Rotura del Homigón (S' <sub>c</sub> )(MPa) - (psi)	4.69	MPa <===	680	psi		
Módulo de Elasticidad del Homigón (E)(MPa) - (psi)	27,789.38	MPa <===	4,030,509	psi		
Coefficiente de Drenaje (Cd)		1				
Coefficiente de Transferencia de Cargas (J)		3.8				
Módulo Efectivo de Reacción de la Subrasante (k)(kPa/mm) - (pci)	81.36	kPa/mm ==>	299.73	pci	...	
Confiabilidad (R)(%)		80				
Desviación Estándar (So)		0.39				
Número de Ejes Equivalentes ESALs		712,956				Calcular ESALs
Espesor de Losa (mm)		155				
<input checked="" type="radio"/> Espesor <input type="radio"/> ESALs		Calcular	Borrar todo			

Figura 47. Diseño tramo IV DIPAV  
Fuente: Elaboración propia

**Resumen:**

El resumen del espesor por cada tramo se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25. Espesores de diseño Dipav

<b>Tramo</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Espesor final</b>
Tramo I	212	212
Tramo II	209	209
Tramo III	159	159
Tramo IV	155	155

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Diseño de pavimento con hoja de cálculo.

En la presente sección se analizará el diseño con la hoja de cálculo basada en la metodología AASHTO93 aplicando las simplificaciones de la norma peruana

#### 3.4.1 Ejes equivalentes

Se procedió al cálculo de ejes equivalentes para las 10 estaciones consideradas en el estudio de tráfico antes mencionadas, teniendo las siguientes consideraciones:

- IMDA, de cada estación de acuerdo a lo mencionado en el capítulo 3, apartado 3.1 correspondiente 3.1.2 estudio de tráfico.
- Fd (Factor direccional): 0.5
- Fc (Factor Carril): 1.00
- Días año: 365
- Fp (factor presión neumático): 1.00
- Tasa de crecimiento: 3.23%
- Fv: Factor vehículo (ver Tabla 26)

Tabla 26. Factor vehículo - hoja de cálculo

<b>Buses</b>	<b>FC – NORMA PERUANA</b>
B2	4.61
<b>Camiones</b>	<b>FC – NORMA PERUANA</b>
C2	4.61
<b>Semi tráiler</b>	<b>FC – NORMA PERUANA</b>
T2S3	8.77
<b>Tráiler</b>	<b>FC – NORMA PERUANA</b>
C3R3	11.52

Fuente: Elaboración propia

Teniendo las consideraciones antes mencionadas se procedió al cálculo de los ejes equivalentes para cada estación (ver Tabla 27)

Tabla 27. Cálculo de ejes equivalentes - hoja de cálculo

ESTACIÓN N°01								
Vehículo	IMDA	F. Camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. Crecimiento	EE- Vehículo
Buses	1.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	23,143.13
Camión	46.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	1,064,583.78
Semi Tráiler	3.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	132,081.48
Tráiler	0.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	0.00
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>1,219,808.39</b>
ESTACIÓN N°02								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	4.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	92,572.50
Camión	50.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	1,157,156.29
Semi Tráiler	2.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	88,054.32
Tráiler	0.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	0.00
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>1,337,783.11</b>
ESTACIÓN N°03								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	2.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	46,286.25
Camión	29.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	671,150.65
Semi Tráiler	2.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	88,054.32
Tráiler	0.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	0.00
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>805,491.22</b>
ESTACIÓN N°04								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	2.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	46,286.25
Camión	81.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	1,874,593.18
Semi Tráiler	10.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	440,271.61
Tráiler	1.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	57,832.71
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>2,418,983.76</b>
ESTACIÓN N°05								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	4.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	92,572.50
Camión	105.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	2,430,028.20
Semi Tráiler	14.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	616,380.26
Tráiler	1.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	57,832.71
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>3,196,813.67</b>
ESTACIÓN N°06								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	3.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	69,429.38
Camión	69.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	1,596,875.68
Semi Tráiler	9.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	396,244.45
Tráiler	5.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	289,163.57
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>2,351,713.07</b>

ESTACIÓN N°07								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	2.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	46,286.25
Camión	40.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	925,725.03
Semi Tráiler	2.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	88,054.32
Tráiler	2.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	115,665.43
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>1,175,731.03</b>
ESTACIÓN N°08								
Vehículo	IMDA	F. Camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	3.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	69,429.38
Camión	21.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	486,005.64
Semi Tráiler	3.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	132,081.48
Tráiler	2.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	115,665.43
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>803,181.93</b>
ESTACIÓN N°09								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	1.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	23,143.13
Camión	20.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	462,862.51
Semi Tráiler	0.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	0.00
Tráiler	2.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	115,665.43
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>601,671.07</b>
ESTACIÓN N°10								
Vehículo	IMDA	F. camión	Días Año	F. carril	F. dirección	F. neumático	F. crecimiento	EE- Vehículo
Buses	1.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	23,143.13
Camión	21.00	4.61	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	486,005.64
Semi Tráiler	2.00	8.77	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	88,054.32
Tráiler	0.00	11.52	365.00	0.50	1.00	1.00	27.51	0.00
<b>TOTAL EJES EQUIVALENTES</b>								<b>597,203.09</b>

Fuente: Elaboración propia

Dadas las consideraciones de diseño con el software PAS 5 y DIPAV, se ha dividido el tráfico en dos tramos (ver Tabla 28).

Tabla 28. Total de ejes equivalentes - hoja de cálculo

Zona	Estación	Ejes Equivalentes	EE Diseño
<b>Zona 1</b>	N°01	1,219,808.39	<b>3,196,813.67</b>
	N°02	1,337,783.11	
	N°03	805,491.22	
	N°04	2,418,983.76	
	N°05	3,196,813.67	
	N°06	2,351,713.07	
	N°07	1,175,731.03	
<b>Zona 2</b>	N°08	803,181.93	<b>803,181.93</b>
	N°09	601,671.07	
	N°10	597,203.09	

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2 Desviación estándar normal

Según el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos, de acuerdo al tipo de tráfico hallado en los ejes equivalentes se recomienda valores de desviación estándar normal (ver Figura 49).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP <sub>0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP <sub>1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP <sub>2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP <sub>3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP <sub>4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP <sub>5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP <sub>6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP <sub>7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP <sub>8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP <sub>9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP <sub>11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

Figura 48. Valores nivel de desviación estándar - Manual de carreteras  
Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

Como se cuenta con dos tramos por tráfico, la confiabilidad será asignada por el tipo de tráfico

Tramo con 3,196,813.67 EE = 85%

Tramo con 803,181.93 EE= 80%

### 3.4.3 Error estándar combinado

De acuerdo al Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos, se recomienda en usar un error estándar combinado de 0.35 para pavimento rígidos.

### 3.4.4 Serviciabilidad

De acuerdo al Manual de Carreteras, secciones suelos y pavimento, 2014, los índices de serviciabilidad varían de acuerdo al tipo de tráfico hallado por los ejes equivalentes, como se detalla en la Figura 49.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Figura 49. Índice de serviciabilidad - manual de carreteras  
Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

Debido a que se cuenta con dos tramos de diseño, por el tránsito: el primer tramo contó con un  $P_o=4.30$  y  $P_f=2.5$ , el segundo tramo con un  $P_o=4.1$  y  $P_f=2.0$

### 3.4.5 Módulo de rotura

En el presente proyecto se ha escogido un  $M_r=48$  kg/cm<sup>2</sup> o 680 Psi para concreto de diseño en ambos tramos en evaluación.

### 3.4.6 Módulo de elasticidad del concreto

El módulo elástico del concreto del pavimento se determina con la ecuación siguiente:

$$E_c = 57000 (f'c)^{0.5} \quad (\text{Ec.25})$$

Donde:

$f'c$ = resistencia a la compresión simple de hormigón (360kg/cm<sup>2</sup>).

$E_c$ = 28,000 MPa

### 3.4.7 Coeficiente de drenaje

El coeficiente de drenaje se consideró igual a los diseños antes realizados.

### 3.4.8 Coeficiente de transferencia de carga

El coeficiente de transferencia de carga está de acuerdo a lo mencionado en el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (ver Tabla 29):

Tabla 29. Valores de coeficiente de transferencia de carga

Tipo de berma	J			
	Granulas o asfáltica		Concreto hidráulico	
Valores J	Sí (con pasadores)	No (sin pasadores)	Sí (con pasadores)	No (sin pasadores)
		3.2	3.8-4.4	2.8

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

De acuerdo al Manual de carreteras, cuando los ejes equivalentes son mayores a 4,000,000 EE, será necesario el uso de dovelas, en el presente diseño no estimó el uso de dovelas, por lo que se diseñó con un valor de 3.8

### 3.4.9 Módulo de reacción de la sub rasante

El cálculo del módulo de reacción de la sub rasante se realizó de acuerdo al Manual de carreteras.

Con los CBR de sub rasante (9.70% y 24.50%) y de la sub base (40%) se halló el módulo de reacción con la ayuda de la Figura 50:

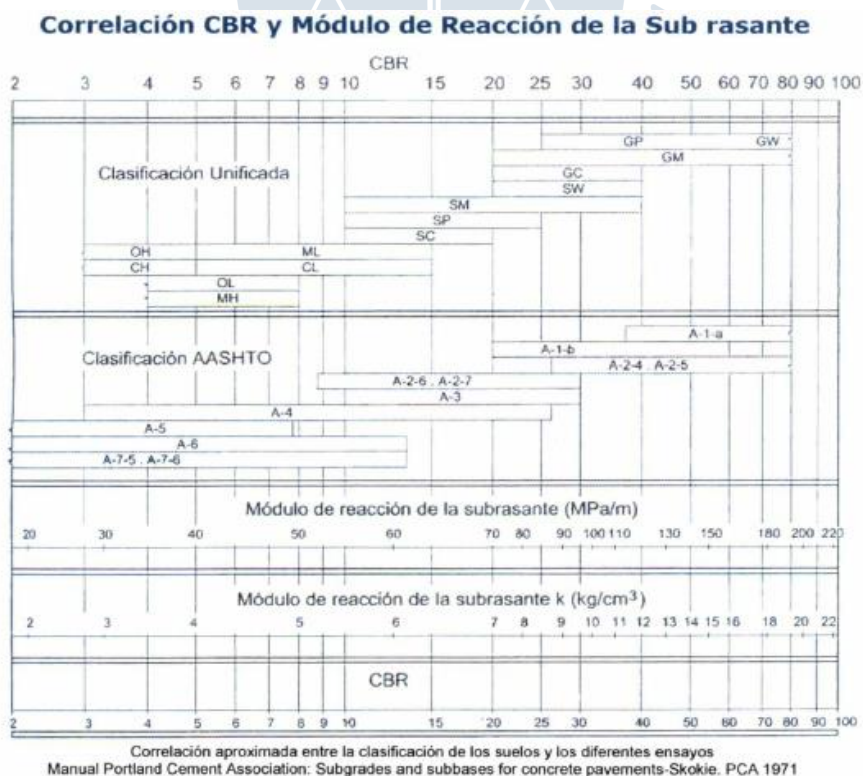


Figura 50. Correlación CBR y módulo de reacción

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

Obteniendo como resultado:

$$K \text{ sub rasante (9.7\%)} = 5.5 \text{ kg/cm}^3$$

$$K \text{ sub rasante (24.5\%)} = 8.5 \text{ kg/cm}^3$$

$$K \text{ sub base} = 12 \text{ kg/cm}^3$$

Con los coeficientes de reacción de la sub base y base y de acuerdo al espesor de la sub base, se procede a calcular el K combinado (ver Figura 51).

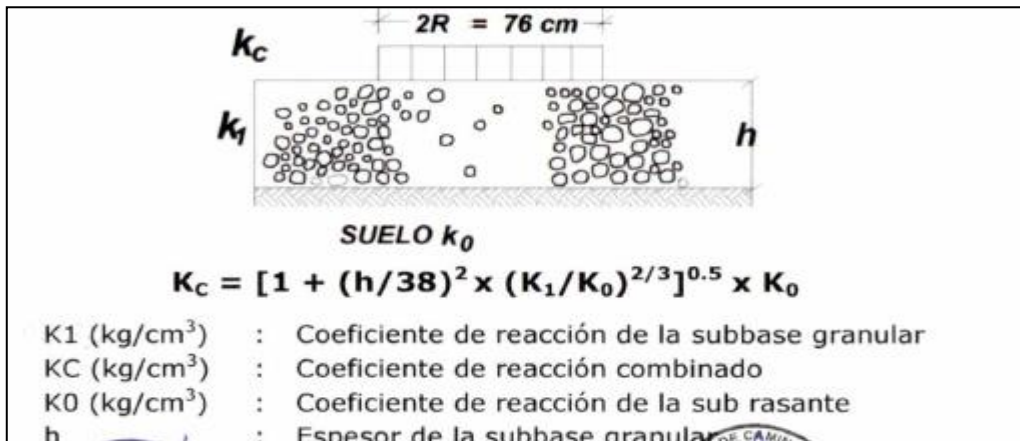


Figura 51. Cálculo de módulo de reacción

Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

$$K_c = 6.19 \text{ kg/cm}^3 \text{ o } 60.98 \text{ Mpa/m}$$

$$K_c = 9.29 \text{ kg/cm}^3 \text{ o } 91.57 \text{ Mpa/m}$$

### 3.4.10 Diseño

Para el diseño de espesores, se cuenta con dos tramos de acuerdo al tráfico que circula por la vía, y se cuenta con dos grupos de caracterización de suelo in situ, por lo que el diseño se realizó para cuatro tramos (ver Tabla 30).

Tabla 30. Tramos de diseño – hoja de cálculo

Tramo	EE	CBR
Tramo I	3,196,813.67	9.70%
Tramo II	3,196,813.67	24.50%
Tramo III	803,181.93	9.70%
Tramo IV	803,181.93	24.50%

Fuente: Elaboración propia

**Tramo I**

El diseño del tramo I en hoja de cálculo se muestra en la Figura 52.

**DISEÑO DE PAVIMENTOS - CONCRETO**

Reglamento: Manual de Carreteras MTC

**PARÁMETROS DE DISEÑO**

PERIODO DE DISEÑO	20.00	años
CANTIDAD DE ESAL	3,196,814	
CONFIABILIDAD (R%)	85.00	%
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)	-1.04	
ERROR DE COMBINACIÓN ESTÁNDAR (So)	0.35	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c)	350.00	kg/cm2
MÓDULO DE ROTURA (MR)	4.80	Mpa
MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)	27,700.04	Mpa
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA (J)	3.80	
MÓDULO DE REACCIÓN (Kc)	60.98	Mpa/m
COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.00	
SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	4.30	
SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)	2.50	
DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.80	

**CAPAS DEL PAVIMENTO**

Concreto	f'c	350.00	kg/cm2
Sub-Base	CBR	40.00	%
Sub-Rasante	CBR	9.70	%

**D REQUERIDO**

$$\log_{10} W_{92} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{35 - 15} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{2.32}}} + (4.22 - 0.32 P_f) + \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 + J + \left( 0.09 \times D^{0.75} - \frac{7.38}{\left( \frac{E_c}{E_s} \right)^{0.25}} \right)} \right)$$

N18 Nom	=	N18 Calc	D req
6.50		6.50	218.25

**ESPEORES DE CAPAS**

Concreto	22.00	cm
Sub-Base	15.00	cm
Sub-Rasante		

Figura 52. Diseño tramo I hoja de cálculo  
Fuente: Elaboración propia

**Tramo II**

El diseño del tramo II en hoja de cálculo se muestra en la Figura 53.

**DISEÑO DE PAVIMENTOS - CONCRETO**

Reglamento: Manual de Carreteras MTC

**PARÁMETROS DE DISEÑO**

PERIODO DE DISEÑO	20.00	años
CANTIDAD DE ESAL	3,196,814	
CONFIABILIDAD (R%)	85.00	%
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)	-1.04	
ERROR DE COMBINACIÓN ESTÁNDAR (So)	0.35	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c)	350.00	kg/cm2
MÓDULO DE ROTURA (MR)	4.80	Mpa
MÓDULO DE ELASTICIDAD (Ec)	27,700.04	Mpa
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA (J)	3.80	
MÓDULO DE REACCIÓN (Kc)	91.57	Mpa/m
COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.00	
SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	4.30	
SERVICIABILIDAD FINAL (Pf)	2.50	
DIFERENCIA DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)	1.80	

**CAPAS DEL PAVIMENTO**

Concreto	f'c	350.00	kg/cm2
Sub-Base	CBR	40.00	%
Sub-Rasante	CBR	24.50	%

**D REQUERIDO**

$$\log_{10} W_{92} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{35 - 15} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{2.32}}} + (4.22 - 0.32 P_f) + \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 + J + \left( 0.09 \times D^{0.75} - \frac{7.38}{\left( \frac{E_c}{E_s} \right)^{0.25}} \right)} \right)$$

N18 Nom	=	N18 Calc	D req
6.50		6.50	211.74

**ESPEORES DE CAPAS**

Concreto	21.00	cm
Sub-Base	15.00	cm
Sub-Rasante		

Figura 53. Diseño tramo II hoja de cálculo  
Fuente: Elaboración propia

**Tramo III**

El diseño del tramo III en hoja de cálculo se muestra en la Figura 54.

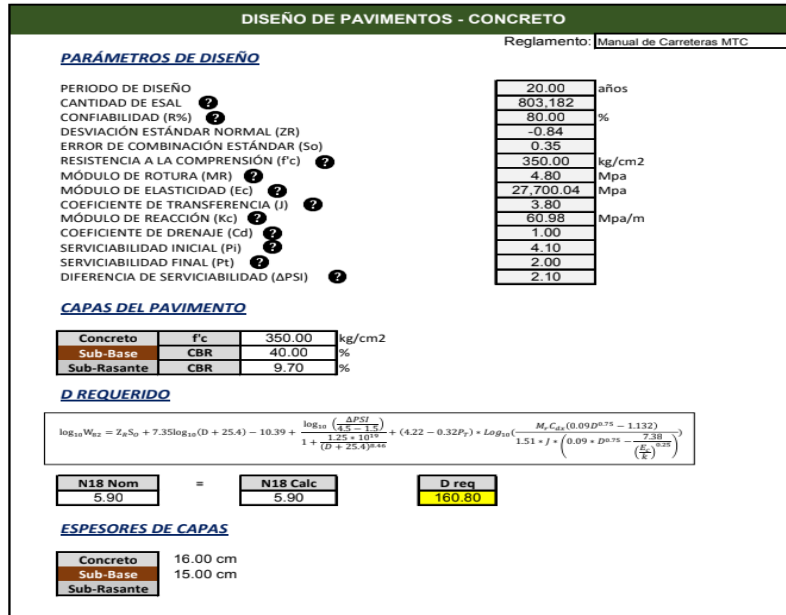


Figura 54. Diseño tramo III hoja de cálculo  
Fuente: Elaboración propia

**Tramo IV**

El diseño del tramo IV en hoja de cálculo se muestra en la Figura 55.

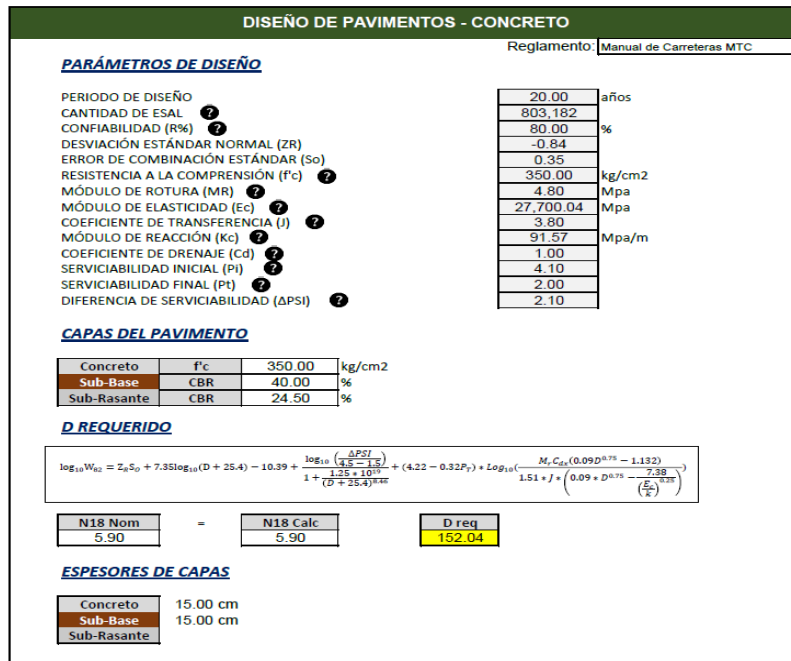


Figura 55. Diseño tramo IV hoja de cálculo  
Fuente: Elaboración propia

## **Resumen:**

El resumen del diseño en la hoja de cálculo se muestra en la Tabla 31.

Tabla 31. Espesores finales - hoja de cálculo

Tramo	Espesor (MM)	Espesor final
Tramo I	218	218
Tramo II	212	212
Tramo III	161	161
Tramo IV	152	152

Fuente: Elaboración propia

### **3.5 Comparativo de diseños**

En la presente sección se analizará las variaciones que presentan los diseños con los tres programas de diseño usados anteriormente, con la finalidad de optimizar los espesores:

1. El primer dato que varía en los tres diseños es el factor vehículo, factor usado para calcular el daño que causa un tipo de vehículo al pavimento comparado con el daño que causa un eje patrón de 8 toneladas o 18 kips, el cual por concepto debería ser el mismo si se está utilizando el mismo tipo de vehículo para el cálculo de dicho factor.
2. Para encontrar la diferencia de estos factores vehículos, se analiza el vehículo tipo B2 para los tres diseños desarrollados anteriormente, para encontrar la causa de la diferencia en los valores encontrados para los tres diseños.

Para efectos del diseño, se ha tomado el vehículo según la clasificación del MTC antes mencionada (ver Figura 56).

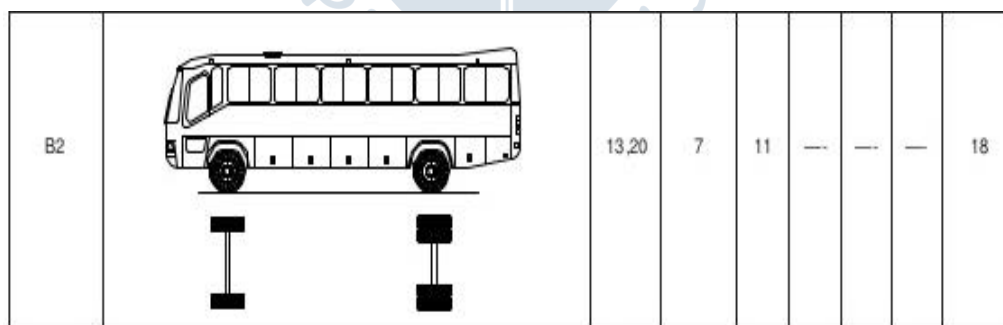


Figura 56. Peso vehículo tipo B2  
Fuente: Ministerio de transportes (2003)

#### **3.5.1 Factor vehículo B2 para programas PAS5**

Para hallar el factor vehículo del tipo de vehículo B2, se ha tenido en cuenta las fórmulas de AASHTO 93 y se han seguido los siguientes pasos:

- Cálculo de factor vehículo del primer eje: los resultados se muestran en la Tabla 32.

Tabla 32. Factor vehículo 7 ton

Bx	1.07205445
B	1.15487864
G	-0.17609126
G/B	-0.15247599
G/Bx	-0.16425589
1ero	1.97361782
2do	0.97324032
3ero	1
W18	1.92080445
LEF	0.5206152

Fuente: Elaboración propia

- Cálculo de factor vehículo del segundo eje: los resultados se muestran en la Tabla 33.

Tabla 33. Factor vehículo 11 ton

Bx	1.67956654
B	1.15487864
G	-0.17609126
G/B	-0.15247599
G/Bx	-0.10484328
1ero	0.26877821
2do	1.1159191
3ero	1
W18	0.29993473
LEF	3.33405869

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2 Factor del vehículo B2 para programa DIPAV

En el programa DIPAV se ingresan los pesos de ejes del tipo de vehículo en toneladas y el espesor 200 mm (7.87 pulgadas). El cálculo del factor camión el programa DIPAV se basa en las fórmulas de AASHTO 93, con lo cual resulta:

Fc 7ton= 0.52516,

Fc 11ton= 3.33494

### 3.5.3 Factor vehículo B2 para hoja de cálculo

La hoja de cálculo creada con fines de diseño de pavimentación está orientada a las simplificaciones que indica el Manual de carreteras (ver Figura 57) que brinda las siguientes fórmulas para hallar factor vehículo:

Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos	
Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 13.0 ]^{4.1}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 13.3 ]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 16.6 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 17.5 ]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Figura 57. Relaciones de cargas por eje para determinar ejes equivalentes  
Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

De acuerdo al tipo de vehículo a evaluar B2, se tiene un eje simple de ruedas simples de 7 toneladas y un eje simple de ruedas dobles de 11 toneladas, obteniéndose:

$$F_c (7\text{ton}) = 1.2728$$

$$F_c (11\text{ton}) = 3.3348.$$

El factor del vehículo B2 para cada uno de los diseños se presenta en la Tabla 34.

Tabla 34. Factor vehículo B2

Vehículo - B2		
Software	Fc 1 eje	Fc 2do eje
PAS 5	0.5206	3.3341
DIPAV	0.5252	3.3349
Hoja de cálculo	1.2728	3.3348

Fuente: Elaboración propia

Analizando los tres diseños de factor vehículo se pudo observar:

- El factor para el eje simple de 7 toneladas es el doble cuando se calcula con las fórmulas recomendadas por la norma peruana, siendo este un valor de 1.2728, esto estaría contradiciendo con lo indicado en el método de diseño AASHTO93 que indica que un eje patrón de 8 toneladas causa un daño en el pavimento de 1.00, y si se calcula un eje con menor peso (menor de 7 toneladas) tendría que ser un valor menor a la unidad, tal cual

como se calcula con el programa PAS 5 Y DIPAV. Además, se debe tener en cuenta que todos los vehículos analizados tienen un eje simple de 7 toneladas, con lo cual la diferencia entre factores vehículos se verá reflejada en cada uno de ellos.

- Los factores analizados con el programa PAS5 Y DIPAV son similares, con pequeñas variaciones debido al cambio de unidades que usan los diferentes programas.
- Aunque los factores vehículos son variables, la mayor variación se presenta cuando se usa la fórmula de la norma peruana por el eje simple de 7 toneladas que presentan todos los tipos de vehículos analizados.
- Las variaciones de los factores vehículo se ve reflejada en la diferencia de ejes equivalentes para cada diseño realizado y esta variación es mayor usando los factores calculados con las fórmulas de la norma peruana (hoja de cálculo), tal como se aprecia en la Tabla 35.

Tabla 35. Ejes equivalentes tramo I y Tramo II

<b>Tramo I</b>		
<b>DIPAV</b>	<b>PAS 5</b>	<b>Hoja de cálculo</b>
2,719,188.00	2,809,346.00	3,196,813.67
<b>Tramo II</b>		
690,261.00	71,296.00	803,181.93

Fuente: Elaboración propia

- Un factor variable en los diseños es el error de combinación estándar. El Manual de Carreteras recomienda un valor de 0.35 para todos los pavimentos rígidos; mientras que la guía AASHTO sugiere un valor de 0.34 cuando no se tiene errores en el tránsito y 0.39 cuando se presentan estos errores. En esta investigación, se ha diseñado con 0.39 para los programas DIPAV Y PAS5, orientados al diseño AASHTO 93; pero, se ha usado 0.35 en el desarrollo de la hoja de cálculo por estar orientada a las simplificaciones de la norma.

El uso del 0.39 es un valor que puede influenciar en el diseño de pavimentos por el tipo de estudio de tráfico que se realice, por ejemplo, las entidades pequeñas, con bajo presupuesto y pequeños proyectos, trabajan con estimaciones de tráfico y un valor de 0.39 estaría compensando las estimaciones producto de la circulación de nuevos vehículos por una nueva vía en buen estado.

- Un factor que varía en los tres desarrollos de diseño de pavimento, es el módulo de reacción, el cual se analizara a detalle el procedimiento de cálculo de cada uno de ellos para encontrar el porqué de la variabilidad de este.

El cálculo del módulo de reacción (k) en programa PAS 5 se presenta en la Figura 58.

Material Type	Resilient Modulus <psi>	Loss of Support
Cement Treated Granular Base	1,000,000 - 2,000,000	0 - 1
Cement Aggregate Mixture	500,000 - 1,000,000	0 - 1
Asphalt Treated Base	350,000 - 1,000,000	0 - 1
Bituminous Stabilized Mixture	40,000 - 300,000	0 - 1
Lime Stabilized Base	20,000 - 70,000	1 - 3
Unbounded Granular Materials	15,000 - 45,000	1 - 3
Fine Graded or Natural Subgrade	3,000 - 40,000	2 - 3
1) Resilient Modulus of the Subgrade = 17,340		
2) Resilient Modulus of the Base = 27,000 <Hit Enter for None>		
3) Base Thickness <4 to 12 inches> = 5.90		
4) Depth to Rigid Foundation = 0 <Hit Enter if > 10'>		
5) Loss of Support <0, 1, 2, or 3>(*)= 1		
>> MODULUS OF SUBGRADE REACTION, k = 200 psi/in		
F9: SolveFor to Calculate k value		UNITS F2: List

Figura 58. Cálculo de módulo de reacción con PAS 5

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4 Módulo de reacción (k) en programa DIPAV

El programa DIPAV, no cuenta con alguna fórmula para encontrar el módulo de reacción, el ingreso de esta variable de diseño es manual, por esta razón se han utilizado los ábacos brindados por guía de AASHTO 93.

Para encontrar el módulo de reacción con los ábacos de la guía AASHTO 93 se necesitan los siguientes datos: módulo resiliente de sub rasante y sub base, espesor de subbase.

De acuerdo a correlación existente entre el módulo resiliente y el CBR, se ha realizado la conversión de CBR a módulo resiliente, con la formula actualizada de AASHTO 2002:

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64} \quad (\text{Ec. 26})$$

$$Mr \text{ sub rasante (1)} = 19,790.00 \text{ Psi}$$

Considerando la sub base con un CBR de 40%

$$Mr \text{ sub base} = 27,000 \text{ Psi}$$

Con el primer Abaco (ver Figura 59) se encuentra el módulo de reacción por combinación de la sub rasante existente y la sub base proyectada.

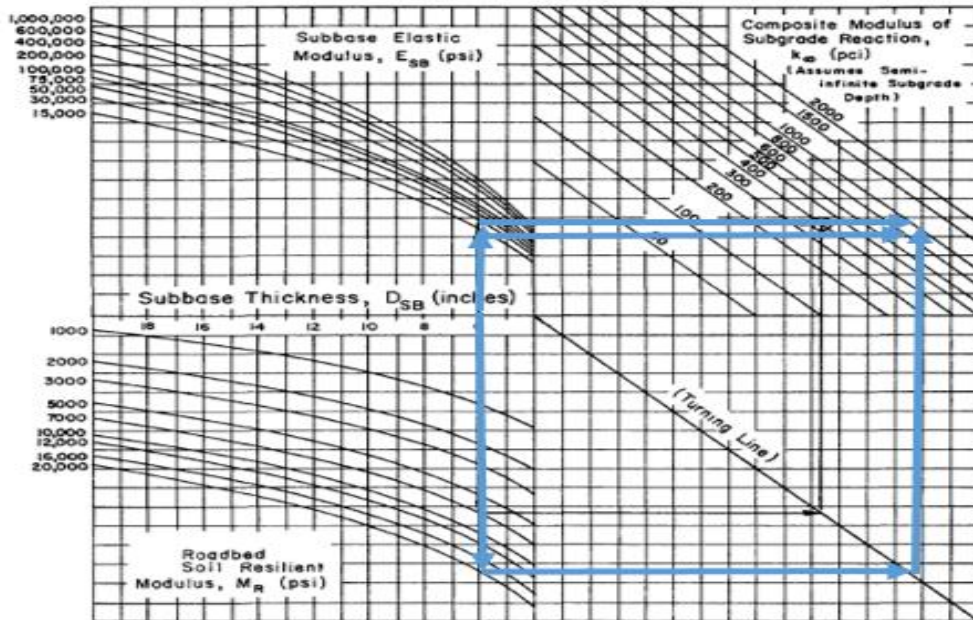


Figura 59. Abaco de módulo de reacción  
Fuente: AASHTO (1993)

Teniendo como resultado 1000 Psi, se corrobora el valor de módulo de reacción por pérdida potencial de soporte (ver Figura 60), este se asumirá con un valor de 1.00,

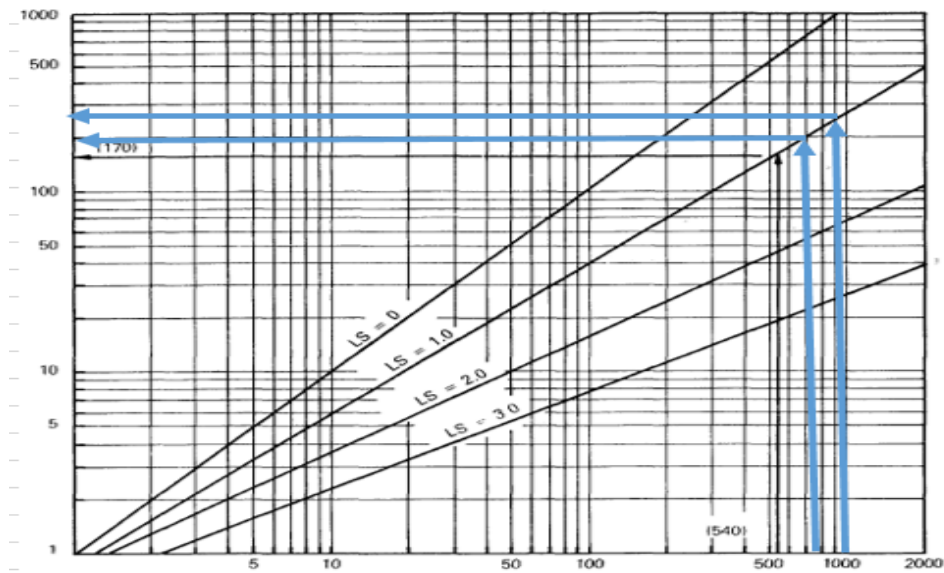


Figura 60. Abaco de corrección por pérdida de soporte  
Fuente: AASHTO (1993)

Obteniendo como valor 300 psi o 81.36 (kPa/mm)

### 3.5.5 Módulo de reacción (k) en hoja de cálculo:

El Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos, indica los pasos para hallar el módulo de reacción

Con el CBR de la sub rasante y de la base se procede a hallar el módulo de reacción para cada una, según la Figura 61.

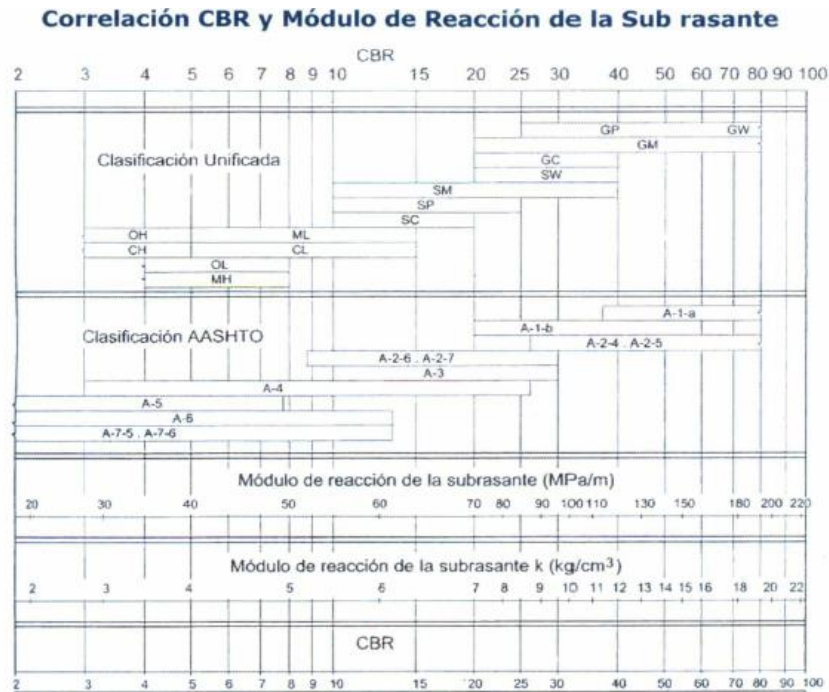


Figura 61. Correlación CBR y módulo de reacción de la sub rasante  
Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

Teniendo el módulo de reacción de ambas, se halla el módulo de reacción combinado mediante la fórmula de la Figura 62,

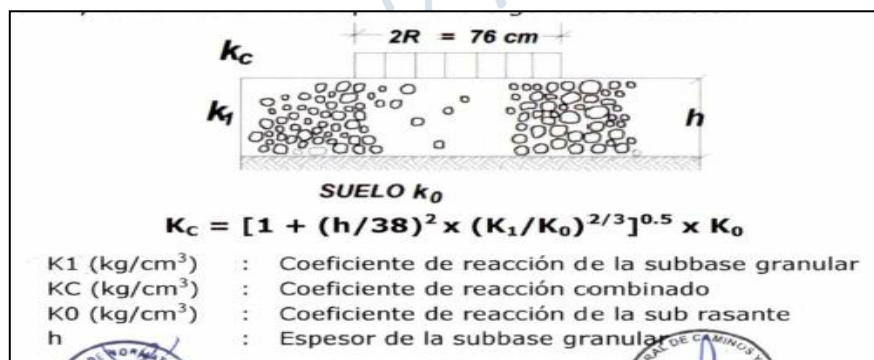


Figura 62. Cálculo de módulo de reacción  
Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones (2014)

Obteniendo como resultado  $K_c = 9.29 \text{ kg/cm}^3$  o  $91.57 \text{ MPa/m}$  o  $337.34 \text{ Psi/in}$

De los tres tipos de diseño se obtuvieron los resultados de la Tabla 36.

Tabla 36. Cálculo de módulo de reacción para tres diseños diferentes

<b>Tramo I</b>		
<b>DIPAV</b>	<b>PAS 5</b>	<b>Hoja de cálculo</b>
300.00	200.00	337.00
<b>Tramo II</b>		
250.00	132.00	225.00

Fuente: Elaboración propia

Analizando la diferencia de los tres diseños se observó que uno de los puntos variables en el desarrollo del módulo de reacción “k”, es el módulo resiliente de la sub rasante del programa PAS 5 por ser un programa antiguo de diseño AASHTO 93, y utiliza correlaciones de CBR y Mr bajo el proyecto NCHRP Project 128, el cual es una evaluación de la guía provisional AASHTO para el diseño.

Se evaluaron las diferentes correlaciones lineales entre el CBR y Mr.

$$Mr = 1500 * CBR \quad (\text{Ec. 27})$$

Suelos de granos finos con CBR < 10% (guía AASHTO)

$$Mr = 800 * CBR \quad (\text{Ec. 28})$$

Siendo este valor de 800, variable entre 750 – 3000 (Indiana, Ohio)

Sin embargo, la guía AASHTO se ha ido actualizando con el tiempo con lo cual se tiene ya una correlación más estudiada y desarrollada, aplicada en el diseño con DIPAV y hoja de cálculo (AASHTO, 1993).

Uno de los factores que hace la diferencia de resultados en el módulo de reacción es el módulo resiliente; sin embargo, para realizar el cálculo del módulo de reacción, en el caso de la hoja de cálculo, basada en los lineamientos de la norma peruana, se usa la siguiente fórmula que indica una pérdida de soporte como el caso de AASHTO 93

$$K_c = \left[ \left[ 1 + (h/38)^2 \times \left( \frac{k_1}{k_0} \right)^{2/3} \right]^{0.5} \right] \times K_0 \quad (\text{Ec. 29})$$

El manual de carreteras no detalla cómo se ha llegado a esta fórmula para conocer la diferencia que se presenta entre el cálculo del módulo de reacción encontrado con los ábacos brindados por AASHTO 93 y la formula peruana.

Otro de los factores variables de diseño es el módulo de rotura y por ende el módulo de elasticidad, los cuales guardan relación. El módulo de rotura planteado para los tres diseños desarrollados fue  $Mr=4.8 \text{ kg/cm}^2$ , este valor se ve afectado porque aún existe la confusión con la resistencia a la compresión del concreto. La guía AASHTO 93 presenta algunas correlaciones entre el  $Mr$  (módulo de rotura) y  $F'c$  (resistencia a la compresión):

$$Mr = 7 \text{ a } 12 (f'c)^{0.5} \quad (\text{Ec. 30})$$

Probando diferentes valores se obtienen los resultados de la Tabla 37.

Tabla 37. Cálculo de módulo de rotura con correlaciones

$F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$F'c$ (psi)	$Mr$ (psi)	$Mr$ (kg/cm <sup>2</sup> )
350	4978	493.884602	34.72
		670.27196	47.12
		846.659318	59.52
360	5120	500.879227	35.21
		679.764665	47.79
		858.650103	60.63

Fuente: Elaboración propia

Para una misma resistencia a la compresión se han obtenido diferentes valores de módulo de rotura.

El Manual de Carreteras brinda la siguiente formula:

$$Mr = 1.99 \text{ a } 3.18 \sqrt{f'c} \quad (\text{Ec. 31})$$

De donde se obtienen los valores de la Tabla 38.

Tabla 38. Cálculo de módulo de rotura con resistencia a la compresión

$F'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$Mr$ (kg/cm <sup>2</sup> )
350	37.229491
	48.3609217
	59.4923524
360	37.7575953
	49.0469265
	60.3362578

Fuente: Elaboración propia

Comparando los resultados, se verifica en la primera fórmula que un concreto con un  $M_r=48 \text{ kg/cm}^2$  es equivalente a  $360 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión; sin embargo, en la segunda fórmula es equivalente a un  $350 \text{ kg/cm}^2$ , un rango variable, por eso no es recomendable el uso de estas correlaciones, por ello debería realizarse el ensayo de módulo de rotura para fines de pavimentación, porque esta es una variable susceptible a la fórmula.

Hablar del módulo de rotura y de la resistencia a la compresión conlleva a hablar del módulo de elasticidad del concreto, que indica la rigidez de las losas. Para hallar este módulo de elasticidad existen diferentes correlaciones con resistencia a la compresión y módulo de rotura.

La guía AASHTO 93 menciona la correlación entre el módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión:

$$E_c = 57,000 (f'c)^{0.5} \quad (\text{Ec. 32})$$

Con la cual se necesitaría la resistencia a la compresión equivalente del módulo de rotura planteado en el diseño, esta formulada es usada en el programa DIPAV y en la hoja de cálculo, sin embargo, el programa PAS 5 menciona otra fórmula de correlación entre el módulo de elasticidad y el módulo de rotura.

$$E_c = 6750 * M_r (\text{psi}) \quad (\text{Ec. 33})$$

Con las distintas fórmulas se ha realizado un comparativo y los resultados se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39. Cálculo de módulo de elasticidad

$F'c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$F'c$ (psi)	$M_r$ (psi)	$M_r$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Ec.34	Ec.35
350	4978	679	48	4,021,631.76	4,583,250.00
360	5120	679	48	4,078,587.99	4,583,250.00

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 39 se deduce que cuando se usa la fórmula con resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad puede tener diferentes valores, porque la conversión de módulo de rotura a resistencia a la compresión es variable para las distintas fórmulas antes mencionadas.

En el caso de que se trabaje con la fórmula para hallar el módulo de elasticidad directamente con el módulo de rotura, no se presentarían variaciones porque el pavimento se diseña con un solo módulo de rotura.

En la Tabla 40 se presentan los diferentes espesores de diseño para los diferentes programas. En construcción estos valores, que parecen similares, pueden hacer variar el costo del proyecto entre 4% a 8% del presupuesto total del proyecto.

Tabla 40. Resumen de espesores de diseño

<b>Espesor (mm)</b>			
Tramo	Pas 5	Dipav	Hoja de Cálculo
Tramo I	221	212	218
Tramo II	216	209	212
Tramo III	170	159	161
Tramo IV	164	155	152

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta los diseños antes planteados se ha considerado diseñar dos tramos variando ejes equivalentes y el módulo de reacción, esto con el objetivo de verificar que tanto podría cambiar el espesor cuando se varían los distintos valores calculados con los programas usados, esto quiere decir, usar ejes equivalentes de AASHTO 93 con el módulo de reacción planteado por el Manual de Carreteras y al revés, con el fin de lograr optimizar espesores y encontrar que tanta variabilidad se puede presentar.

En el primer diseño se ha considerado el tráfico calculado según las fórmulas de la norma peruana, con el módulo de reacción calculado a través del programa PAS5. El resultado obtenido se muestra en la Figura 64. Diseño espesor II PAS 5.

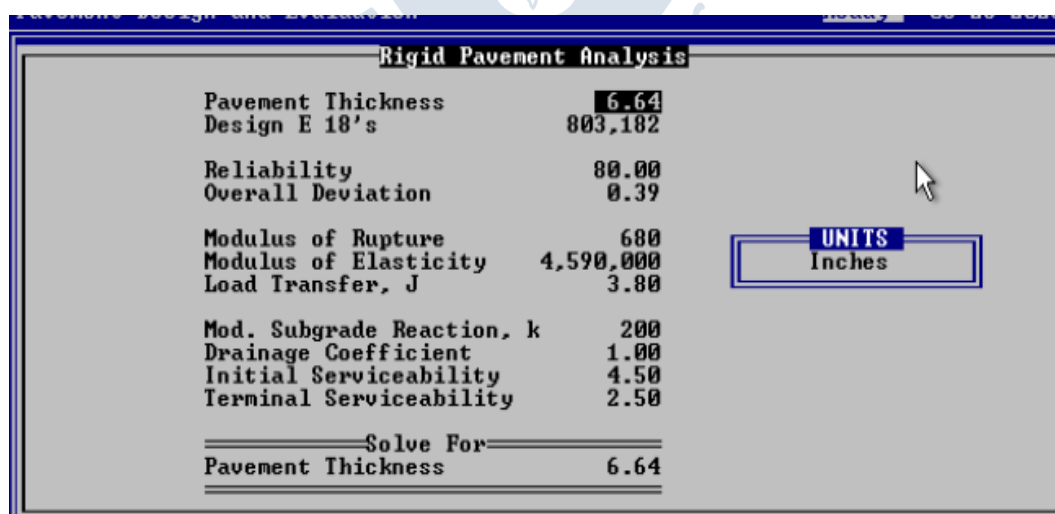


Figura 63. Diseño espesor PAS 5

Fuente: Elaboración propia

Espesor = 6.64 pulgadas o 17 cm

En el segundo diseño se ha considerado el tráfico calculado por el método AASHTO 93, con el módulo de reacción calculado con la fórmula vigente en la norma peruana. El resultado obtenido se muestra en la Figura 65. Serviciabilidad final vs espesor.

<b>Rigid Pavement Analysis</b>	
Pavement Thickness	<b>6.06</b>
Design E 18's	690,261
Reliability	80.00
Overall Deviation	0.39
Modulus of Rupture	680
Modulus of Elasticity	4,590,000
Load Transfer, J	3.80
Mod. Subgrade Reaction, k	337
Drainage Coefficient	1.00
Initial Serviceability	4.50
Terminal Serviceability	2.50
===== Solve For =====	
Pavement Thickness	<b>6.06</b>

**UNITS**  
Inches

Figura 64. Diseño espesor II PAS 5  
Fuente: Elaboración propia

Espesor = 6.06 pulgadas o 15 cm

Se puede observar que dependiendo que tipo de fórmula que se use para el cálculo de ejes equivalentes y del módulo de reacción, el espesor de diseño puede variar entre 1 a 2 cm de espesor, lo que implica un aumento de 4.2% a 8.3% en presupuesto por m<sup>2</sup> de un pavimento de concreto.

## Capítulo 4

### Análisis de sensibilidad de los parámetros AASHTO 93 del diseño del proyecto Micaela Bastidas

Se ha analizado la variabilidad de los distintos parámetros que conforman la fórmula de AASHTO 93 para pavimentos rígidos, haciendo variar cada una de las variables en un rango de valores comunes usados en el diseño versus el espesor resultante de esta variación.

El análisis de sensibilidad se ha realizado con el programa DIPAV, porque cuenta con una función de análisis de sensibilidad donde se ingresa el rango de valores de diseño y calcula el espesor para cada valor planteado.

#### 4.1 Serviciabilidad inicial

Se analizó el efecto de la serviciabilidad inicial sobre el espesor de la losa y se obtuvo en un rango de valores de serviciabilidad inicial de 3 a 4.5, valores aptos para diseño, con este rango se obtiene un espesor variable de 180 mm a 228 mm (ver Figura 65). Se verifica que el ligero incremento que se produce en el espesor de losa es mayor cuando el valor de la serviciabilidad inicial se encuentra en los rangos de 3.5 a 3.

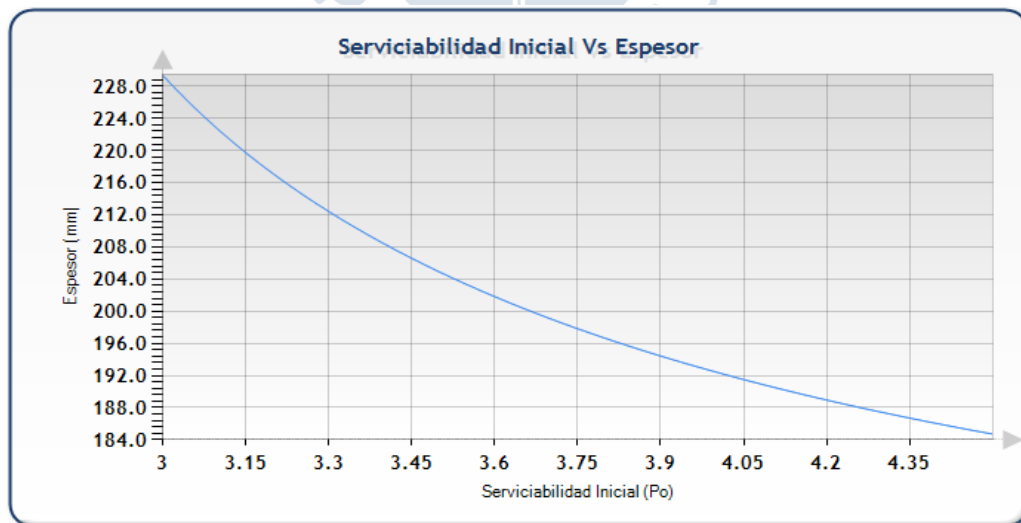


Figura 65. Serviciabilidad final vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Serviciabilidad final

Se analizó el efecto de la serviciabilidad final sobre el espesor de la losa en un rango de valores de serviciabilidad final de 1.5 a 3.0, obteniendo un espesor variable de 173 mm a 193mm (ver Figura 66). Se verifica que el incremento es ligero con la variación de la serviciabilidad, sin embargo, se debe tener en cuenta que este valor va a ser variable dependiendo del tipo de vía que se esté diseñando, lo que tendría sentido al obtener mayores espesores en vías con mayor importancia vial o mayor tráfico.

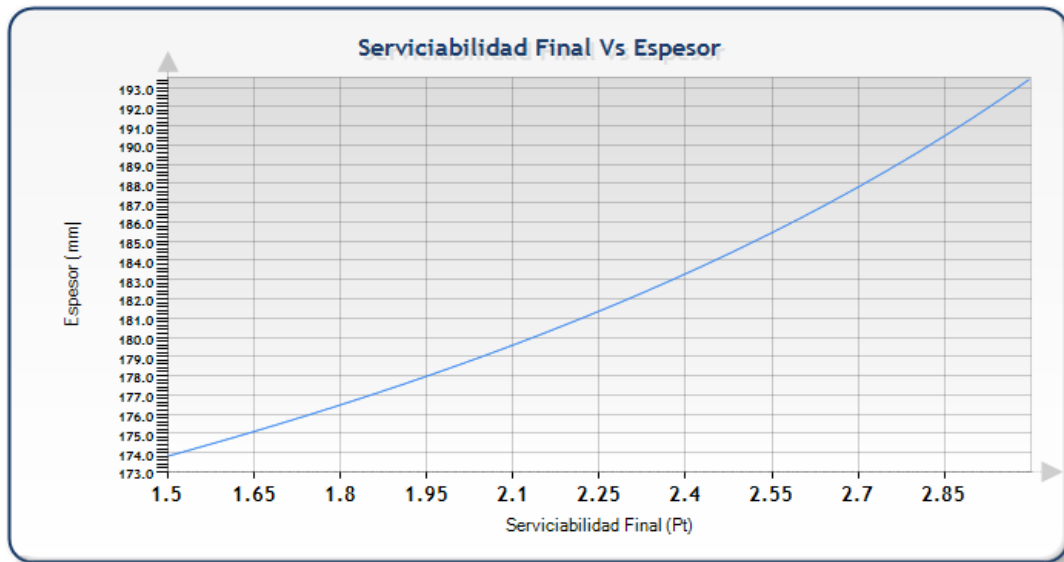


Figura 66. Serviciabilidad final vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Módulo de rotura

Se analizó el efecto del módulo de rotura o también llamado resistencia al flexo tracción sobre el espesor de la losa. Se obtuvo en un rango de valores de  $M_r$  3.4 y 5 Mpa, siendo estos valores los más usados para el diseño de pavimentos en la actualidad y los valores más comerciales en la zona. Los espesores de losa resultaron de 179 mm a 223 mm (ver Figura 67), con esto se verifica que existe un incremento al variar el módulo de rotura. Se concluye que el módulo de rotura es una variable susceptible a la fórmula.

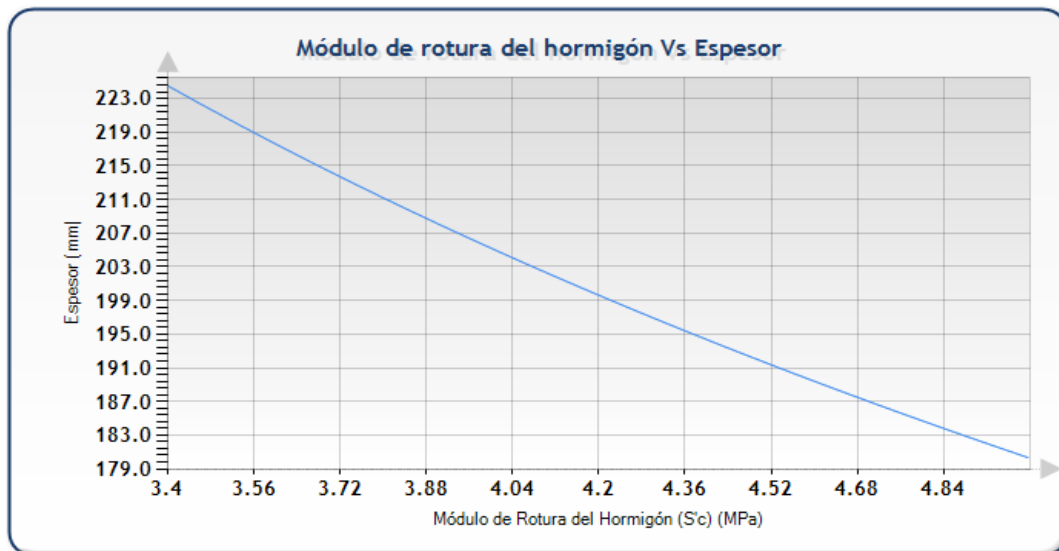


Figura 67. Módulo de rotura del concreto vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

El módulo de rotura siendo una variable susceptible a la fórmula, se debe tener muy en cuenta para el diseño del concreto para pavimentos, debido a que en la actualidad para el diseño de concreto para pavimentos se sigue usando el concepto de resistencia a la compresión lo cual es un error de concepto porque el comportamiento de un pavimento es similar al de una viga sometida a flexo tracción, más no a la compresión.

Además, se debe tener en cuenta que resistencia se usara en el diseño, porque esto implica la variación en el costo del proyecto. Se puede usar un concreto más resistente y puede requerir menos espesor, con ello se pueden optimizar los espesores y el costo del proyecto.

#### 4.4 Módulo de elasticidad

Se analizó el efecto del módulo de módulo de elasticidad sobre el espesor de la losa para un valor para módulos de 21 456 a 27 345 Mpa, obteniendo un espesor de 181 mm a 184 mm (ver Figura 68). Esto demuestra que el módulo de elasticidad no es un factor susceptible en la fórmula para optimizar espesores; lo cual es corroborado en los diseños planteados en el capítulo anterior, donde los espesores no varían mucho a pesar de tener valores distintos en módulos de elasticidad.

El valor de módulo de elasticidad está relacionado con el módulo de rotura, este último se obtiene a través de la resistencia a compresión del concreto, con lo cual se concluye que el valor de módulo de rotura es un valor distinto a la resistencia a la compresión que muchas veces es confundido en la construcción y diseño de pavimentos

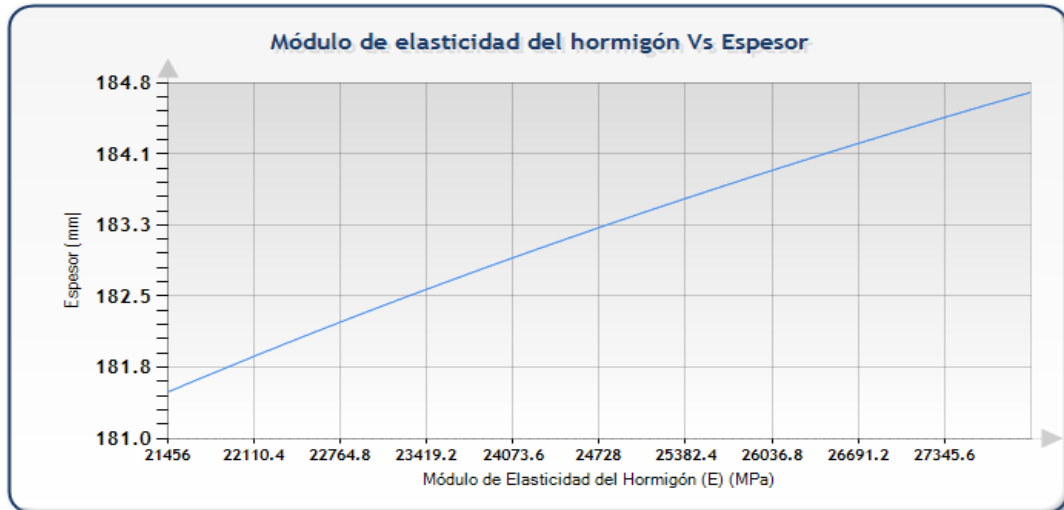


Figura 68. Módulo de elasticidad vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Coeficiente de drenaje

Se analizó el efecto del coeficiente de drenaje sobre el espesor de la losa y se obtuvieron rangos de 0.7 a 1.25, con espesores de 160 mm a 226 mm (ver Figura 69). Se observó que el efecto es casi lineal, siendo este una variable muy susceptible.

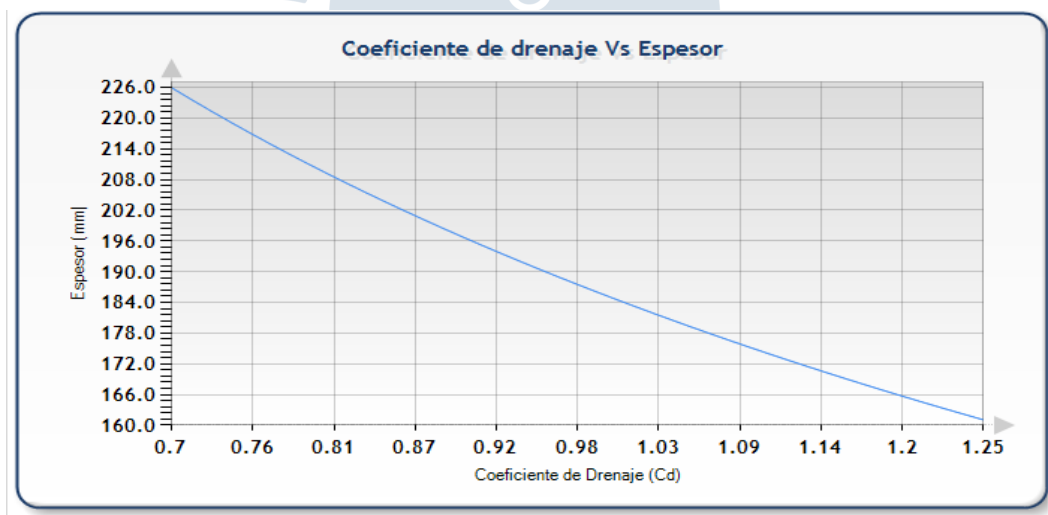


Figura 69. Coeficiente de drenaje vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

De lo antes mencionado se tiene un dato importante, para el análisis de proyectos, cada proyecto debe analizar con detalle el material a ser usado como subbase, para el pavimento, con el fin de encontrar el coeficiente de drenaje correcto y lograr optimizar espesores sin subdimensionar o sobredimensionar un pavimento.

#### 4.6 Coeficiente de transferencia de cargas

Se analizó el efecto del coeficiente de transferencia de cargas sobre el espesor de la losa y se obtuvo en un rango de 2.3 a 4.4, con valores de 162 a 232 mm (ver Figura 70). Se concluye que el coeficiente de transferencia de cargas es un valor susceptible en la formula.

El coeficiente de transferencia de carga mide la capacidad de la losa de transferir cargas de una a otra losa, esto se verifica con el análisis de sensibilidad, debido a que los valores que oscilan entre 2.4 a 3.2 son los que necesitan acero para que esta transferencia de cargas sea apropiada; por ende, se necesitaran menores espesores. Cuando los valores crecen de 3.2 a 4.4, la transferencia se dará por trabazón de agregados y no se usará acero, con lo cual se necesitan mayores espesores, donde los agregados sean más grandes y soporten las solicitaciones de tráfico.

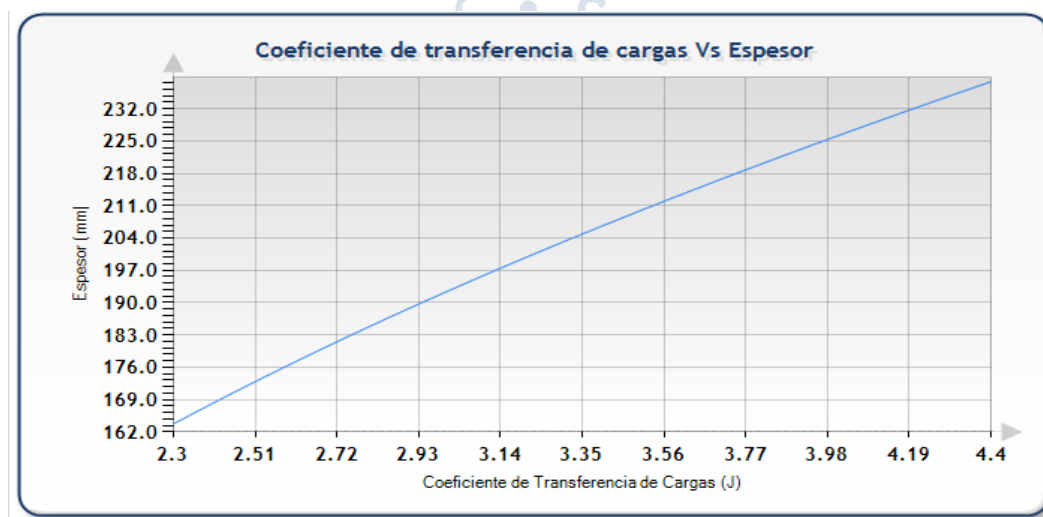


Figura 70. Coeficiente de transferencia de carga vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.7 Módulo efectivo de reacción

Se analizó el efecto del Módulo efectivo de reacción de la sub rasante sobre el espesor de la losa. Se obtuvieron rangos de 23 a 1967 Kpa /mm, en un espesor de 13mm y 120mm (ver Figura 71). Se concluye que en un gran rango de valores se tiene un gran cambio de espesores, pero si se observan los valores cercanos la variable no es muy grande el cambio de espesores. Esto explicaría el porqué de solo colocar una subbase en un pavimento rígido; así, al tener una losa de concreto compuesta de un material rígido, esta absorberá una gran cantidad de esfuerzos por lo que no será necesario colocar grandes espesores de base y sub base o ambos.

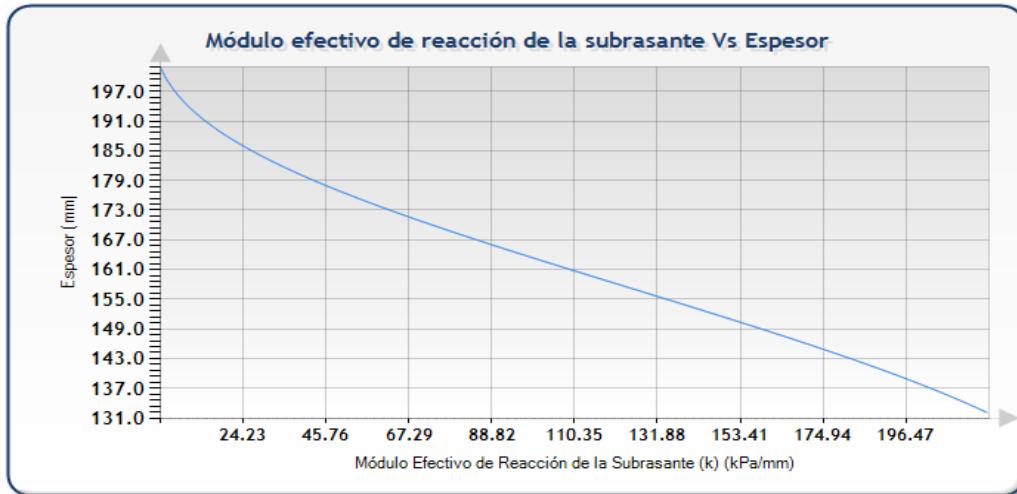


Figura 71. Módulo efectivo de reacción de la sub rasante vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 Confiabilidad

Se analizó el efecto de la confiabilidad sobre el espesor de la losa. Se obtuvieron rangos de 50% a 100%, con un espesor de 160 mm a 226 mm (ver Figura 72).

En la Figura 72 se observa que el incremento lineal se produce cuando la confiabilidad es mayor a 90%, esto quiere decir que siendo la confiabilidad una variable dependiente del tráfico, cuando el tráfico es mayor la confiabilidad viene a ser una variable susceptible; mientras que en los valores del 50% al 90% se tiene un ligero incremento del espesor de la losa y esto no genera grandes cambios en los espesores de diseño en los tráficos más livianos.

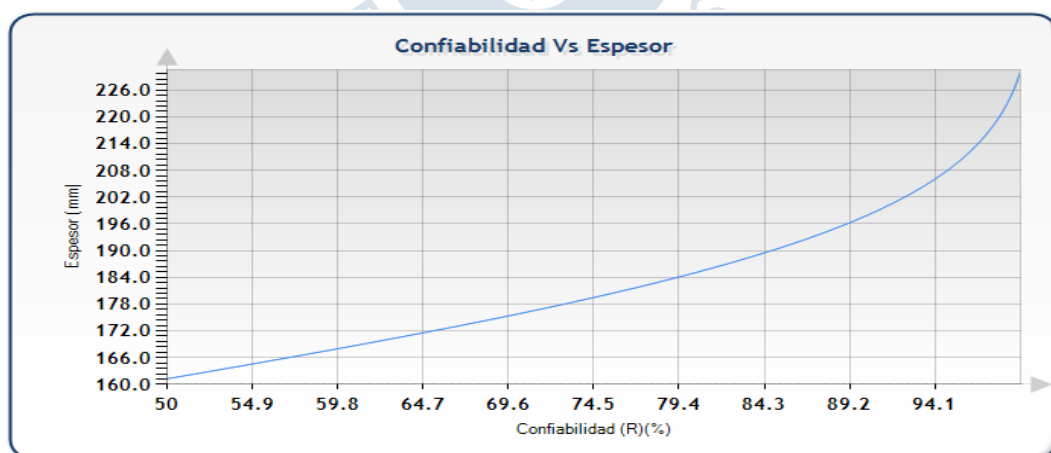


Figura 72. Confiabilidad vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

#### 4.9 Desviación estándar

Se analizó el efecto de la desviación estándar sobre el espesor de la losa. Se obtuvo en un rango de 0.32 a 0.39 de desviación estándar, una variable de 3 mm de espesor, lo que indicaría que dicha variable no sería susceptible a la fórmula (ver Figura 73).

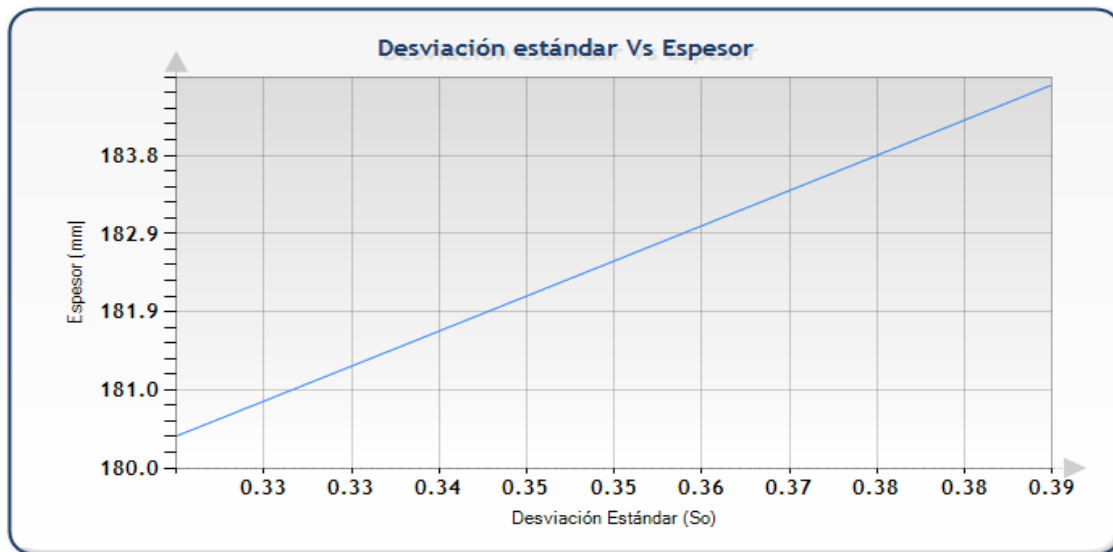


Figura 73. Desviación estándar vs espesor  
Fuente: Elaboración propia

Queda demostrado que en los diseños realizados donde se calcularon los espesores de un proyecto con una desviación de 0.35 y el otro diseño con 0.39, los valores de espesores no fueron muy variables.

#### 4.10 Ejes equivalentes

Se analizó el efecto del tránsito sobre el espesor de la losa. Se obtuvo que en ejes equivalentes entre 500,000 a 5,000,000, el espesor varía entre 130 mm a 196 mm (ver Figura 74), lo que demuestra que los ejes equivalentes es una variable susceptible a la fórmula AASHTO 93.

En los tráficos entre 500,000 y 1,200,000 ejes equivalentes, el espesor de diseño tendrá que ser 150 mm, por ser el valor mínimo recomendado para la fórmula de AASHTO 93; esto quiere decir que en valores menores el espesor no va a variar mucho.

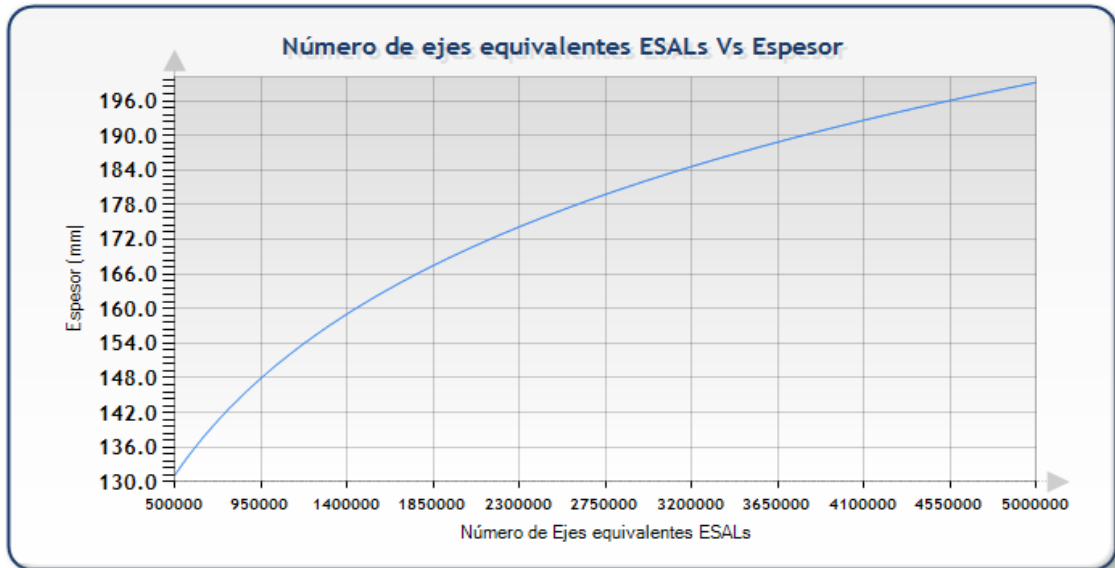


Figura 74. Ejes equivalentes vs espesor  
Fuente: Elaboración propia



## Conclusiones

Para realizar el diseño de pavimentos se tiene que conocer que programa va a ser usado, porque, aunque pueden usar una misma tecnología, se ha corroborado existen diferentes correlaciones de variables que pueden hacer variar el diseño.

Se debe tener cuidado cuando se realice el cálculo de ejes equivalente, para hallar el factor camión usando las fórmulas brindadas por la norma peruana, para un peso de 7 toneladas, este factor contradice lo que indica AASHTO 93, porque supera el valor de la unidad correspondiente al eje patrón equivalente de 8 toneladas

El comportamiento de un pavimento, es similar al de una viga apoyada, por ello se le relaciona con una resistencia a la flexo tracción, no a un comportamiento a la compresión.

Cuando se diseña y se construye un pavimento se debe hablar del módulo de rotura (resistencia a la flexo tracción), no de una resistencia a la compresión. Aunque existen correlaciones entre ellas, estas fueron demostradas bajo ciertas condiciones del concreto, que no siempre serán las mismas; por lo que es necesario a un control de calidad rápido en obra. El concreto debe ser diseñado a la flexo tracción.

Uno de los factores más sensibles a la fórmula de AASHTO 93, es el coeficiente de drenaje, aunque muchas veces ese valor se asume y se considera un valor de la unidad, sin embargo, esto podría estar sobredimensionando el pavimento o sub dimensionándolo. Es necesario contar con los estudios detallados de hidrología del proyecto. Los estudios de suelos y los estudios de canteras, debido a que estos datos son necesarios para hallar el coeficiente de drenaje.

Para realizar el diseño de un pavimento rígido se debe analizar el programa a usar de diseño, porque en función del software escogido podría variar el diseño e implicaría una reducción o un aumento del 4.2% a un 8.30% del presupuesto por metro cuadrado de pavimento.



## Referencias bibliográficas

- American Association of state highway and transportation officials AASHTO (1993). Guide for design of pavement structures 1993. Capitol Street N.W suite 249, Washington D.C
- Caporal, E. (2013). *Diseño de Pavimentos (AASHTO-93)*. Retrieved from academia.edu/34103801/DISENO\_DE\_PAVIMENTO\_METODO\_AASHTO\_93\_ES PANOL\_1\_
- Garnica, P., & Core, A. (2004). *Secretaría de Comunicaciones y Transporte. Instituto Mexicano del Transporte*. Retrieved from Conceptos mecanisistas en pavimentos: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt258.pdf>
- Google Earth (2020). Sistema de información geográfica. Retrieved from <https://earth.google.com/web/@-5.17611086,-80.68551381,36.22881754a,3872.82184123d,35y,360h,0t,0r/data=CkEaPxI5CiUweDkwNGExYWRmOGE5YzZkN2I6MHg4MTRkYzdkMDhhYzM5YWVmKhBNSUNBRUxBckJBU1RJREFTGAIgAQ>
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2003). Decreto supremo N°058-2003-MTC, Perú.
- MTC (a). (2014). *Manual de carreteras, suelos, geología y geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima. Perú.
- MTC (b). (2014). *Reglamento Nacional de Vehículos - Normas Legales*. Retrieved from [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_70.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_70.pdf)
- Saldaña, D. (2013). *Estudio comparativo de la sensibilidad de la metodología de diseño estructural de pavimentos flexibles: METODO AASHTO 93 Y MEPDG V 1.1.*. Tesis de Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Católica de Chile.
- SEACE. (2017). *Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado*. Retrieved from <https://prodapp2.seace.gob.pe/seacebus-uiwd-pub/buscadorPublico/buscadorPublico.xhtml#>



**Anexos**





## Anexo A. Términos de referencia del proyecto

GOBIERNO REGIONAL PIURA

2018 -2027 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
«AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD»

### TÉRMINOS DE REFERENCIA

**CONTRATACIÓN DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE UN INGENIERO CIVIL, COMO ESPECIALISTA EN OBRAS VIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO.**

**“CREACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CONJUNTO HABITACIONAL MICAELA BASTIDAS ENACE I, II, III Y IV ETAPA Y EN LA UPIS VILLA HERMOSA EN EL DISTRITO VEINTISEIS DE OCTUBRE, PROV. DE PIURA – PIURA”.**

#### **1. OBJETIVO: DENOMINACIÓN DEL SERVICIO.**

Contratación de los servicios profesionales de un **INGENIERO CIVIL** colegiado y debidamente habilitado para que preste sus servicios como **ESPECIALISTA EN OBRAS VIALES**, para la Elaboración del Expediente Técnico: **"CREACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CONJUNTO HABITACIONAL MICAELA BASTIDAS ENACE I, II, III Y IV ETAPA Y EN LA UPIS VILLA HERMOSA EN EL DISTRITO VEINTISEIS DE OCTUBRE, PROV. DE PIURA – PIURA"**.

#### **2. DEPENDENCIA SOLICITANTE:**

Dirección de Estudios y Proyectos, de la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Piura.

#### **3. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO: ACTIVIDADES A REALIZAR**

El objetivo central del servicio consiste en asumir el Rol, como Especialista en Obras Viales, para la elaboración del Expediente Técnico: **"CREACION DE PISTAS Y VEREDAS EN EL CONJUNTO HABITACIONAL MICAELA BASTIDAS ENACE I, II, III Y IV ETAPA Y EN LA UPIS VILLA HERMOSA EN EL DISTRITO VEINTISEIS DE OCTUBRE, PROV. DE PIURA – PIURA"**, a elaborarse por administración directa; por parte de la Dirección de Estudios y Proyectos de la Gerencia Regional de Infraestructura, para lo cual realizara las siguientes actividades:

##### **3.1.- ESTUDIO DE TRÁFICO**

###### **Objetivo General:**

- Realización del estudio de tráfico que permita la determinación de los IMDA y los parámetros de tráfico para el diseño estructural de pavimentos.
- Realización del estudio de impacto vial que permita identificar necesidad de medida de mitigación para el mejoramiento de las operaciones y la seguridad vial.

## GOBIERNO REGIONAL PIURA

2018 -2027 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
 «AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD»

**Objetivos Específicos:**

- Realizar aforo por tres días en las estaciones de conteo establecidas de acuerdo a las necesidades del proyecto (se identificarán por lo menos 10 estaciones)
- Determinar el tráfico proyectado de acuerdo a la guía metodológica de transporte urbano, análisis de velocidades y sentidos.

Cálculo del IMDA y de los ejes equivalentes para el cálculo del diseño estructural de pavimento.

- Realización de soluciones de tráfico que se identifiquen a partir del estudio de impacto vial, como pueden ser necesidad de reductores de velocidad, señalización, semáforos, etc.

**Metodología de Trabajo:**

- Registro de información de campo.
- Procesamiento y análisis de información.
- Revisión de normativa nacional y cálculo de IMDA actual y proyectado a 05 y 10 años.
- Determinación de categoría de autopista de acuerdo a la información de tráfico actual y proyectado, de acuerdo con la normativa nacional.

**Desarrollo del Trabajo:****a) Registro de información de campo para aforo vehicular.**

- Conteo de flujo y clasificación vehicular en las estaciones establecidas. El conteo se realizará durante tres días (2 días hábiles y 1 día de fin de semana), durante 16 horas continuas. Los aforos deben mostrar variaciones cada 15 minutos, identificándose las horas punta y las horas valle, comenzando a las 06:00 horas hasta las 22:00 horas, de manera continua.

Con la finalidad de optimizar la toma de datos, se utilizarán por lo menos 10 estaciones ubicadas en los puntos más representativos de la zona del proyecto, localizadas en los accesos principales desde las avenidas circundantes hacia las vías internas o en intersecciones importantes dentro del mismo conjunto habitacional. La selección y distribución de las estaciones de conteo será coordinada con el Jefe del Proyecto o representante de la Dirección de Estudios y Proyectos del Gobierno Regional Piura.

Los formatos utilizados en el conteo son los empleados por el MTC con la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

## GOBIERNO REGIONAL PIURA

---

2018 -2027 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
«AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD»

---

- Procesamiento de información. Se trabaja en formato Excel, mediante hojas de cálculo a fin de analizar y graficar los resultados para una mejor visualización.
- Se trabajará con factores de corrección en base a información existente en publicaciones del MTC.
- Cálculo del IMDA. Presentación de cuadros y gráficos de variación diaria y horaria, por sentido y total.

**b) Registro de información para estudio de velocidades.**

- Se requiere medir las velocidades medias en las vías a intervenir, por tipo de vehículos. Puede referirse a velocidades medias de recorrido entre dos puntos, tanto en hora punta como en hora valle. En general las velocidades están condicionadas por factores como clasificación de la vía, condición del pavimento y nivel del flujo vehicular.
- De acuerdo al flujo observado y según las características de la vía, podría utilizarse el método del observador móvil. Caso contrario podría realizarse una serie de recorridos en las vías y determinar las velocidades medias.

**c) Trabajo de gabinete.**

- Determinación del IMDA actual de las vías principales, para determinar el tráfico de diseño en la zona. La variabilidad de los resultados en la zona de proyecto confirmará si se define uno o más valores de diseño.
- Análisis de capacidad y niveles de servicio actual, de las vías principales en la zona y de las intersecciones definidas en las estaciones de conteo, utilizando la metodología HCM 2010.

**d) Evaluación de Situación Futura.**

- Estimación del tráfico generado y trasladado, según las características del proyecto, evaluando el impacto de la redistribución del tránsito sobre las vías o intersecciones existentes (cambio de niveles de servicio utilizando la metodología del HCM 2010).
- Teniendo en cuenta la situación actual y la proyección futura del tráfico en la zona, se evaluará la distribución del tráfico generado por la nueva infraestructura vial en la zona, con la finalidad de minimizar los impactos producidos.
- A partir de los impactos generados y con la finalidad de mejorar el nivel de servicio a un valor aceptable (por lo menos NDS D en la hora crítica), se recomendará las medidas correctivas de mitigación que pudieran ser necesarias (señalización, equipamientos, reubicación de ingresos

#### **4. VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN Y TIEMPOS DE VIAJE POR TIPO DE VEHICULO**

- 4.1 Objetivo del Estudio
- 4.2 Características Generales y Metodología
- 4.3 Resultados

#### **5. ANALISIS DEL SISTEMA DE TRANSPORTES DEL ENTORNO**

- 5.1 Demanda del Transporte público
- 5.2 Transporte no motorizado (peatones, ciclistas, arreo de ganado)

#### **6. OTROS ASPECTOS**

- 6.2 Situación existente en zonas urbanas y sus accesos
- 6.3 Suficiencia y capacidad de la infraestructura vial existente y proyectada para atender la demanda esperada
- 6.4 Seguridad de viaje y de la población

#### **7. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO**

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Metodología
- 7.3 Tráfico Normal
- 7.4 Proyecciones de Tráfico Normal
- 7.5 Tráfico Generado y desviado
- 7.6 Tráfico Total

#### **8. CONCLUSIONES**

##### **- ANEXOS**

La documentación indicada no es limitativa en caso se requiera especificar más puntos en el desarrollo del presente estudio se realizara en coordinación con la Dirección de Estudios y Proyectos.

#### **3.2.- DISEÑO DEL PAVIMENTO**

El ESPECIALISTA VIAL estudiará y analizará diferentes alternativas de estructuración del pavimento, en función de la capacidad soporte de la subrasante, del tráfico previsto, de las condiciones ambientales del área (clima, altitud, precipitaciones, etc.), de los materiales naturales disponibles en la zona, de las alternativas de mantenimiento vial, etc.

En cuanto a los aspectos técnicos relacionados con los procedimientos de diseño estructural del pavimento, EL ESPECIALISTA VIAL debe desarrollar básicamente la metodología indicada en el Manual de Carreteras vigente a la firma del Contrato Capítulo "Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos" del MTC.

## GOBIERNO REGIONAL PIURA

2018 -2027 "DECEMO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
«AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD»

**Objetivos:**

Elaboración del diseño estructural de pavimentos.

**Información alcanzada por el cliente.**

La propuesta considera que se contará con información definitiva de arquitectura y urbanismo, la cual deberá ser alcanzada por el cliente.

Es necesario contar con el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) con fines de pavimentación.

Además, se debe alcanzar los planos topográficos en CIVIL 3D.

**Diseño Estructural de Pavimentos.**

El diseño estructural de pavimentos puede realizarse con la metodología AASHTO 93 o con la metodología TCP® para diseño de pavimentos de concreto, teniendo como base

**4. INFORMACIÓN ALCANZADA POR EL CLIENTE**

El diseño estructural de pavimentos puede realizarse con la metodología AASHTO 93 o con la metodología TCP® para diseño de pavimentos de concreto, teniendo como base Es necesario contar con el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) con fines de pavimentación.

Además, se debe alcanzar los planos topográficos en CIVIL 3D.

**5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS**

El diseño estructural de pavimentos puede realizarse con la metodología AASHTO 93 o con la metodología TCP® para diseño de pavimentos de concreto, teniendo como base

EL ESPECIALISTA VIAL presentará el diseño del Pavimento, adjuntando una memoria de cálculo de todos los criterios adoptados describiendo paso a paso como se han obtenido los resultados, e indicando las condiciones y criterios asumidos.

EL ESPECIALISTA VIAL de acuerdo a los resultados de los trabajos de campo y laboratorio, estudiará y analizará diferentes alternativas de estructuración del pavimento mediante soluciones básicas de pavimentación (pavimentos económicos), más adecuado y técnicamente viable para las condiciones del proyecto.

EL ESPECIALISTA VIAL presentará el diseño del Pavimento (a nivel de alternativa acorde a las condiciones del proyecto), así mismo expondrá en una memoria de cálculo los parámetros y todos los criterios adoptados, describiendo secuencialmente como ha obtenido los resultados, adjuntando los cálculos respectivos; así como la versión digital para su evaluación

- Señalización y Seguridad Vial.

GOBIERNO REGIONAL PIURA

*2018 - 2027 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
«AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD»*

- En caso se requiera se recomendará las medidas correctivas de mitigación que pudieran ser necesarias (señalización, equipamientos, reubicación de ingresos vehiculares, medidas para reducción de velocidad, modificaciones geométricas, etc.).

Se entregará la memoria de cálculo del diseño estructural de pavimentos y las especificaciones técnicas necesarias.

**4. REQUISITOS MÍNIMOS: Perfil del Profesional.**

**a) NIVEL DE INSTRUCCIÓN:** Superior, titulado, con un mínimo de Ocho (8) años de colegiado en la especialidad de Ingeniería Civil, y que se encuentre debidamente habilitado por el colegio de Ingenieros del Perú.

✓ **CONOCIMIENTOS:** Maestría en Ingeniería Civil con mención en Obras Viales.

**b) EXPERIENCIA:** Ingeniero Civil con experiencia en un año como Especialista en Obras Viales o Proyectistas de Obras Viales como mínimo en cinco (5) proyectos de Obras Viales o similar.

**c) REQUISITOS COMPLEMENTARIOS:**

- ✓ Disponibilidad de tiempo completo.
- ✓ Tener buen trato con el público.
- ✓ Experiencia en manejo de equipos de trabajo, y alcanzar metas.

**d) APTITUDES PERSONALES:**

- ✓ Ingeniero Civil, creativo y competitivo, experto en la construcción civil y realización de proyectos de inversión pública, capaz de desarrollarse en una institución pública.
- ✓ Buenas interrelaciones personales para el trabajo en equipo.
- ✓ Capacidad de análisis y solución de problemas, así como dedicación exclusiva para conseguir y mantener altos niveles de calidad.
- ✓ Buena capacidad de análisis y decisión.
- ✓ Buena salud física y mental.
- ✓ Dinámico y responsable.
- ✓ Capacidad profesional para trabajar bajo presión.

**e) DISPONIBILIDAD:** Inmediata.

**5. CANTIDAD DE PERSONAL**

Se solicita un (01), profesional Ingeniero Civil.

**6. PERÍODO DE DURACIÓN DEL SERVICIO**

El plazo de ejecución del presente contrato será por el período de 30 días calendarios.

## GOBIERNO REGIONAL PIURA

2018 -2027 "DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
«AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD»

## 7. COSTO DEL SERVICIO

ITEM	DESCRIPCION	UND	COEFIC.	CANTIDAD	CTO UNIT.	PARCIAL
L-	HONORARIOS DE PERSONAL					
1.1-	PRINCIPAL: INGENIERO ESPECIALISTA VIAL					
	ESTUDIO DE TRAFICO E IMPACTO VIAL	PROD.	1.00	1.00	20370.37	20370.37
	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS	PROD.	1.00	1.00	9259.26	9259.26
SUB- TOTAL					S/.	29629.63
IMP. A LA RENTA ( 8% )					S/.	2370.37
TOTAL					S/.	32000.00

Se pagará por concepto de honorarios profesionales al locador la suma de **TREINTA Y DOS MIL Y 00/100 SOLES (S/. 32,000.00)**, incluido los impuestos de ley.

El pago se realizara de la siguiente manera:

**100% a la presentación del Informe Final conformado por:**

- Estudio de Tráfico e Impacto Vial.
- Diseño Estructural de Pavimentos.

Se incluye en el Informe Final el desarrollo de los Resultados obtenidos.  
Se presentara en un plazo máximo de treinta días calendarios de iniciado el plazo.

## 8. CONFORMIDAD DEL SERVICIO

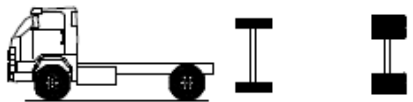

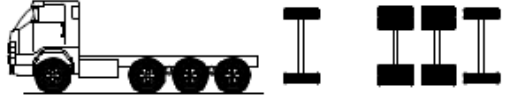
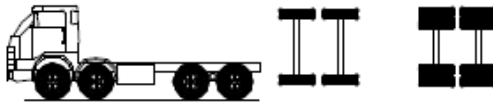
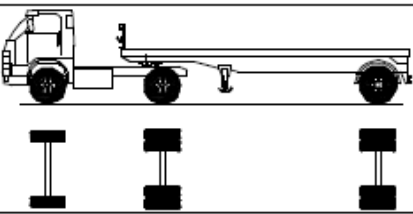
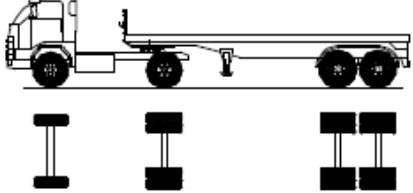
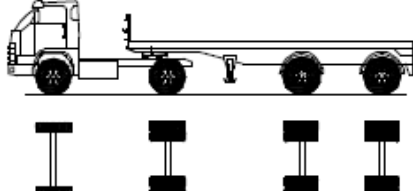
El pago se realizará de acuerdo a la presentación de los entregables indicados en el ítem anterior, para lo cual el LOCADOR presentará la siguiente documentación:

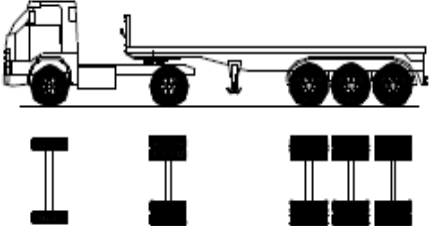
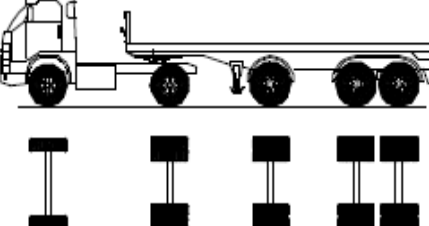
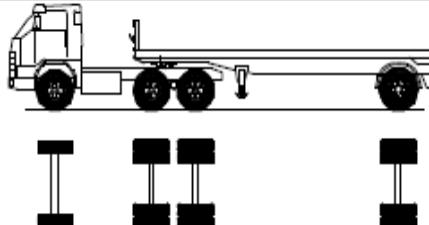
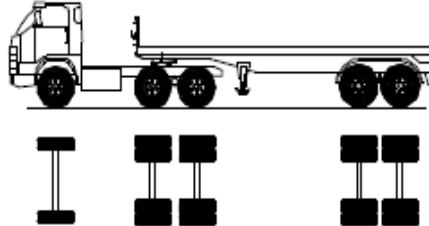
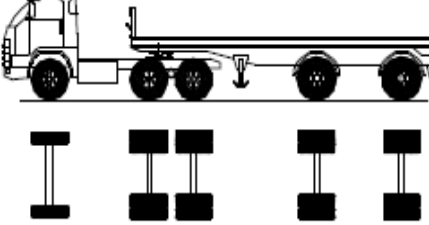
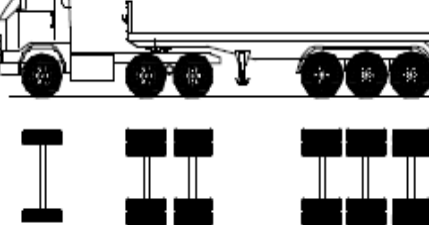
- ✓ Informe de actividad de entregable correspondiente.
- ✓ Copia de Certificado de Habilidad del Colegio de Ingenieros del Perú.
- ✓ Recibo de Honorarios Electrónicos Profesionales.
- ✓ Copia de la Orden de Servicio.
- ✓ Copia del Título Profesional.

El pago se hará previa conformidad de la Dirección de Estudios y Proyectos.

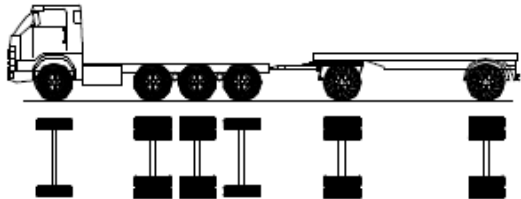
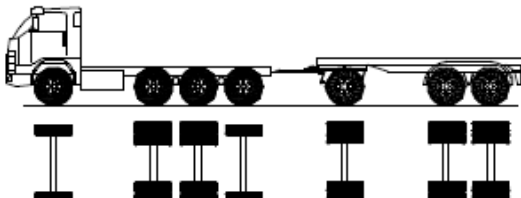
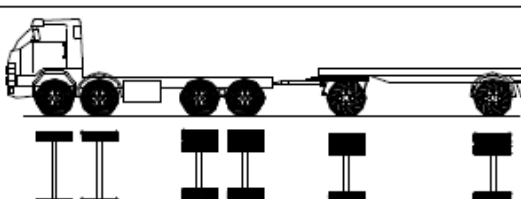
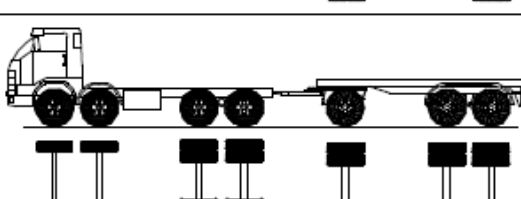
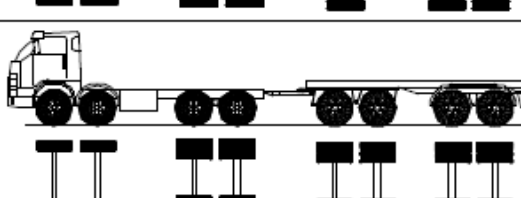
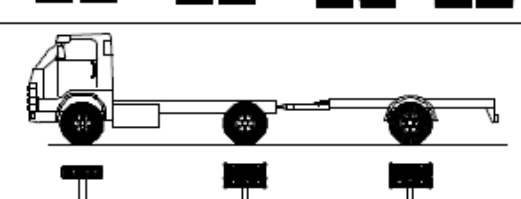
## Anexo B. Pesos y medidas máximas de vehículos

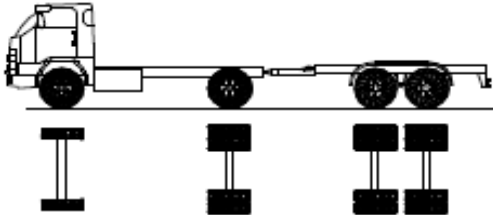
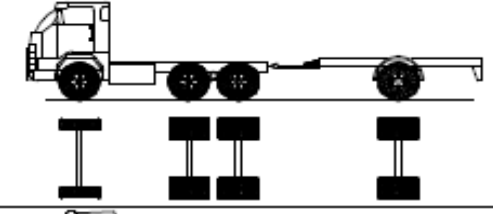
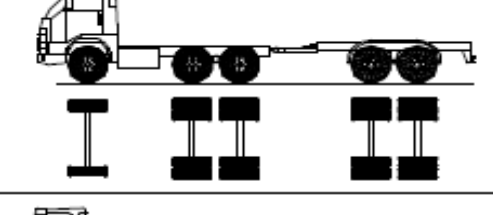
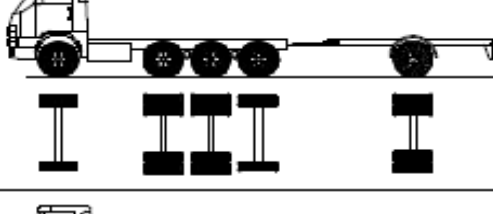
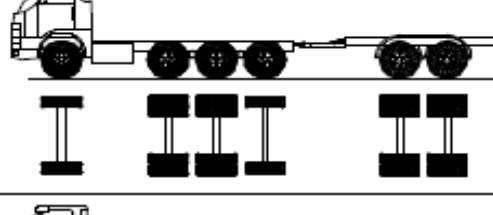
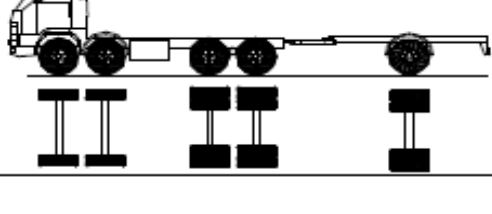
### 1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°		4°	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 <sup>(5)</sup>	18	---	---	---	32	
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29	
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36	
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40	

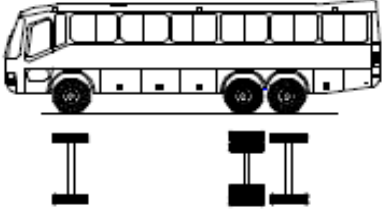
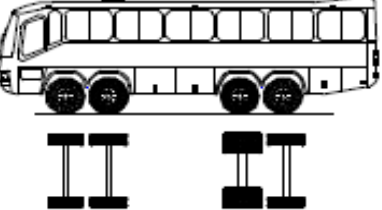
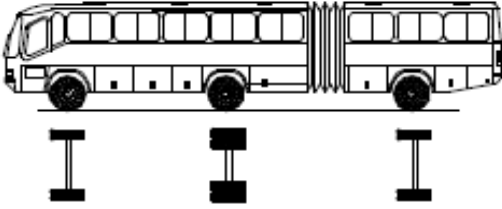
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 <sup>(4)</sup>	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 <sup>(2)</sup>

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T3Se3		20,50	7	18	11 <sup>(4)</sup>	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	---	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	---	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C3R4		23,00	7	18	18	18	---	48 <sup>(2)</sup>

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C4R2		23,00	7	23 <sup>(1)</sup>	11	11	---	48 <sup>(2)</sup>
C4R3		23,00	7	23 <sup>(1)</sup>	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R2		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	11	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R3		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R4		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	18	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2RB2		20,50	7	11	18	—	—	36
C3RB1		20,50	7	18	11	—	—	36
C3RB2		20,50	7	18	18	—	—	43
C4RB1		20,50	7	23 <sup>(1)</sup>	11	—	—	41
C4RB2		20,50	7	23 <sup>(1)</sup>	18	—	—	48
8x4 RB1		20,50	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	—	—	43

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
8x4 RB2		20,50	7+7 <sup>(5)</sup>	18	18	—	—	48 <sup>(2)</sup>
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	—	48 <sup>(2)</sup>
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 <sup>(3)</sup>	11 + 11 <sup>(3)</sup>	—	48 <sup>(2)</sup>
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 <sup>(2)</sup>
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 <sup>(3)</sup>	11	11 + 11 <sup>(3)</sup>	48 <sup>(2)</sup>
B2		13,20	7	11	—	—	—	18

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
B3-1		14,00	7	16	—	—	—	23
B4-1		15,00	7+7 <sup>(5)</sup>	16	—	—	—	30
BA-1		18,30	7	11	7	—	—	25

Fuente: Ministerio Transporte – Reglamento Nacional de Vehículos



**Anexo C. Estudio de tráfico**

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	1									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	10	21	12	1	0	0	0	1	0	0	45	4%
07:00 A 08:00	29	78	16	2	2	0	0	2	0	0	129	12%
08:00 A 09:00	23	37	8	1	1	0	0	1	0	0	71	7%
09:00 A 10:00	10	26	11	1	1	0	0	4	0	0	53	5%
10:00 A 11:00	26	34	9	2	1	0	0	4	0	0	76	7%
11:00 A 12:00	9	21	6	0	0	0	0	2	0	0	38	4%
12:00 A 13:00	14	30	13	4	1	0	0	4	0	0	66	6%
13:00 A 14:00	15	29	15	5	0	0	0	3	0	0	67	6%
14:00 A 15:00	35	41	16	2	1	0	0	5	2	0	102	9%
15:00 A 16:00	27	25	19	2	1	0	0	7	0	0	81	8%
16:00 A 17:00	20	28	11	5	2	0	0	5	0	0	71	7%
17:00 A 18:00	17	22	13	6	5	1	0	2	0	0	66	6%
18:00 A 19:00	11	23	10	2	1	0	0	0	0	0	47	4%
19:00 A 20:00	18	33	15	1	2	0	0	0	0	0	69	6%
20:00 A 21:00	14	31	9	3	1	0	0	1	0	0	59	5%
21:00 A 22:00	8	24	4	1	1	0	0	0	0	0	38	4%
<b>SUMA</b>	286	503	187	38	20	1	0	41	2	0	<b>1078</b>	
<b>%</b>	27%	47%	17%	4%	2%	0%	0%	4%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	2									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	20	47	21	2	3	3	0	0	0	0	96	3%
07:00 A 08:00	77	187	28	15	3	4	0	2	0	0	316	10%
08:00 A 09:00	62	147	26	15	4	3	0	4	0	0	261	8%
09:00 A 10:00	53	96	26	12	2	6	0	3	0	0	198	6%
10:00 A 11:00	72	110	28	9	4	4	0	3	0	0	230	7%
11:00 A 12:00	53	84	25	5	2	6	0	7	0	0	182	6%
12:00 A 13:00	84	107	29	16	3	5	0	1	0	0	245	7%
13:00 A 14:00	73	119	29	15	1	5	0	8	0	0	250	8%
14:00 A 15:00	58	72	14	15	0	3	1	5	0	0	168	5%
15:00 A 16:00	49	74	22	12	2	4	1	7	0	0	171	5%
16:00 A 17:00	70	82	23	8	2	4	1	6	0	0	196	6%
17:00 A 18:00	56	75	29	15	2	4	1	4	0	0	186	6%
18:00 A 19:00	50	129	25	7	5	3	0	0	0	0	219	7%
19:00 A 20:00	98	123	51	24	13	2	0	0	0	0	311	9%
20:00 A 21:00	41	65	27	11	1	0	0	1	0	0	146	4%
21:00 A 22:00	35	53	14	2	1	1	0	0	0	0	106	3%
<b>SUMA</b>	951	1570	417	183	48	57	4	51	0	0	<b>3281</b>	
<b>%</b>	29%	48%	13%	6%	1%	2%	0%	2%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	3									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	11	34	13	2	2	0	0	0	0	0	62	4%
07:00 A 08:00	42	100	14	9	3	0	0	1	0	0	169	10%
08:00 A 09:00	39	67	10	6	4	0	0	2	0	0	128	8%
09:00 A 10:00	22	60	17	11	1	0	0	4	0	0	115	7%
10:00 A 11:00	29	59	12	5	3	0	0	1	0	0	109	7%
11:00 A 12:00	22	44	12	5	2	0	0	5	0	0	90	5%
12:00 A 13:00	22	36	14	7	0	1	0	2	0	0	82	5%
13:00 A 14:00	32	45	5	4	1	0	0	5	0	0	92	6%
14:00 A 15:00	26	49	14	11	2	0	0	8	0	0	110	7%
15:00 A 16:00	26	43	17	11	0	0	1	5	0	0	103	6%
16:00 A 17:00	35	52	16	6	1	0	0	6	0	0	116	7%
17:00 A 18:00	25	46	10	6	2	0	0	3	1	0	93	6%
18:00 A 19:00	33	60	13	11	2	1	0	2	0	0	122	7%
19:00 A 20:00	28	53	10	12	3	0	0	0	0	0	106	6%
20:00 A 21:00	36	36	17	6	1	0	0	0	0	0	96	6%
21:00 A 22:00	24	25	9	5	0	1	0	1	0	0	65	4%
<b>SUMA</b>	452	809	203	117	27	3	1	45	1	0	<b>1658</b>	
<b>%</b>	27%	49%	12%	7%	2%	0%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	4									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	20	38	24	10	1	7	0	1	0	0	101	4%
07:00 A 08:00	36	92	42	20	1	2	0	2	1	0	196	8%
08:00 A 09:00	25	79	30	19	2	2	0	10	1	0	168	7%
09:00 A 10:00	21	57	18	19	8	0	0	6	3	0	132	5%
10:00 A 11:00	43	69	31	12	2	1	0	5	0	0	163	7%
11:00 A 12:00	46	62	32	17	0	1	0	4	0	0	162	7%
12:00 A 13:00	46	72	30	11	1	0	0	5	3	0	168	7%
13:00 A 14:00	57	72	49	14	5	0	0	4	0	0	201	8%
14:00 A 15:00	55	66	36	10	2	0	0	8	0	0	177	7%
15:00 A 16:00	36	52	35	10	0	1	0	4	0	0	138	6%
16:00 A 17:00	48	52	18	16	0	0	0	4	0	0	138	6%
17:00 A 18:00	34	71	29	16	1	0	0	9	0	0	160	7%
18:00 A 19:00	46	64	32	14	2	2	0	2	0	0	162	7%
19:00 A 20:00	41	47	45	11	6	7	0	4	0	0	161	7%
20:00 A 21:00	30	35	23	5	1	5	0	2	0	0	101	4%
21:00 A 22:00	32	46	28	7	5	8	1	3	0	0	130	5%
<b>SUMA</b>	616	974	502	211	37	36	1	73	8	0	<b>2458</b>	
<b>%</b>	25%	40%	20%	9%	2%	1%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	5									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	16	51	30	16	8	10	0	4	0	0	135	4%
07:00 A 08:00	59	103	53	23	9	3	1	2	0	0	253	8%
08:00 A 09:00	58	132	45	27	4	4	0	11	1	0	282	8%
09:00 A 10:00	40	88	35	11	5	15	0	6	1	0	201	6%
10:00 A 11:00	48	90	42	9	2	2	3	5	1	0	202	6%
11:00 A 12:00	52	83	37	18	0	6	1	6	0	0	203	6%
12:00 A 13:00	79	106	44	11	6	5	0	7	2	0	260	8%
13:00 A 14:00	77	104	76	15	5	4	0	7	0	0	288	9%
14:00 A 15:00	72	77	49	13	1	8	0	7	0	0	227	7%
15:00 A 16:00	57	58	46	11	1	7	0	6	2	0	188	6%
16:00 A 17:00	60	70	31	11	1	4	0	5	0	0	182	5%
17:00 A 18:00	56	79	33	12	4	3	0	8	0	0	195	6%
18:00 A 19:00	61	78	50	12	3	5	0	2	0	0	211	6%
19:00 A 20:00	69	55	62	17	5	11	0	3	0	0	222	7%
20:00 A 21:00	65	50	26	4	1	5	0	4	0	0	155	5%
21:00 A 22:00	37	48	40	11	4	8	1	2	0	0	151	5%
<b>SUMA</b>	906	1272	699	221	59	100	6	85	7	0	<b>3355</b>	
<b>%</b>	27%	38%	21%	7%	2%	3%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	6									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	22	64	30	14	7	11	0	0	0	0	148	6%
07:00 A 08:00	53	118	52	18	9	3	0	3	0	0	256	10%
08:00 A 09:00	39	85	26	21	9	2	0	0	1	1	184	7%
09:00 A 10:00	29	83	25	15	10	0	0	1	4	1	168	7%
10:00 A 11:00	24	82	35	12	0	0	0	3	3	0	159	6%
11:00 A 12:00	17	77	20	22	3	0	0	1	0	0	140	5%
12:00 A 13:00	20	74	18	12	7	0	0	2	1	4	138	5%
13:00 A 14:00	48	62	29	11	4	0	0	3	0	0	157	6%
14:00 A 15:00	41	56	48	16	3	1	0	2	0	0	167	6%
15:00 A 16:00	36	53	32	18	5	1	0	2	2	0	149	6%
16:00 A 17:00	42	52	24	13	8	0	0	2	0	0	141	5%
17:00 A 18:00	44	71	24	11	8	0	0	4	0	0	162	6%
18:00 A 19:00	56	63	51	22	6	5	0	1	0	0	204	8%
19:00 A 20:00	46	42	43	13	7	7	1	2	0	0	161	6%
20:00 A 21:00	37	45	26	6	8	6	0	1	0	0	129	5%
21:00 A 22:00	31	32	32	10	6	6	0	4	0	0	121	5%
<b>SUMA</b>	585	1059	515	234	100	42	1	31	11	6	<b>2584</b>	
<b>%</b>	23%	41%	20%	9%	4%	2%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	7									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	46	62	32	10	5	5	0	0	0	0	160	5%
07:00 A 08:00	47	116	62	15	3	3	0	0	0	0	246	7%
08:00 A 09:00	54	101	57	22	2	6	0	1	0	0	243	7%
09:00 A 10:00	37	76	39	12	8	5	0	2	0	0	179	5%
10:00 A 11:00	44	87	22	12	4	5	0	2	0	1	177	5%
11:00 A 12:00	55	71	30	9	2	7	0	0	1	1	176	5%
12:00 A 13:00	81	101	56	14	3	5	0	2	0	0	262	8%
13:00 A 14:00	65	81	57	15	4	8	0	2	0	0	232	7%
14:00 A 15:00	70	82	56	18	3	9	0	0	0	0	238	7%
15:00 A 16:00	59	80	44	17	2	6	0	0	1	0	209	6%
16:00 A 17:00	57	64	36	16	6	4	0	4	0	0	187	5%
17:00 A 18:00	73	76	40	18	6	7	0	5	0	0	225	6%
18:00 A 19:00	90	97	56	35	5	6	0	1	0	0	290	8%
19:00 A 20:00	76	92	83	16	4	8	0	1	0	0	280	8%
20:00 A 21:00	52	47	55	11	4	12	1	1	0	0	183	5%
21:00 A 22:00	61	42	55	10	0	16	0	1	0	0	185	5%
<b>SUMA</b>	967	1275	780	250	61	112	1	22	2	2	<b>3472</b>	
<b>%</b>	28%	37%	22%	7%	2%	3%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	8									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	13	35	33	1	4	19	0	0	0	0	105	5%
07:00 A 08:00	36	64	34	2	4	6	0	3	0	0	149	8%
08:00 A 09:00	26	72	43	8	4	5	0	2	0	0	160	8%
09:00 A 10:00	25	42	27	12	7	7	0	2	0	0	122	6%
10:00 A 11:00	24	36	24	5	2	4	0	2	0	0	97	5%
11:00 A 12:00	34	28	26	9	3	12	0	1	0	0	113	6%
12:00 A 13:00	31	43	28	2	4	4	1	3	0	0	116	6%
13:00 A 14:00	42	62	38	12	1	7	0	2	0	0	164	8%
14:00 A 15:00	36	38	28	8	3	6	0	0	0	0	119	6%
15:00 A 16:00	25	32	15	4	3	5	0	0	0	0	84	4%
16:00 A 17:00	20	35	31	13	7	4	0	0	0	0	110	6%
17:00 A 18:00	29	54	27	4	11	2	0	0	0	0	127	6%
18:00 A 19:00	24	48	32	12	4	2	0	1	0	1	124	6%
19:00 A 20:00	31	28	34	9	11	6	0	0	0	0	119	6%
20:00 A 21:00	47	40	37	6	6	35	1	0	0	0	172	9%
21:00 A 22:00	24	15	29	4	0	20	0	0	0	0	92	5%
<b>SUMA</b>	467	672	486	111	74	144	2	16	0	1	<b>1973</b>	
<b>%</b>	24%	34%	25%	6%	4%	7%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	9									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	8	34	34	4	7	31	0	1	0	0	119	5%
07:00 A 08:00	44	59	71	9	2	33	0	3	0	0	221	9%
08:00 A 09:00	24	58	53	5	8	32	0	1	0	0	181	7%
09:00 A 10:00	42	40	29	5	5	38	0	0	0	1	160	6%
10:00 A 11:00	33	39	25	5	1	37	0	0	0	0	140	6%
11:00 A 12:00	20	21	22	5	9	34	1	0	0	0	112	5%
12:00 A 13:00	24	36	16	4	1	34	0	1	0	0	116	5%
13:00 A 14:00	28	54	30	10	5	36	0	0	0	0	163	7%
14:00 A 15:00	30	38	43	4	7	38	0	1	0	0	161	6%
15:00 A 16:00	26	35	25	3	2	37	0	2	0	0	130	5%
16:00 A 17:00	40	25	39	9	4	27	0	0	0	0	144	6%
17:00 A 18:00	33	27	28	4	8	31	0	1	0	0	132	5%
18:00 A 19:00	44	35	21	17	5	29	0	0	0	0	151	6%
19:00 A 20:00	53	54	51	10	7	36	0	0	0	0	211	8%
20:00 A 21:00	49	26	25	8	2	33	0	0	0	0	143	6%
21:00 A 22:00	44	35	68	8	1	45	0	0	0	0	201	8%
<b>SUMA</b>	542	616	580	110	74	551	1	10	0	1	<b>2485</b>	
<b>%</b>	22%	25%	23%	4%	3%	22%	0%	0%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 1	VIERNES	ESTACIÓN	10									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	14	12	14	1	1	44	0	1	0	0	87	5%
07:00 A 08:00	13	21	12	3	1	53	0	1	0	0	104	6%
08:00 A 09:00	9	17	13	9	0	41	0	0	0	0	89	5%
09:00 A 10:00	17	18	9	4	1	43	0	0	0	0	92	5%
10:00 A 11:00	24	14	3	6	1	42	0	1	0	0	91	5%
11:00 A 12:00	17	21	13	7	3	41	0	0	0	0	102	6%
12:00 A 13:00	11	12	10	3	2	44	0	3	1	0	86	5%
13:00 A 14:00	12	15	8	1	1	40	0	2	0	0	79	4%
14:00 A 15:00	30	27	20	10	2	49	0	1	0	0	139	8%
15:00 A 16:00	17	23	20	0	1	63	0	1	0	0	125	7%
16:00 A 17:00	32	22	13	3	1	65	0	3	0	0	139	8%
17:00 A 18:00	33	23	14	8	1	66	0	1	0	0	146	8%
18:00 A 19:00	27	24	23	7	1	62	0	1	0	0	145	8%
19:00 A 20:00	31	33	15	4	0	67	0	1	0	0	151	8%
20:00 A 21:00	23	19	18	8	0	67	0	0	0	0	135	7%
21:00 A 22:00	13	23	24	4	0	42	0	0	0	0	106	6%
<b>SUMA</b>	323	324	229	78	16	829	0	16	1	0	<b>1816</b>	
<b>%</b>	18%	18%	13%	4%	1%	46%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	1										
28/08/2019		SENTIDO	TODOS										
		UBICACIÓN											
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMITRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%	
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3			
06:00 A 07:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
07:00 A 08:00	2	4	0	0	0	0	0	7	0	0	13	13%	
08:00 A 09:00	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	12	12%	
09:00 A 10:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	
10:00 A 11:00	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2%	
11:00 A 12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	
12:00 A 13:00	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4%	
13:00 A 14:00	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	6	6%	
14:00 A 15:00	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11%	
15:00 A 16:00	3	1	1	1	0	0	0	5	0	0	11	11%	
16:00 A 17:00	8	2	1	0	1	0	0	2	2	0	16	16%	
17:00 A 18:00	1	5	1	0	1	0	0	2	1	0	11	11%	
18:00 A 19:00	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3	3%	
19:00 A 20:00	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8%	
20:00 A 21:00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1%	
21:00 A 22:00	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	5%	
<b>SUMA</b>	33	18	3	1	2	1	0	40	5	0	<b>103</b>		
<b>%</b>	32%	17%	3%	1%	2%	1%	0%	39%	5%	0%	<b>100%</b>		

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	2									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMITRAYER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	27	53	14	5	1	2	0	1	0	0	103	3%
07:00 A 08:00	52	89	16	10	2	2	0	6	0	0	177	6%
08:00 A 09:00	50	134	29	15	0	3	0	2	0	0	233	7%
09:00 A 10:00	52	124	28	19	2	0	0	8	0	0	233	7%
10:00 A 11:00	72	117	31	8	1	4	0	8	0	0	241	8%
11:00 A 12:00	79	133	33	12	2	1	0	8	0	0	268	8%
12:00 A 13:00	69	90	33	14	5	2	0	4	1	0	218	7%
13:00 A 14:00	59	67	34	16	6	5	0	5	0	0	192	6%
14:00 A 15:00	53	87	20	11	1	1	0	0	0	0	173	5%
15:00 A 16:00	54	60	23	15	1	5	0	0	0	0	158	5%
16:00 A 17:00	73	60	49	17	6	3	2	0	0	0	210	7%
17:00 A 18:00	55	81	36	8	7	3	0	0	0	0	190	6%
18:00 A 19:00	69	81	47	6	6	0	1	0	0	0	210	7%
19:00 A 20:00	56	110	68	21	1	0	0	0	0	0	256	8%
20:00 A 21:00	48	73	35	10	3	0	0	1	0	0	170	5%
21:00 A 22:00	39	65	25	9	0	1	0	0	0	0	139	4%
<b>SUMA</b>	907	1424	521	196	44	32	3	43	1	0	<b>3171</b>	
<b>%</b>	29%	45%	16%	6%	1%	1%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	3									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	21	52	8	6	2	0	0	0	0	0	89	6%
07:00 A 08:00	26	54	12	7	0	0	0	1	0	0	100	7%
08:00 A 09:00	29	94	10	12	0	0	0	2	0	0	147	10%
09:00 A 10:00	20	65	15	10	0	0	0	2	0	0	112	8%
10:00 A 11:00	16	49	15	4	2	0	0	2	1	0	89	6%
11:00 A 12:00	25	44	15	4	1	0	0	2	1	0	92	6%
12:00 A 13:00	23	25	5	2	3	0	0	0	0	0	58	4%
13:00 A 14:00	24	22	8	9	3	0	0	3	1	0	70	5%
14:00 A 15:00	25	61	19	4	2	0	0	1	0	0	112	8%
15:00 A 16:00	40	46	12	12	1	1	0	0	0	0	112	8%
16:00 A 17:00	27	56	15	6	0	0	0	1	0	0	105	7%
17:00 A 18:00	21	51	9	9	0	0	0	0	0	0	90	6%
18:00 A 19:00	33	44	11	5	4	0	0	1	0	0	98	7%
19:00 A 20:00	20	45	17	10	2	0	0	1	0	0	95	6%
20:00 A 21:00	19	33	11	5	2	0	0	0	0	0	70	5%
21:00 A 22:00	15	16	10	5	0	0	0	0	0	0	46	3%
<b>SUMA</b>	384	757	192	110	22	1	0	16	3	0	<b>1485</b>	
<b>%</b>	26%	51%	13%	7%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	4									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	32	44	20	11	0	6	0	6	0	0	119	5%
07:00 A 08:00	16	49	29	6	0	4	0	6	1	0	111	5%
08:00 A 09:00	29	76	30	16	0	0	0	10	0	0	161	7%
09:00 A 10:00	23	69	49	13	2	0	1	5	0	0	162	7%
10:00 A 11:00	29	55	27	8	2	2	0	6	1	0	130	6%
11:00 A 12:00	30	53	31	13	2	0	0	6	3	0	138	6%
12:00 A 13:00	30	50	26	11	2	4	0	8	1	0	132	6%
13:00 A 14:00	55	59	40	18	4	1	0	9	2	0	188	8%
14:00 A 15:00	42	61	48	16	1	0	0	8	1	0	177	8%
15:00 A 16:00	22	55	27	12	0	2	0	2	0	0	120	5%
16:00 A 17:00	39	42	23	7	1	2	0	2	1	0	117	5%
17:00 A 18:00	33	49	30	6	0	2	0	3	1	0	124	6%
18:00 A 19:00	46	69	35	10	3	2	0	4	0	0	169	8%
19:00 A 20:00	47	51	23	10	0	1	0	0	0	0	132	6%
20:00 A 21:00	33	46	47	10	0	5	0	3	0	0	144	6%
21:00 A 22:00	38	42	33	9	1	3	0	1	0	0	127	6%
<b>SUMA</b>	544	870	518	176	18	34	1	79	11	0	<b>2251</b>	
<b>%</b>	24%	39%	23%	8%	1%	2%	0%	4%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	5									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	56	64	18	16	0	9	0	4	0	0	167	5%
07:00 A 08:00	46	86	33	12	1	8	0	6	1	0	193	6%
08:00 A 09:00	47	85	38	25	0	2	0	9	1	0	207	6%
09:00 A 10:00	52	87	58	21	2	1	0	7	0	0	228	7%
10:00 A 11:00	63	110	57	21	9	5	0	11	1	0	277	8%
11:00 A 12:00	74	88	54	19	8	2	0	13	2	0	260	8%
12:00 A 13:00	44	69	45	18	6	11	0	16	2	0	211	6%
13:00 A 14:00	77	100	66	19	2	4	2	15	3	0	288	8%
14:00 A 15:00	68	75	61	25	5	2	0	11	0	0	247	7%
15:00 A 16:00	48	84	44	10	1	4	0	4	1	0	196	6%
16:00 A 17:00	59	50	38	7	1	2	0	1	2	0	160	5%
17:00 A 18:00	64	62	43	7	4	3	0	1	1	0	185	5%
18:00 A 19:00	90	82	45	11	2	2	0	4	0	0	236	7%
19:00 A 20:00	79	58	35	21	0	2	0	0	0	0	195	6%
20:00 A 21:00	54	58	58	14	4	5	0	3	0	0	196	6%
21:00 A 22:00	44	50	35	14	2	5	0	2	0	0	152	4%
<b>SUMA</b>	965	1208	728	260	47	67	2	107	14	0	<b>3398</b>	
<b>%</b>	28%	36%	21%	8%	1%	2%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	6									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMITRAYER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	30	46	14	11	2	6	0	3	0	0	112	5%
07:00 A 08:00	33	86	26	11	8	10	0	5	0	1	180	7%
08:00 A 09:00	35	96	35	20	5	1	0	5	1	1	199	8%
09:00 A 10:00	35	85	47	11	3	0	0	1	0	0	182	7%
10:00 A 11:00	33	80	36	11	6	0	0	4	0	1	171	7%
11:00 A 12:00	53	63	40	22	6	1	0	5	0	1	191	8%
12:00 A 13:00	21	64	20	18	5	0	0	5	0	0	133	5%
13:00 A 14:00	38	70	43	17	2	4	0	8	0	2	184	7%
14:00 A 15:00	28	47	43	19	2	1	0	7	0	0	147	6%
15:00 A 16:00	35	54	26	8	1	1	0	7	1	0	133	5%
16:00 A 17:00	37	31	20	8	2	1	0	1	2	0	102	4%
17:00 A 18:00	41	63	48	12	3	0	1	2	0	0	170	7%
18:00 A 19:00	51	70	35	8	1	1	0	4	0	0	170	7%
19:00 A 20:00	40	40	19	15	0	2	0	1	0	0	117	5%
20:00 A 21:00	39	47	34	12	5	5	0	8	0	0	150	6%
21:00 A 22:00	33	31	34	12	4	4	0	2	0	0	120	5%
<b>SUMA</b>	582	973	520	215	55	37	1	68	4	6	<b>2461</b>	
<b>%</b>	24%	40%	21%	9%	2%	2%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	7									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	39	52	19	4	1	0	0	3	0	0	118	4%
07:00 A 08:00	44	82	32	10	0	7	0	5	0	1	181	6%
08:00 A 09:00	33	80	49	15	1	1	0	5	0	0	184	6%
09:00 A 10:00	51	80	57	19	4	1	0	2	0	0	214	7%
10:00 A 11:00	45	88	39	9	1	5	0	0	0	0	187	6%
11:00 A 12:00	50	92	43	19	0	1	0	1	0	0	206	6%
12:00 A 13:00	58	78	42	10	7	1	2	7	0	0	205	6%
13:00 A 14:00	66	92	47	14	5	4	0	4	0	0	232	7%
14:00 A 15:00	62	54	53	15	5	4	0	4	0	0	197	6%
15:00 A 16:00	59	86	53	6	1	3	0	0	0	0	208	6%
16:00 A 17:00	76	51	47	11	5	1	0	2	0	0	193	6%
17:00 A 18:00	70	90	42	6	2	0	0	0	0	0	210	6%
18:00 A 19:00	74	78	42	13	3	1	0	1	0	0	212	7%
19:00 A 20:00	60	50	47	9	6	3	0	1	0	0	176	5%
20:00 A 21:00	70	69	81	14	2	13	0	4	0	0	253	8%
21:00 A 22:00	70	77	85	5	2	16	0	1	0	0	256	8%
<b>SUMA</b>	927	1199	778	179	45	61	2	40	0	1	<b>3232</b>	
<b>%</b>	29%	37%	24%	6%	1%	2%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	8									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	14	28	19	3	3	16	0	1	0	0	84	4%
07:00 A 08:00	25	30	18	7	4	8	0	4	0	2	98	5%
08:00 A 09:00	22	45	18	11	4	4	0	0	0	1	105	6%
09:00 A 10:00	25	52	30	7	5	0	0	2	0	0	121	6%
10:00 A 11:00	32	37	30	9	0	4	0	1	0	0	113	6%
11:00 A 12:00	28	43	38	16	3	5	1	1	0	0	135	7%
12:00 A 13:00	38	31	25	11	5	5	0	1	0	0	116	6%
13:00 A 14:00	31	24	23	12	5	3	0	3	0	0	101	5%
14:00 A 15:00	28	38	44	9	6	3	0	0	0	0	128	7%
15:00 A 16:00	31	35	32	8	8	1	0	0	0	0	115	6%
16:00 A 17:00	22	20	28	11	9	2	0	0	0	0	92	5%
17:00 A 18:00	22	33	40	13	4	2	0	0	0	0	114	6%
18:00 A 19:00	57	54	36	7	3	1	0	0	0	0	158	8%
19:00 A 20:00	45	28	49	9	3	15	1	0	0	0	150	8%
20:00 A 21:00	28	23	42	10	3	20	0	0	0	0	126	7%
21:00 A 22:00	23	18	43	15	6	16	0	0	0	0	121	6%
<b>SUMA</b>	471	539	515	158	71	105	2	13	0	3	<b>1877</b>	
<b>%</b>	25%	29%	27%	8%	4%	6%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	9										
28/08/2019		SENTIDO	TODOS										
		UBICACIÓN											
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%	
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3			
06:00 A 07:00	27	30	35	6	0	33	0	0	0	0	131	5%	
07:00 A 08:00	26	36	42	2	0	32	0	1	0	0	139	6%	
08:00 A 09:00	20	39	28	7	1	31	0	2	0	0	128	5%	
09:00 A 10:00	23	43	41	9	0	37	0	2	0	0	155	6%	
10:00 A 11:00	28	40	32	6	2	30	0	0	0	0	138	6%	
11:00 A 12:00	26	43	28	6	1	31	0	0	0	0	135	5%	
12:00 A 13:00	36	43	15	5	2	33	0	2	0	1	137	6%	
13:00 A 14:00	42	35	26	11	0	28	0	2	0	0	144	6%	
14:00 A 15:00	36	32	33	2	5	35	0	1	0	0	144	6%	
15:00 A 16:00	29	31	28	7	7	34	1	2	0	0	139	6%	
16:00 A 17:00	41	33	44	4	5	35	0	0	0	0	162	7%	
17:00 A 18:00	40	32	44	9	4	33	0	1	0	0	163	7%	
18:00 A 19:00	34	52	49	10	3	31	0	0	0	0	179	7%	
19:00 A 20:00	46	49	53	10	2	32	0	0	0	0	192	8%	
20:00 A 21:00	59	43	62	11	3	38	0	0	0	0	216	9%	
21:00 A 22:00	57	27	52	12	5	31	0	0	0	0	184	7%	
<b>SUMA</b>	570	608	612	117	40	524	1	13	0	1	<b>2486</b>		
<b>%</b>	23%	24%	25%	5%	2%	21%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>		

DÍA 2	SÁBADO	ESTACIÓN	10									
28/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	12	15	7	0	0	44	0	1	0	0	79	4%
07:00 A 08:00	15	16	12	2	0	55	0	1	0	0	101	6%
08:00 A 09:00	15	20	21	5	0	47	0	1	0	0	109	6%
09:00 A 10:00	11	24	13	3	1	53	0	1	0	0	106	6%
10:00 A 11:00	13	27	8	10	2	50	0	5	2	0	117	6%
11:00 A 12:00	7	15	7	2	2	40	0	4	0	0	77	4%
12:00 A 13:00	25	28	16	7	6	50	0	0	1	0	133	7%
13:00 A 14:00	29	25	18	3	4	52	0	1	0	0	132	7%
14:00 A 15:00	34	12	19	6	0	52	0	0	0	0	123	7%
15:00 A 16:00	32	28	15	10	0	37	0	4	0	0	126	7%
16:00 A 17:00	27	15	14	3	3	48	0	0	0	0	110	6%
17:00 A 18:00	29	30	29	10	1	43	0	1	0	0	143	8%
18:00 A 19:00	26	47	16	5	1	45	0	0	0	0	140	8%
19:00 A 20:00	28	31	30	2	0	40	0	0	0	0	131	7%
20:00 A 21:00	25	26	16	5	1	39	2	0	0	0	114	6%
21:00 A 22:00	22	12	18	4	1	25	0	1	0	0	83	5%
<b>SUMA</b>	350	371	259	77	22	720	2	20	3	0	<b>1824</b>	
<b>%</b>	19%	20%	14%	4%	1%	39%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	1									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	5	21	11	0	0	0	0	0	0	0	37	4%
07:00 A 08:00	13	59	10	3	1	0	0	3	0	0	89	10%
08:00 A 09:00	9	23	1	1	1	0	0	2	0	0	37	4%
09:00 A 10:00	10	26	7	3	1	0	0	1	0	0	48	5%
10:00 A 11:00	12	14	4	3	1	0	0	2	0	0	36	4%
11:00 A 12:00	32	31	14	5	3	0	0	8	0	0	93	10%
12:00 A 13:00	27	28	8	0	3	0	0	2	0	0	68	8%
13:00 A 14:00	17	33	12	4	0	0	1	2	0	0	69	8%
14:00 A 15:00	16	12	8	1	0	0	0	7	0	0	44	5%
15:00 A 16:00	22	37	7	3	1	0	0	5	0	0	75	8%
16:00 A 17:00	13	31	8	2	1	0	0	4	0	0	59	7%
17:00 A 18:00	19	24	13	3	4	0	0	3	0	0	66	7%
18:00 A 19:00	8	25	3	1	0	0	0	1	0	0	38	4%
19:00 A 20:00	10	20	9	0	3	0	1	1	0	0	44	5%
20:00 A 21:00	15	23	12	1	1	0	0	0	0	0	52	6%
21:00 A 22:00	10	22	8	2	0	0	0	0	0	0	42	5%
<b>SUMA</b>	238	429	135	32	20	0	2	41	0	0	<b>897</b>	
<b>%</b>	27%	48%	15%	4%	2%	0%	0%	5%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	2									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMITRAYER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	25	75	26	8	3	5	0	1	0	0	143	4%
07:00 A 08:00	57	137	34	16	1	5	0	1	0	0	251	8%
08:00 A 09:00	53	125	26	12	3	3	0	5	0	0	227	7%
09:00 A 10:00	46	103	34	8	2	4	0	5	0	0	202	6%
10:00 A 11:00	58	78	21	12	5	3	1	4	0	0	182	6%
11:00 A 12:00	65	100	21	16	1	5	0	5	0	0	213	7%
12:00 A 13:00	57	116	30	6	6	5	0	1	0	0	221	7%
13:00 A 14:00	92	96	25	11	5	3	1	3	0	0	236	7%
14:00 A 15:00	68	62	27	7	3	3	0	6	1	0	177	5%
15:00 A 16:00	45	60	25	10	5	1	0	3	1	0	150	5%
16:00 A 17:00	61	75	17	6	2	3	1	0	2	0	167	5%
17:00 A 18:00	67	72	16	13	5	4	0	1	0	0	178	5%
18:00 A 19:00	62	100	22	6	4	5	0	2	0	0	201	6%
19:00 A 20:00	78	93	31	5	5	4	0	1	0	0	217	7%
20:00 A 21:00	64	245	33	9	1	1	0	0	0	0	353	11%
21:00 A 22:00	57	46	20	10	3	0	0	0	0	0	136	4%
<b>SUMA</b>	955	1583	408	155	54	54	3	38	4	0	<b>3254</b>	
<b>%</b>	29%	49%	13%	5%	2%	2%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	3									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	11	54	10	7	1	0	0	0	0	0	83	5%
07:00 A 08:00	33	68	22	7	1	0	0	0	0	0	131	8%
08:00 A 09:00	27	52	14	8	4	0	0	0	0	0	105	6%
09:00 A 10:00	21	67	16	7	4	0	0	1	0	0	116	7%
10:00 A 11:00	30	48	14	3	4	0	0	0	0	0	99	6%
11:00 A 12:00	32	53	14	11	3	1	0	5	0	0	119	7%
12:00 A 13:00	22	56	12	4	3	0	0	0	0	0	97	6%
13:00 A 14:00	21	43	15	6	3	0	2	1	0	0	91	6%
14:00 A 15:00	26	39	9	4	5	0	0	2	0	0	85	5%
15:00 A 16:00	41	39	10	8	6	0	0	1	0	0	105	6%
16:00 A 17:00	24	42	12	3	6	0	0	2	0	0	89	5%
17:00 A 18:00	36	41	17	12	9	0	0	1	0	0	116	7%
18:00 A 19:00	32	57	9	5	2	1	0	0	0	0	106	7%
19:00 A 20:00	39	55	16	4	3	0	0	0	0	0	117	7%
20:00 A 21:00	37	36	16	6	0	0	0	0	0	0	95	6%
21:00 A 22:00	29	25	14	7	0	0	0	0	0	0	75	5%
<b>SUMA</b>	461	775	220	102	54	2	2	13	0	0	<b>1629</b>	
<b>%</b>	28%	48%	14%	6%	3%	0%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	4									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	32	69	21	12	1	11	0	3	0	0	149	6%
07:00 A 08:00	36	89	33	15	0	3	0	5	0	1	182	7%
08:00 A 09:00	37	75	36	16	0	2	0	5	2	0	173	7%
09:00 A 10:00	29	76	21	9	1	5	0	9	0	0	150	6%
10:00 A 11:00	42	79	25	10	2	2	0	5	1	0	166	7%
11:00 A 12:00	37	49	20	6	1	2	0	3	1	0	119	5%
12:00 A 13:00	52	73	51	11	2	2	0	3	0	0	194	8%
13:00 A 14:00	53	65	42	12	2	2	0	0	1	0	177	7%
14:00 A 15:00	47	74	45	22	4	1	0	13	0	0	206	8%
15:00 A 16:00	38	47	23	6	2	1	0	6	0	0	123	5%
16:00 A 17:00	29	46	29	14	2	3	0	2	0	0	125	5%
17:00 A 18:00	40	54	25	12	1	1	0	1	0	0	134	5%
18:00 A 19:00	40	66	35	9	1	2	0	6	0	0	159	6%
19:00 A 20:00	37	38	46	13	3	4	1	1	0	0	143	6%
20:00 A 21:00	25	31	37	9	5	10	2	1	1	1	122	5%
21:00 A 22:00	39	42	39	8	0	8	0	0	0	0	136	6%
<b>SUMA</b>	613	973	528	184	27	59	3	63	6	2	<b>2458</b>	
<b>%</b>	25%	40%	21%	7%	1%	2%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	5									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	29	65	29	18	6	18	0	2	0	0	167	4%
07:00 A 08:00	81	124	66	32	4	16	0	5	0	1	329	8%
08:00 A 09:00	68	101	60	22	2	16	0	8	6	0	283	7%
09:00 A 10:00	57	104	63	17	1	17	0	12	2	0	273	7%
10:00 A 11:00	69	112	67	32	19	15	0	5	3	0	322	8%
11:00 A 12:00	75	101	59	24	0	17	0	5	2	0	283	7%
12:00 A 13:00	101	98	80	21	4	8	0	3	1	0	316	8%
13:00 A 14:00	99	92	71	19	3	17	0	5	1	0	307	8%
14:00 A 15:00	64	65	56	29	7	8	0	19	0	0	248	6%
15:00 A 16:00	68	62	37	13	2	8	0	7	0	0	197	5%
16:00 A 17:00	51	61	28	11	1	7	0	5	0	0	164	4%
17:00 A 18:00	67	88	39	13	6	5	0	1	0	0	219	6%
18:00 A 19:00	87	89	63	17	3	7	0	8	0	0	274	7%
19:00 A 20:00	66	67	62	14	3	8	0	2	0	0	222	6%
20:00 A 21:00	74	51	55	19	8	12	1	2	0	1	223	6%
21:00 A 22:00	51	47	39	9	1	7	0	0	0	0	154	4%
<b>SUMA</b>	1107	1327	874	310	70	186	1	89	15	2	<b>3981</b>	
<b>%</b>	28%	33%	22%	8%	2%	5%	0%	2%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	6									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	38	67	30	9	7	12	0	0	0	0	163	6%
07:00 A 08:00	48	101	37	15	10	1	0	8	0	1	221	9%
08:00 A 09:00	49	83	26	24	1	1	0	11	1	0	196	8%
09:00 A 10:00	38	78	26	13	0	2	1	9	0	0	167	6%
10:00 A 11:00	35	80	30	19	1	0	0	9	1	0	175	7%
11:00 A 12:00	36	66	27	11	1	1	0	6	0	0	148	6%
12:00 A 13:00	33	62	34	9	4	2	0	2	0	0	146	6%
13:00 A 14:00	64	63	31	9	0	2	1	1	1	0	172	7%
14:00 A 15:00	59	57	33	22	8	0	0	15	1	0	195	8%
15:00 A 16:00	55	61	29	10	2	0	1	3	1	0	162	6%
16:00 A 17:00	37	47	26	15	1	1	0	6	0	0	133	5%
17:00 A 18:00	53	63	34	13	6	0	0	2	0	0	171	7%
18:00 A 19:00	53	41	44	11	3	3	0	4	1	0	160	6%
19:00 A 20:00	37	43	44	14	1	3	0	2	0	0	144	6%
20:00 A 21:00	32	28	31	10	2	11	1	4	1	0	120	5%
21:00 A 22:00	36	23	23	8	1	8	0	2	0	0	101	4%
<b>SUMA</b>	703	963	505	212	48	47	4	84	7	1	<b>2574</b>	
<b>%</b>	27%	37%	20%	8%	2%	2%	0%	3%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	7									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMITRAYER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	50	73	54	11	3	7	1	1	0	0	200	6%
07:00 A 08:00	48	87	71	14	3	4	0	5	0	0	232	7%
08:00 A 09:00	39	79	47	18	4	6	0	4	0	0	197	6%
09:00 A 10:00	50	87	31	15	5	5	0	4	1	1	199	6%
10:00 A 11:00	58	85	33	15	1	6	0	4	0	0	202	6%
11:00 A 12:00	50	71	38	21	2	8	0	2	0	0	192	6%
12:00 A 13:00	66	75	61	9	2	5	0	5	0	0	223	7%
13:00 A 14:00	77	89	58	20	3	7	0	9	0	0	263	8%
14:00 A 15:00	43	61	49	14	1	2	0	1	0	0	171	5%
15:00 A 16:00	62	56	50	13	0	10	0	2	0	0	193	6%
16:00 A 17:00	63	50	36	9	5	10	0	3	0	0	176	5%
17:00 A 18:00	62	85	49	7	3	6	0	1	0	0	213	7%
18:00 A 19:00	66	75	46	8	6	1	0	1	0	0	203	6%
19:00 A 20:00	90	61	51	18	4	9	0	2	1	0	236	7%
20:00 A 21:00	51	36	47	14	2	19	0	1	0	0	170	5%
21:00 A 22:00	52	47	49	15	1	10	0	0	0	0	174	5%
<b>SUMA</b>	927	1117	770	221	45	115	1	45	2	1	<b>3244</b>	
<b>%</b>	29%	34%	24%	7%	1%	4%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	8									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	10	41	23	8	6	16	0	2	0	1	107	5%
07:00 A 08:00	28	77	27	8	4	6	1	6	0	0	157	8%
08:00 A 09:00	23	43	36	9	10	5	0	2	0	0	128	7%
09:00 A 10:00	27	39	33	9	4	10	0	1	3	0	126	6%
10:00 A 11:00	23	32	21	7	0	8	0	2	1	0	94	5%
11:00 A 12:00	30	47	21	10	5	6	0	3	0	0	122	6%
12:00 A 13:00	36	43	19	3	1	6	0	5	0	0	113	6%
13:00 A 14:00	53	54	52	16	5	10	1	2	0	0	193	10%
14:00 A 15:00	36	29	26	5	3	3	0	0	0	0	102	5%
15:00 A 16:00	23	26	21	4	7	6	0	0	0	0	87	4%
16:00 A 17:00	27	34	31	10	8	6	0	0	0	0	116	6%
17:00 A 18:00	35	55	29	5	12	4	0	0	0	0	140	7%
18:00 A 19:00	29	46	30	10	5	2	0	1	0	0	123	6%
19:00 A 20:00	29	22	34	8	9	5	0	0	0	0	107	5%
20:00 A 21:00	43	40	36	4	8	29	1	0	1	0	162	8%
21:00 A 22:00	17	8	19	9	1	17	0	0	0	0	71	4%
<b>SUMA</b>	469	636	458	125	88	139	3	24	5	1	<b>1948</b>	
<b>%</b>	24%	33%	24%	6%	5%	7%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	9									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	18	32	30	0	2	27	0	0	0	0	109	5%
07:00 A 08:00	42	72	61	3	3	42	0	9	0	0	232	10%
08:00 A 09:00	24	38	26	5	6	29	0	3	0	0	131	6%
09:00 A 10:00	24	29	34	5	5	39	0	7	0	1	144	6%
10:00 A 11:00	24	40	32	7	2	34	0	0	0	0	139	6%
11:00 A 12:00	20	21	20	6	10	41	0	1	0	0	119	5%
12:00 A 13:00	29	24	13	5	2	36	0	1	0	0	110	5%
13:00 A 14:00	29	47	37	6	5	32	0	1	0	0	157	7%
14:00 A 15:00	34	35	34	4	7	40	0	2	0	0	156	7%
15:00 A 16:00	24	28	16	4	2	38	0	2	0	0	114	5%
16:00 A 17:00	35	25	26	14	5	32	0	0	0	0	137	6%
17:00 A 18:00	29	24	26	6	9	35	0	1	0	0	130	6%
18:00 A 19:00	44	27	22	14	5	30	0	0	0	0	142	6%
19:00 A 20:00	43	56	48	11	7	38	0	0	0	0	203	9%
20:00 A 21:00	42	28	22	6	2	65	0	0	0	0	165	7%
21:00 A 22:00	30	32	54	6	1	39	0	0	0	0	162	7%
<b>SUMA</b>	491	558	501	102	73	597	0	27	0	1	<b>2350</b>	
<b>%</b>	21%	24%	21%	4%	3%	25%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

DÍA 3	LUNES	ESTACIÓN	10									
30/08/2019		SENTIDO	TODOS									
		UBICACIÓN										
HORA	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	TOTAL	%
				PICK UP	RURAL Combi		2E 3E	2E 3E 4E 8X4	2S1 2S2 2S3 3S1 3S2 3S3	2T2 2T3 3T2 3T3		
06:00 A 07:00	11	9	17	0	1	47	0	0	0	0	85	5%
07:00 A 08:00	17	14	25	6	2	46	0	2	0	0	112	7%
08:00 A 09:00	13	17	11	3	0	38	0	1	0	0	83	5%
09:00 A 10:00	8	14	6	2	0	35	0	2	0	0	67	4%
10:00 A 11:00	15	17	13	1	2	49	0	8	0	0	105	6%
11:00 A 12:00	19	12	7	3	1	35	0	0	0	0	77	5%
12:00 A 13:00	23	9	15	7	0	44	0	0	0	0	98	6%
13:00 A 14:00	10	21	11	2	3	54	0	1	0	0	102	6%
14:00 A 15:00	25	16	26	7	4	54	0	0	0	0	132	8%
15:00 A 16:00	20	21	14	0	2	30	0	1	0	0	88	5%
16:00 A 17:00	19	32	16	3	1	52	0	2	0	0	125	8%
17:00 A 18:00	37	19	10	2	2	50	0	0	0	0	120	7%
18:00 A 19:00	26	22	21	4	2	43	0	0	0	0	118	7%
19:00 A 20:00	24	21	24	6	1	49	0	1	0	0	126	8%
20:00 A 21:00	26	14	17	6	0	36	0	0	0	0	99	6%
21:00 A 22:00	23	25	13	7	0	29	0	0	0	0	97	6%
<b>SUMA</b>	316	283	246	59	21	691	0	18	0	0	<b>1634</b>	
<b>%</b>	19%	17%	15%	4%	1%	42%	0%	1%	0%	0%	<b>100%</b>	

ESTACIÓN 1	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	286	503	187	38	20	1	0	41	2	0	1035	0	43	1078
SÁBADO	33	18	3	1	2	1	0	40	5	0	58	0	45	103
LUNES	238	429	135	32	20	0	2	41	0	0	854	2	41	897
TOTAL	1376	2366	811	177	104	5	5	285	15	0	4839	5	300	5144
IMDa	44	126	129	29	17	1	1	46	3	0	346	1	49	396
% IMDa	11%	32%	33%	7%	4%	0%	0%	12%	1%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	27%	46%	16%	3%	2%	0%	0%	6%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 2	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	951	1570	417	183	48	57	4	51	0	0	3226	4	51	3281
SÁBADO	907	1424	521	196	44	32	3	43	1	0	3124	3	44	3171
LUNES	955	1583	408	155	54	54	3	38	4	0	3209	3	42	3254
TOTAL	6579	10731	3105	1237	343	342	24	309	12	0	22337	24	321	22682
IMDa	209	568	493	197	55	55	4	50	2	0	1577	4	52	1633
% IMDa	13%	35%	30%	12%	3%	3%	0%	3%	0%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	29%	47%	14%	5%	2%	2%	0%	1%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 3	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	452	809	203	117	27	3	1	45	1	0	1611	1	46	1658
SÁBADO	384	757	192	110	22	1	0	16	3	0	1466	0	19	1485
LUNES	461	775	220	102	54	2	2	13	0	0	1614	2	13	1629
TOTAL	3051	5474	1442	768	247	15	8	177	9	0	10997	8	186	11191
IMDa	97	290	229	122	40	3	2	29	2	0	781	2	31	814
% IMDa	12%	36%	28%	15%	5%	0%	0%	4%	0%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	27%	49%	13%	7%	2%	0%	0%	2%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 4	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	616	974	502	211	37	36	1	73	8	0	2376	1	81	2458
SÁBADO	544	870	518	176	18	34	1	79	11	0	2160	1	90	2251
LUNES	613	973	528	184	27	59	3	63	6	2	2384	3	71	2458
TOTAL	4161	6608	3611	1340	196	306	12	498	57	5	16222	12	560	16794
IMDa	132	350	573	213	32	49	2	81	10	1	1349	2	92	1443
% IMDa	9%	24%	40%	15%	2%	3%	0%	6%	1%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	25%	39%	22%	8%	1%	2%	0%	3%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 5	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	906	1272	699	221	59	100	6	85	7	0	3257	6	92	3355
SÁBADO	965	1208	728	260	47	67	2	107	14	0	3275	2	121	3398
LUNES	1107	1327	874	310	70	186	1	89	15	2	3874	1	106	3981
TOTAL	6963	8914	5389	1848	417	849	22	649	83	5	24380	22	737	25139
IMDa	221	472	855	294	67	135	4	105	14	1	2044	4	120	2168
% IMDa	10%	22%	39%	14%	3%	6%	0%	5%	1%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	28%	35%	21%	7%	2%	3%	0%	3%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 6	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	585	1059	515	234	100	42	1	31	11	6	2535	1	48	2584
SÁBADO	582	973	520	215	55	37	1	68	4	6	2382	1	78	2461
LUNES	703	963	505	212	48	47	4	84	7	1	2478	4	92	2574
TOTAL	4384	7001	3590	1545	480	297	15	424	53	30	17297	15	507	17819
IMDa	140	371	570	245	77	48	3	69	9	5	1451	3	83	1537
% IMDa	9%	24%	37%	16%	5%	3%	0%	4%	1%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	25%	39%	20%	9%	3%	2%	0%	2%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 7	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4						
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	967	1275	780	250	61	112	1	22	2	2	3445	1	26	3472
SÁBADO	927	1199	778	179	45	61	2	40	0	1	3189	2	41	3232
LUNES	927	1117	770	221	45	115	1	45	2	1	3195	1	48	3244
TOTAL	6589	8378	5431	1536	355	690	9	248	10	10	22979	9	268	23256
IMDa	209	443	862	244	57	110	2	40	2	2	1925	2	44	1971
% IMDa	11%	22%	44%	12%	3%	6%	0%	2%	0%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	28%	36%	23%	7%	2%	3%	0%	1%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 8	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4						
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	467	672	486	111	74	144	2	16	0	1	1954	2	17	1973
SÁBADO	471	539	515	158	71	105	2	13	0	3	1859	2	16	1877
LUNES	469	636	458	125	88	139	3	24	5	1	1915	3	30	1948
TOTAL	3282	4348	3390	906	547	918	17	126	13	11	13391	17	150	13558
IMDa	105	230	538	144	87	146	3	21	3	2	1250	3	26	1279
% IMDa	8%	18%	42%	11%	7%	11%	0%	2%	0%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	24%	32%	25%	7%	4%	7%	0%	1%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 9	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMI TRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	542	616	580	110	74	551	1	10	0	1	2473	1	11	2485
SÁBADO	570	608	612	117	40	524	1	13	0	1	2471	1	14	2486
LUNES	491	558	501	102	73	597	0	27	0	1	2322	0	28	2350
TOTAL	3723	4151	3927	764	448	3918	5	119	0	7	16931	5	126	17062
IMDa	119	220	623	122	72	622	1	20	0	2	1778	1	22	1801
% IMDa	7%	12%	35%	7%	4%	35%	0%	1%	0%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	22%	24%	23%	4%	3%	23%	0%	1%	0%	0%				100%

ESTACIÓN 10	MOTO LINEAL	MOTOTAXI	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS	CAMION	SEMITRAYLER	TRAYLER	Total Veh. Ligeros	BUSES	Total Veh. Pesados	TOTAL
				2E 3E	2E 3E 4E 8X4		T2S1 T2S2 T2S3 T3S1 T3S2 T3S3	C2R2 C2R3 C3R2 C3R3 C3R4	PICK UP	RURAL Combi				
F.C.	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1100	1.1265	1.1265	1.1265	1.1265				
VIERNES	323	324	229	78	16	829	0	16	1	0	1799	0	17	1816
SÁBADO	350	371	259	77	22	720	2	20	3	0	1799	2	23	1824
LUNES	316	283	246	59	21	691	0	18	0	0	1616	0	18	1634
TOTAL	2298	2260	1706	497	137	5240	4	125	9	0	12138	4	134	12276
IMDa	73	120	271	79	22	831	1	21	2	0	1396	1	23	1420
% IMDa	5%	8%	19%	6%	2%	59%	0%	1%	0%	0%				100%
PROMEDIOS TOTALES	19%	18%	14%	4%	1%	43%	0%	1%	0%	0%				100%

Fuente: Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE)