

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**CARACTERIZACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA PARA EL
DISEÑO MECANÍSTICO-EMPÍRICO DE ESTRUCTURAS DE
PAVIMENTOS CON APLICACIÓN AL SERPENTÍN DE
PASAMAYO**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

JEAN CARLOS PRUDENCIO ARENAS

ASESOR

MSc. JOSÉ WILFREDO GUTIÉRREZ LÁZARES

Lima- Perú

2021

© 2021, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados
“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”
Prudencio Arenas, Jean Carlos
prudentss27@gmail.com
(+51) 986 893 708

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a mis padres quienes me apoyaron incondicionalmente en todo momento y me inculcaron principios y valores que rigen mi vida. A mis hermanos y hermanas por el apoyo y los consejos que me brindaron para alcanzar mis metas.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1 ANTECEDENTES	15
1.2 PROBLEMÁTICA	17
1.3 JUSTIFICACIÓN	18
1.4 OBJETIVOS	18
1.5 HIPÓTESIS	18
1.6 METODOLOGÍA.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	20
2.1 METODOLOGÍA ACTUAL – AASHTO 93	20
2.1.1 Factores de Carga Equivalente.....	20
2.1.2 Factor camión	22
2.1.3 Factor Crecimiento Acumulado	23
2.1.4 Número de Ejes Equivalente – ESAL's	24
2.2 MÉTODO MECANÍSTICO EMPÍRICO PARA PAVIMENTOS.....	25
2.2.1 Niveles jerárquicos de los datos de tráfico	27
2.2.2 Espectros de Carga	27
2.2.3 Parámetros Específicos – AASHTOWare	30
2.2.4 Clasificación de vehículos – FHWA	33
2.2.5 Fuentes de Información	38
2.3 TIPOS DE EJES	39
2.3.1 Eje simple	39
2.3.2 Eje tándem	40
2.3.3 Eje trídem	40
2.3.4 Pesos máximos permitidos - RENAV	41
2.4 ESTACIONES DE PESAJE.....	43
2.4.1 Sistema de pesaje estático	43

2.4.2 Sistema de pesaje dinámico	45
CAPÍTULO III: CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS – ESTACIÓN DE PESAJE SERPENTÍN DE PASAMAYO SUR	48
3.1 ESTACIONES DE PESAJE EN EL PERÚ.....	48
3.1.1 Carreteras concesionadas	48
3.1.2 Estaciones de pesajes concesionadas.....	49
3.2 CLASIFICACIÓN VEHICULAR PERUANA.....	50
3.3 CLASIFICACIÓN VEHICULAR PERUANA SEGÚN FHWA.....	55
3.4 INFORMACIÓN DISPONIBLE DE TRÁFICO EN PERÚ.....	60
3.4.1 CONCESIONARIA.....	60
3.4.2 PROVIAS.....	60
3.4.3 SUTRAN.....	61
CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA.....	62
4.1 ESTACIÓN DE PESAJE ANÁLIZADA.....	63
4.2 INFORMACIÓN OBTENIDA.....	64
4.2.1 Información de Tipo AVC	64
4.2.2 Información de Tipo WIN	65
4.3 GENERACIÓN DE ESPECTRO DE CARGA	65
4.3.1 Identificar tipos de ejes	65
4.3.2 Clasificación Vehicular FHWA	66
4.3.3 Espectro de Carga.....	66
4.4 PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE TRÁFICO	74
4.4.1 Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones	75
4.4.2 Distribución Normalizada de Camión	76
4.4.3 Porcentaje de Camiones en la Dirección de Diseño.....	78
4.4.4 Porcentaje de Camiones el Carril de Diseño.....	79
4.4.5 Factores de Distribución Mensual.....	79
4.4.6 Factor de ajuste Horario.....	83

4.5 obtención de esal a partir de espectros de carga	84
CAPÍTULO V: COMPARACIÓN DE LOS ESPECTROS DE CARGA DE SERPENTÍN DE PASAMAYO SUR CON LOS ESPECTROS POR DEFECTO DE AASHTOWARE PAVEMENT ME-DESIGN.....	88
5.1 EJE SIMPLE	88
5.2 EJE TÁNDEM	90
5.3 EJE TRÍDEM.....	91
5.4 AASHTOWARE PAVEMENT ME-DESIGN – INGRESO DE INFORMACIÓN TRÁFICO	94
5.5 CARACTERIZACIÓN DE TRÁFICO EN EL ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PAVIMENTOS	95
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS	
Anexo 1: Número de Ejes (Eje Simple, Eje Tándem y Eje Trídem) para los tipos de vehículo según clasificación vehicular peruana.....	102
Anexo 2: Conjuntos de Ejes Independientes (EI) que forman tipo de ejes (Eje Simple, Eje Tándem y Eje Trídem).....	107
Anexo 3: Valores de Espectro de Carga para los tipos de vehículo según clasificación FHWA.....	111
Anexo 4: Datos de Entrada específicos para AASHTO.....	132
Anexo 5: ESAL para los tipos de vehículos según clasificación FHWA, obtenidos a partir de espectros de carga.....	140
Anexo 6: Interfaces de Plantillas de Excel.....	157

RESUMEN

Actualmente los diseños de las estructuras de pavimentos se basan en lo propuesto por la guía AASHTO 1993. Sin embargo, con la Guía de Diseño mecánico empírico se ha logrado importantes avances al incorporar nuevos conceptos para caracterizar el tráfico. La propuesta considera el empleo de espectros de carga sustituyendo a los Números de Ejes Simples Equivalentes (ESAL's).

La presente investigación caracteriza el tráfico de vehículos pesados que circulan por la estación de pesaje del Serpentin de Pasamayo Sur. El tráfico se representa por espectros de carga y parámetros específicos de tráfico que requiere de la plataforma AASHTO Ware Pavement ME Design.

La información se ha obtenido de la estación de pesaje del Serpentin de Pasamayo Sur. Se han empleado plantillas de trabajo para determinar los parámetros de tráfico de manera rápida, segura y ordenada. Los resultados obtenidos evidencian la mejor caracterización del tráfico lo que disminuye el margen de error.

ABSTRACT

Currently the designs of pavement structures are based on what is proposed by the AASHTO 1993 guide. However, with the Empirical Mechanistic Design Guide, important advances have been made by incorporating new concepts to characterize traffic. The proposal considers the use of load spectra substituting the Equivalent Single Axle Load (ESAL's).

This research characterizes the traffic of heavy vehicles that circulate through the weighing station of the Serpentin de Pasamayo Sur. Traffic is represented by load spectra and specific traffic parameters required by the AASHTO Ware Pavement ME Design platform.

The information has been obtained from the weighing station of the Serpentin de Pasamayo Sur. Work templates have been used to determine traffic parameters in a fast, secure and orderly organized way. The results obtained show the best characterization of the traffic, which reduces the margin of error.

PRÓLOGO

El tráfico vehicular determinado inadecuadamente, conlleva que los espesores de las capas de estructuras de pavimentos, se degraden antes de cumplir con el tiempo de servicio.

Se gestiona la correcta caracterización del tráfico, basado en la guía mecanístico y empírico, para la obtención de los espectros de carga y sus parámetros específicos requeridos por los diseños de estructuras.

La información recomendada por la guía mecanística - empírica, caracteriza el tráfico de vehículos pesados y obtiene los espectros de carga para tránsito medio diario anual inicial, distribución normalizada de vehículo, porcentaje de vehículos en la dirección de diseño, porcentaje de vehículos en el carril de diseño, factores de distribución mensual y factores de distribución horaria.

El Sr. Prudencio, ha investigado y procesado la data de la estación sur de pesaje del Serpentín de Pasamayo. En el trabajo se determinan los espectros de carga que caracterizan el tránsito de vehículos pesados, del tramo en mención, que requiere la plataforma AASHTOWare Pavement ME Desing. Con dicha información elabora plantillas de Excel con macros, para obtener espectros de carga y parámetros de diseño de estructuras de pavimentos.

El autor, luego de comparar los resultados obtenidos en la investigación y los espectros teóricos del método, propone adecuar la clasificación vehicular peruana a la clasificación FHWA, además fiscalizar aquellos vehículos con sobrepeso que infringen la normatividad y gestionar la información para la correcta caracterización del tráfico migrando del método tradicional de ejes equivalentes a la determinación de los espectros de carga.

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $p_t=2.0$	21
Tabla 2.2 Factores equivalentes de carga para afirmados, pavimentos flexibles y pavimentos semirrígidos	22
Tabla 2.3 Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos.....	22
Tabla 2.4 Calculo de factor de carga de camión	22
Tabla 2.5 Factor de crecimiento acumulado (Fca)	23
Tabla 2.6 Hoja de trabajo para calcular aplicaciones de carga de eje simple equivalente (ESAL)	24
Tabla 2.7 Factor distribución carril	25
Tabla 2.8 Espectros de carga normalizado de ejes simples, valores por defecto (Nivel 3).....	27
Tabla 2.9 Espectros de carga normalizado de ejes tándem, valores por defecto (Nivel 3).....	28
Tabla 2.10 Factores equivalentes de carga - LEF	30
Tabla 2.11 Valores predeterminados de MAF (Nivel 3).....	32
Tabla 2.12 Valores predeterminados de HDF, datos de tráfico LTPP (Nivel 3) ..	33
Tabla 2.13 Tamaño mínimo de muestra (número de días por año) para estimar la distribución normalizada de la carga por eje, mediante datos de pesaje WIN.....	38
Tabla 2.14 Tamaño mínimo de muestra (número de días por año) para estimar la distribución normalizada del tránsito de camiones mediante datos de un clasificador automatizado de vehículos (AVC).....	38
Tabla 2.15 Peso máximo por eje o conjunto de ejes.....	41
Tabla 2.16 Tolerancia de pesaje dinámico.....	42
Tabla 3.1 Estaciones de pesaje concesionadas (Fija y Móvil), con certificado de calibración.....	49
Tabla 3.2 Pesos y medidas máximas permitidas	51
Tabla 3.3 Clasificación vehicular peruana según FHWA.....	56
Tabla 4.1 Carga mínima, máxima y promedio de los intervalos de carga según el tipo de eje	67
Tabla 4.2 Espectro de carga normalizado de Ejes Simple, Serpentin de Pasamayo Sur.....	71

Tabla 4.3 Espectro de carga normalizado de Ejes Tándem, Serpentín de Pasamayo Sur.....	72
Tabla 4.4 Espectro de carga normalizado de Ejes Trídem, Serpentín de Pasamayo Sur.....	73
Tabla 4.5 Medidas de dispersión del tránsito medio diario anual	75
Tabla 4.6 Medidas de dispersión de la distribución normalizada por tipo de vehículo.....	77
Tabla 4.7 Distribución normalizada por tipo de vehículo, Serpentín de Pasamayo Sur	77
Tabla 4.8 Valores del factor de distribución por sentido, Serpentín de Pasamayo	79
Tabla 4.9 Medidas de dispersión del factor de ajuste mensual del vehículo clase 4.....	80
Tabla 4.10 Factor de ajuste mensual por tipo de vehículo, Serpentín de Pasamayo Sur.....	81
Tabla 4.11 Factor de ajuste horario, Serpentín de Pasamayo Sur	83
Tabla 4.12 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 04, Serpentín de Pasamayo Sur.....	84
Tabla 4.13 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 05, Serpentín de Pasamayo Sur.....	85
Tabla 4.14 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 06, Serpentín de Pasamayo Sur.....	85
Tabla 4.15 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 07, Serpentín de Pasamayo Sur.....	85
Tabla 4.16 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 08, Serpentín de Pasamayo Sur.....	85
Tabla 4.17 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 09, Serpentín de Pasamayo Sur.....	85
Tabla 4.18 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 10, Serpentín de Pasamayo Sur.....	86
Tabla 4.19 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 11, Serpentín de Pasamayo Sur.....	86
Tabla 4.20 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 12, Serpentín de Pasamayo Sur.....	86

Tabla 4.21 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 13, Serpentín de Pasamayo Sur.....	86
Tabla 4.22 ESAL del tipo de vehículo de clase 07, Serpentín de Pasamayo Sur	87
Tabla 4.23 ESAL para pavimentos flexibles de los tipos de vehículo según clasificación vehicular FHWA, Serpentín de Pasamayo Sur	87
Tabla 5.1 Datos de tráfico obtenidos para la estación de Serpentín de Pasamayo Sur.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Diagrama de Flujo Conceptual de las Tres Etapas del Proceso Diseño Análisis para el AASHTOWare Pavement Design.....	26
Figura N° 2.2 Ejemplo de espectro de carga de la estación de Serpentín de Pasamayo Sur, del vehículo de clase 10.....	29
Figura N° 2.3 Distribución normalizada camiones del año 2013, estación Serpentín de Pasamayo Sur	31
Figura N° 2.4 Factor de distribución direccional para diferentes clases de vehículos usando los datos de tráfico de LTPP.....	31
Figura N° 2.5 Vehículo Clase 1.....	34
Figura N° 2.6 Vehículo Clase 2.....	34
Figura N° 2.7 Vehículo Clase 3.....	34
Figura N° 2.8 Vehículo Clase 4.....	35
Figura N° 2.9 Vehículo Clase 5.....	35
Figura N° 2.10 Vehículo Clase 6.....	35
Figura N° 2.11 Vehículo Clase 7.....	35
Figura N° 2.12 Vehículo Clase 8.....	36
Figura N° 2.13 Vehículo Clase 9.....	36
Figura N° 2.14 Vehículo Clase 10.....	36
Figura N° 2.15 Vehículo Clase 11.....	37
Figura N° 2.16 Vehículo Clase 12.....	37
Figura N° 2.17 Vehículo Clase 13.....	37
Figura N° 2.18 Eje Simple con rodada doble	39
Figura N° 2.19 Dos Eje Simples, ambas con rodada doble.....	40
Figura N° 2.20 Eje Tándem	40
Figura N° 2.21 Eje Trídem	41
Figura N° 2.22 Báscula fija total.....	44
Figura N° 2.23 Infraestructura de una estación de control de pesaje por eje	44
Figura N° 2.24 Pesaje dinámico fijo	46
Figura N° 2.25 Pesaje dinámico móvil	47
Figura N° 3.1 Carreteras concesionadas	48
Figura N° 3.2 Índice Nacional de Flujo Vehicular	60
Figura N° 4.1 Ubicación estación de Pesaje Serpentín de Pasamayo	64
Figura N° 4.2 Valores de espectro de carga del vehículo clase 10	69

Figura N° 4.3 Gráfica de espectro de carga del vehículo clase 10	70
Figura N° 4.4: Total de vehículos por día del mes de agosto 2014, Serpentín de Pasamayo Sur	74
Figura N° 4.5 Tránsito medio diario anual de camiones por año, Serpentín de Pasamayo Sur	75
Figura N° 4.6 Tránsito medio diario anual de camiones 2015, 2016 y 2017, Serpentín de Pasamayo Sur	76
Figura N° 4.7 Distribución normalizada por tipo de vehículo, Serpentín de Pasamayo Sur	76
Figura N° 4.8 Distribución normalizada por tipo de vehículo, Serpentín de Pasamayo Sur (años 2015, 2016 y 2017)	78
Figura N° 4.9 Porcentaje de camiones en la dirección de diseño, Serpentín de Pasamayo	78
Figura N° 4.10 Porcentaje mensual del tráfico diario promedio del vehículo de clase 04, Serpentín de Pasamayo Sur	80
Figura N° 4.11 Factor de ajuste mensual para tipo de vehículo de clase 04, Serpentín de Pasamayo Sur (años 2015, 2016 y 2017)	81
Figura N° 4.12 Parámetros específicos requeridos por AASHTOWare, Serpentín de Pasamayo Sur, promedio de los años 2015, 2016 y 2017.....	83
Figura N° 5.1 Eje Simple, Vehículo Clase 04, año 2013	89
Figura N° 5.2 Eje Simple, Vehículo Clase 05, año 2013	89
Figura N° 5.3 Eje Simple, Vehículo Clase 06, año 2013	89
Figura N° 5.4 Eje Simple, Vehículo Clase 07, año 2013	89
Figura N° 5.5 Eje Simple, Vehículo Clase 08, año 2013	89
Figura N° 5.6 Eje Simple, Vehículo Clase 09, año 2013	89
Figura N° 5.7 Eje Simple, Vehículo Clase 10, año 213	89
Figura N° 5.8 Eje Simple, Vehículo Clase 11, año 2013	89
Figura N° 5.9 Eje Simple, Vehículo Clase 12, año 2013	89
Figura N° 5.10 Eje Simple, Vehículo Clase 13, año 2013	89
Figura N° 5.11 Eje Tándem, Vehículo Clase 04, año 2013	90
Figura N° 5.12 Eje Tándem, Vehículo Clase 06, año 2013	90
Figura N° 5.13 Eje Tándem, Vehículo Clase 07, año 2013	90
Figura N° 5.14 Eje Tándem, Vehículo Clase 08, año 2013	90
Figura N° 5.15 Eje Tándem, Vehículo Clase 09, año 2013	91
Figura N° 5.16 Eje Tándem, Vehículo Clase 10, año 2013	91

Figura N° 5.17 Eje Tándem, Vehículo Clase 11, año 2013	91
Figura N° 5.18 Eje Tándem, Vehículo Clase 12, año 2013	91
Figura N° 5.19 Eje Tándem, Vehículo Clase 13, año 2013	91
Figura N° 5.20 Eje Trídem, Vehículo Clase 07, año 2013	92
Figura N° 5.21 Eje Trídem, Vehículo Clase 09, año 2013	92
Figura N° 5.22 Eje Trídem, Vehículo Clase 10, año 2013	92
Figura N° 5.23 Eje Trídem, Vehículo Clase 12, año 2013	92
Figura N° 5.24 Eje Trídem, Vehículo Clase 13, año 2013	92
Figura N° 5.25 Modelo de plataforma virtual como resultado de futuras investigaciones para la gestión de las carreteras de ámbito nacional	93
Figura N° 5.26 Software AASHTOWare Pavement, parámetros específicos	95
Figura N° 5.27 Software AASHTOWare Pavement, espectros de carga.....	95

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHO	American Association of State and Highway Officials
AASHTO	American Association of State and Highway Transportation Officials
AADTT	Average Annual Daily Truck Traffic
AVC	Automatic Vehicle Classification
DDF	Directional Distribution Factor
ESAL	Equivalent Single Axle Load
FHWA	Federal Highway Administration
HDF	Hourly Distribution Factors
LDF	Lane Distribution Factor
LEF	Load Equivalency Factors
LTPP	Long-Term Pavement Performance
MAF	Monthly Adjustment Factors
ME	Mechanistic-Empirical
MEPDG	Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PROVIAS	Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte
RENAV	Reglamento Nacional de Vehículos
SUTRAN	Superintendencia de Transportes Terrestres de Personas, Carga y Mercancías
WIN	Weigh In Motion

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En el diseño de pavimentos, la correcta caracterización de tráfico permite predecir con mayor confiabilidad el deterioro de pavimento, así la estructura de pavimento garantice un buen desempeño durante su vida útil.

En el Perú, la ingeniería del diseño de las estructuras de pavimento se basa en la guía de AASHTO 1993; en la cual para determinar el número estructural del pavimento se hace uso de ecuaciones, donde la caracterización de tráfico se representa como único valor, ESAL's.

La metodología mecanístico – empírico, caracteriza el tráfico pesado mediante espectros de carga, que permite el uso directo del peso por eje y tipo de vehículo en las ecuaciones de predicción de respuestas críticas del pavimento, como deformaciones, esfuerzos, deflexiones, etc.

Para la obtención de los espectros de carga y parámetros específicos que requiere la plataforma AASHTOWare Pavement ME Design, se requiere de un programa externo que permita procesar la información obtenida de una estación de pesaje.

En la presente investigación se desarrolló plantillas de libros Excel con Macros, que permita procesar la información de la estación de pesaje, y obtener como resultado los espectros de carga, tránsito medio diario anual inicial, distribución normalizada de vehículo, porcentaje de vehículos en la dirección de diseño, porcentaje de vehículos en el carril de diseño, factores de distribución mensual y factores de distribución horaria. El desarrollo de la investigación se organizó en cinco (05) capítulos, como se describe a continuación:

El Capítulo I, inicia con una breve introducción a la presente investigación, antecedentes de la caracterización de tráfico basado en la guía mecanístico - empírico, explica la problemática y la justificación de la misma, define los objetivos e hipótesis de la investigación y establece la metodología de trabajo a seguir para lograr el objetivo definido.

El capítulo II, aborda todos los conceptos necesarios para comprender la investigación; sobre la metodología AASHTO 93, guía mecanístico - empírico, tipos de ejes y estaciones de pesajes.

El Capítulo III, presenta la clasificación vehicular peruana y la adecuación de la misma según la clasificación FHWA; también, presenta la descripción de la obtención de información necesaria para la caracterización adecuada de tráfico.

El Capítulo IV, desarrolla la caracterización de tráfico mediante espectros de carga para la estación de pesaje Serpentin de Pasamayo Sur; que fue procesada mediante plantillas de Excel especialmente elaboradas, asimismo los resultados de ESAL a partir de los espectros de carga.

El Capítulo V, presenta la comparación y discusión de los espectros para la estación de pesaje Serpentin de Pasamayo Sur, respecto a los espectros de carga predeterminados, de la guía mecanístico - empírico. Finalmente se presenta las conclusiones de la presente tesis.

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad es necesario la adecuación de los diseños a la Guía de diseño mecanístico - empírico, el cual es resultado del trabajo de investigación norteamericano NCHRP 1-73A. publicado como "*Guía de diseño Mecanístico - empírico de Pavimento*" MEPDG 2008, en su segunda edición del 2015.

Es una guía que emplea diferentes partes del mundo, adecuado a la realidad de la región. Esta Guía tiene su origen en Ottawa, Illinois y está diseñada para la realidad norteamericana. Para ser utilizada en otros lugares se necesita implementar una guía de diseño de pavimentos acorde a las características de los materiales, clima y cargas de tránsito.

A la guía mecanístico - empírico le precede la guía de AASHTO 93 con método empírico, basada en las pruebas de caminos de la AASHTO (década del 50), con materiales, clima y procedimientos constructivos de esos tiempos.

Los datos de tráfico son los requerimientos claves para un buen diseño estructural del pavimento capaz de ofrecer un buen desempeño. Según el manual de usuario del Instituto Mexicano de Transporte (IMT – PAVE) la mejor caracterización del tránsito vehicular, corresponde a espectros de carga de cada uno de los diferentes tipos de ejes.

Según Garnica Anguas, P. (2009) existe una relación directa entre la forma del espectro de carga y la de su correspondiente espectro de daño ocasionado por, cada tipo de deterioro. Eso induce a utilizar el espectro de carga como un indicador de la severidad del daño que se espera en una vía, en especial en

condiciones de sobrecarga. Esto es de singular importancia para los operadores privados, en donde es necesario anticipar los montos de inversión necesarios para preservar la calidad exigida en términos de desempeño de una carretera.

AASHTO 2002, propone el uso del concepto de espectro de carga para la caracterización del tránsito en sustituto de los ESAL's; debido a que la evaluación del deterioro del pavimento a través de los ESAL's, presenta una serie de limitaciones, ya que este parámetro depende, además del tráfico, del tipo de pavimento, del espesor y de los niveles de serviciabilidad del pavimento. Consecuentemente, aun los caminos con cargas y volúmenes constantes producirán valores de ESAL's significativamente diferentes a lo largo de su longitud, mientras que el uso de los espectros permite estimar los efectos del tránsito actual sobre el pavimento y ser utilizados de manera directa en el análisis de los esfuerzos y deformaciones unitarios.

Según Casprowitz Luis, (2010) el daño que se produce en la estructura de pavimentos por la aplicación de repeticiones de carga de un eje equivalente de 18000 libras, es la herramienta básica para la estimación de las cargas a que estará sometida la estructura de pavimento.

Por ello Olavarría Sergio, (2013) concluye que es importante, para la vida útil de un pavimento, controlar periódicamente los pesajes de los vehículos pesados que circula por la zona, si un espectro de carga, presenta "peaks" sobre las tolerancias permitidas por el Ministerio de Transportes para determinada configuración de eje, gran parte del daño causado al pavimento será aportado por estas pasadas de camiones con sobrecarga.

Perú cuenta con una clasificación vehicular particular distinta al de Estados Unidos. La clasificación vehicular peruana se encuentra en el "*Reglamento Nacional de Vehículos*" aprobado por el DS N° 058 del año 2013 refrendado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, que rige a nivel nacional, donde los pesos máximos permitidos para ejes sencillos duales, en tándem, y en trídem son 11, 18 y 25 toneladas, respectivamente.

Las investigaciones sobre la metodología MEPDG aún está en progreso, hay poco interés por parte del estado y los profesionales, y no se cuenta con información necesaria de clima, materiales y tráfico. Se aprovecha la información registrada con otros fines, y para el uso en el diseño de pavimentos basado en la

metodología de diseño mecánico - empírico se requiere de procedimientos y herramientas que procesan la información para obtener datos de entrada.

La implementación de la nueva metodología MEPDG – 2015 se ve dificultada, según Chan C., Vidal J., Guillermo L. y Bustos M., por los factores siguientes:

- ✓ Falta de conocimiento del método
- ✓ Falta de información climática detallada horaria continua en distintos lugares a nivel nacional.
- ✓ Ausencia de puntos de aforo que recolectan información de datos de tráfico (conteo, clasificación y pesaje vehicular), para generar los espectros de carga en distintos lugares del país.
- ✓ Falta de interés y apoyo de las entidades gubernamentales para incluir el método como requisito en nuevos proyectos de diseño y rehabilitación.
- ✓ Falta de equipos de laboratorio para realizar nuevos ensayos requeridos por MEPDG.
- ✓ Calibración de los modelos de predicción de daño y respuesta con datos recopilados de campo.
- ✓ No tener acceso al software MEPDG 2008.

1.2 PROBLEMÁTICA

Los diseños de pavimento en el Perú, se sustentan en la aplicación de la Guía de AASHTO-93, que corresponde a un método empírico, pero el número de ejes equivalentes no caracteriza rigurosamente el tráfico vehicular, y el daño que causa el vehículo solo se indica por el número de cargas de eje estándar.

La caracterización del tráfico vehicular basado en ejes equivalentes, no representa totalmente el comportamiento real de las cargas de los vehículos que solicita la estructura de la vía.

Por las carreteras de la Red Vial Nacional, circulan vehículos que combina diferentes pesos y configuraciones de ejes, lo cual hace más complejo la caracterización del tránsito de diseños, especialmente porque se consideran vehículos de ejes simples, tándem y tridem.

Además, las cargas son variables también, porque los vehículos circulan cargados en un sentido y vacíos en sentido contrario y los ejes equivalentes no determina las cargas reales transmitidas.

Por lo tanto, al no estar bien estimado el tráfico vehicular, conlleva que los espesores de las capas de las estructuras de los pavimentos, se degraden antes de cumplir con el tiempo de servicio, para el cual fue diseñado.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Desde el Ministerio de Transportes y Comunicaciones se debe gestionar la correcta caracterización de tráfico, basado en la guía mecanístico – empírico; asimismo, coordinar con la sociedad concesionaria a fin que, adicional a su función principal, del control de sobrepesos, registre la información de tráfico adecuadamente; con el objetivo que se pueda usar para la obtención de los espectros de carga y parámetros específicos requeridos por el software AASHTOWare Pavement ME Desing.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar la carga transmitida a la estructura de la vía, mediante espectros de carga requerida por el diseño mecanístico – empírico del diseño de estructura de pavimento; a partir de la información del tráfico de los vehículos pesados registrados en la estación de pesaje hacia el Sur de Serpentín de Pasamayo.

Objetivos Específicos

- Clasificar los datos disponibles de vehículos pesados de la estación de pesaje Serpentín de Pasamayo Sur.
- Determinar las curvas de espectros de carga representativas por tipo de eje y clase de vehículo.
- Comparar los espectros de carga obtenidos en la tesis con los resultados obtenidos en el software AASHTOWare Pavement ME Design.

1.5 HIPÓTESIS

La determinación de los espectros de carga, basado en la metodología de la guía de diseño mecanístico – empírico de pavimento MEPDG 2015, caracterizará adecuadamente el tránsito de vehículos pesados en la estación sur de pesaje Serpentín de Pasamayo.

1.6 METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación consiste en el desarrollo de las siguientes etapas:

- Recopilar información de la guía mecánica - empírica, concerniente a la caracterización de tráfico de vehículos pesados.
- Solicitar información de pesos por eje y tipo de vehículo y clasificación vehicular de la estación de pesaje Serpentín de Pasamayo.
- Revisar si la información de tráfico obtenida, permite obtener los espectros de carga, tránsito medio diario anual inicial, distribución normalizada de vehículo, porcentaje de vehículos en la dirección de diseño, porcentaje de vehículos en el carril de diseño, factores de distribución mensual y factores de distribución horaria.
- Elaborar plantillas de Excel con macros, que permita obtener como resultado los espectros de carga y los parámetros específicos que requiere la plataforma de AASHTOWare.
- Generar los espectros de carga por tipo de eje y vehículo, asimismo los parámetros específicos que requiere el software AASHTOWare.
- Analizar y comparar los espectros de carga generados como resultado de la tesis con los espectros de carga predeterminados de la guía mecánico – empírico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 METODOLOGÍA ACTUAL – AASHTO 93

El diseño de estructuras de pavimentos basado en la metodología de AASHTO-93, requiere determinar el número acumulado de cargas por ejes simples equivalentes de 8.2 ton (ESAL).

Los resultados, de las observaciones de la carretera experimental AASHTO, han demostrado que el efecto dañino del paso de un eje (carga), será representado por un número de cargas por eje simple equivalente de 8.2 ton o ESAL (Equivalent Single Axle Load) [1].

2.1.1 Factores de Carga Equivalente

Los factores de equivalencia de carga, usados en la guía de diseño de pavimentos AASHTO-93, están basados en las observaciones de la carretera experimental AASHO en Ottawa, Illinois.

Las observaciones empíricas de la carretera experimental abarcan, para ejes simples un rango de cargas por eje de 0.9 ton a 13.6 ton y para para ejes tándem un rango de carga por eje de 10.9 ton a 21.8 ton, los valores de equivalencia de carga para ejes simples y tándem que sobrepasan las cargas indicadas respectivamente, son la extrapolación de la información básica obtenida de la carreta experimental. En la carretera experimental no se incluyeron ejes triples, los factores de equivalencia de carga para ejes trídem descritas en el anexo D de la guía AASHTO 93, son el resultado de la extrapolación de la información básica obtenida de la carreta experimental.

Los factores de equivalencia de carga representan la relación de número de repeticiones de cualquier carga por eje y configuración de eje (simple, tándem y trídem) necesaria para causar la misma reducción en serviciabilidad como la aplicación de una carga de eje simple de 8.2 ton.

$$LEF = \frac{\text{N}^\circ \text{ de repeticiones de ejes de 8.2 ton para la reducción de la serviciabilidad}}{\text{N}^\circ \text{ de repeticiones de ejes que produce la misma reducción de la serviciabilidad}}$$

El anexo de D de la guía de diseño AASHTO-93, presenta tablas de los factores de equivalencia de carga en función del tipo de pavimento (rígido o flexible), del espesor del pavimento (SN), y de la serviciabilidad terminal (pt). En el cuadro

siguiente a modo de ejemplo se muestra los factores equivalentes de carga para ejes simples de un pavimento flexible, con una serviciabilidad terminal de 2.0.

Tabla 2.1 Factores equivalentes de carga para pavimentos flexibles, ejes simples, $p_t=2.0$

Carga por Eje		SN						
		Pulg	1	2	3	4	5	6
(kips)	(ton)	cm	2.5	5.1	7.6	10.2	12.7	15.2
2	0.9		0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	1.8		0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	2.7		0.009	0.012	0.011	0.1	0.009	0.009
8	3.6		0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	4.5		0.075	0.085	0.09	0.085	0.79	0.076
12	5.4		0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	6.4		0.325	0.338	0.354	0.35	0.338	0.331
16	7.3		0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	8.2		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	9.1		1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	10.0		2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	10.9		3.71	3.62	3.43	3.33	3.4	3.51
26	11.8		5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	12.7		7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	13.6		10.4	10	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.5		14	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	15.4		18.5	17.9	16.3	15	14.9	15.6
36	16.3		24.2	23.3	21.2	19.3	19	19.9
38	17.2		31.1	29.9	27.1	24.6	24	25.1
40	18.1		39.6	38	34.3	30.9	30	31.2
42	19.1		49.7	47.7	43	38.6	37.2	38.5
44	20.0		61.8	59.3	53.4	47.6	45.7	47.1
46	20.9		76.1	73	65.6	58.3	55.7	57
48	21.8		92.9	89.1	80	70.9	67.3	68.6
50	22.7		113	108	97	86	81	82

Fuente: Tabla D-1 AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

2.1.1.1 Factor de espectros de carga, Manual de Carreteras Peruana – MTC

La Dirección de Normatividad Vial del Ministerio de Transportes de Carreteras determinó ecuaciones de correlación por tipo de eje y tipo de pavimento, basado en los valores del anexo D de la Guía AASHTO-93.

Tabla 2.2 Factores equivalentes de carga para afirmados, pavimentos flexibles y pavimentos semirrígidos

Tipo de Eje	Factor de Carga de Equivalente - LEF
Eje Simple	$LEF=[P/8.2]^{4.0}$
Eje Tándem	$LEF=[P/15.1]^{4.0}$
Eje Trídem	$LEF=[P/21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Cuadro 6.3, MTC, Manual de Carreteras

Tabla 2.3 Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos

Tipo de Eje	Factor de Carga de Equivalente - LEF
Eje Simple	$LEF=[P/8.2]^{4.1}$
Eje Tándem	$LEF=[P/13.3]^{4.1}$
Eje Trídem	$LEF=[P/17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Cuadro 6.4, MTC, Manual de Carreteras

2.1.2 Factor camión

Se define como el número de ejes equivalentes promedio, de determinado tipo de vehículo pesado (bus o camión), y se obtiene de la división de la sumatoria de ejes equivalentes de un tipo de vehículo entre el número de veces que fue pesado dicho vehículo.

A modo de ejemplo, se ilustra para un camión de 5 o más ejes, en pavimento flexible de SN=5 con serviciabilidad terminal de $p_t=2.5$, en cual fue pesado 165 veces; y, se detalla el cálculo de factor camión se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 2.4 Cálculo de factor de carga de camión

Carga por Eje	Nº de Ejes (A)	Factor de Carga Equivalente - LEF (B)	Eje Equivalente de 8.2 ton (C)=A*B
Eje Simple			
< 1.4	0	0.0002	0.00
1.4 - 3.2	1	0.005	0.01
3.2 - 3.6	6	0.032	0.19
3.6 - 5.4	144	0.087	12.53
5.4 - 7.3	16	0.36	5.76
7.3 - 13.6	1	5.389	5.39
Eje Tándem			
< 2.7	0	0.01	0.00
2.7 - 5.4	14	0.01	0.14
5.4 - 8.2	21	0.044	0.92
8.2 - 10.9	44	0.148	6.51

Carga por Eje	N° de Ejes (A)	Factor de Carga Equivalente - LEF (B)	Eje Equivalente de 8.2 ton (C)=A*B
10.9 - 13.6	42	0.426	17.89
13.6 - 14.5	44	0.753	33.13
14.5 - 14.8	21	0.885	18.59
14.8 - 15.4	101	1.002	101.20
15.4 - 16.3	43	1.23	52.89
Total de Ejes Equivalentes de 8.2 ton			255.15

Fuente: Figura D.1. AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

$$\text{Factor Camión} = \frac{\text{Total de ejes equivalentes de 8.2 ton}}{\text{N° de veces pesado el tipo de vehículo}} = \frac{255.15}{165} = 1.55$$

El factor camión, de un camión de 5 o más ejes para el caso particular del ejemplo resulta 1.55.

2.1.3 Factor Crecimiento Acumulado

El factor de crecimiento acumulado depende del periodo de análisis (n) y de la tasa de crecimiento anual (r), que permite proyectar a futuro el tráfico.

Tabla 2.5 Factor de crecimiento acumulado (Fca)

Periodo de Análisis (n - años)	Factor Sin Crecimiento	Tasa Anual de Crecimiento (r - %)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.31	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.60	21.02	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.54
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16

Periodo de Análisis (n - años)	Factor Sin Crecimiento	Tasa Anual de Crecimiento (r - %)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.07	36.79	41.00	45.76	57.27

Fuente: Tabla D-20 AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

- r : tasa anual de crecimiento
- n : periodo de diseño

2.1.4 Número de Ejes Equivalente – ESAL's

El procedimiento para convertir flujo de tráfico mixto, de diferentes cargas y configuraciones por eje, a número de tráfico de diseño; consiste en convertir cada carga por eje, en número equivalente de carga por eje simple de 8.2 ton.

ESAL representa el número acumulado de ejes equivalentes, desde el momento que la vía se abra al tráfico hasta el momento que la serviciabilidad se reduce a un valor terminal (p_t igual a 3.00, 2.50 o 2.00).

Tabla 2.6 Hoja de trabajo para calcular aplicaciones de carga de eje simple equivalente (ESAL)

Tipo de Vehículo	Tráfico Actual IMDA (A)	Factor Crecimiento Acumulado - Fca (B)	Tráfico de Diseño (C) = 365*A*B	Factor Camión (D)	ESAL (E)= C*D
Vehículos pasajeros					
Buses					
Camiones de 2 ejes / 4 neumáticos					
Camiones de 2 ejes / 6 neumáticos					
Semirremolque (3 ejes)					
Semirremolque (4 ejes)					
Semirremolque (5 o más ejes)					
Remolque Doble (5 ejes)					
Remolque dobles (6 ejes)					
.					
.					
.					
TOTAL de Vehículos		-		ESAL's de Diseño	

Fuente: Tabla D-21 AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

ESAL's representa el número de ejes equivalentes de ambos sentidos de la carretera. Para el diseño de estructuras de pavimento, el número de ejes equivalentes debe ser distribuido por dirección y carril.

Usualmente, la distribución por dirección es el 50% cuando la plataforma cuenta con 2 sentidos de tráfico, y si tuviese solo un sentido de tráfico el factor de distribución por dirección es el 100%.

La distribución por carril es el 100% cuando se considera un carril por dirección de tráfico y, cuando la dirección de diseño tiene más de un carril, los valores varían entre 50% a 100%, de acuerdo a como se detalla en el cuadro siguiente.

Tabla 2.7 Factor distribución carril

Número de Carriles por sentido	Factor Distribución Carril (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

2.2 MÉTODO MECANÍSTICO EMPÍRICO PARA PAVIMENTOS

La guía mecanístico - empírico caracteriza el tráfico mediante espectros carga por eje y tipo de vehículo. La guía MEPDG representa un cambio en el diseño de los pavimentos y el enfoque de la presente guía consta de tres etapas principales [2].

Etapas 1 – Evaluación: Consiste en determinar los valores de los datos de entrada para el diseño de prueba, como la caracterización y análisis de materiales nuevos, tráfico y clima; así mismo, el análisis de la cimentación para diseño de pavimentos nuevos, evaluación de pavimentos para proyectos de diseño de rehabilitación que incluye identificar los tipos de deterioro y las causas que lo originaron.

Etapas 2 – Análisis: Esta etapa es iterativo, que comienza con la selección de un diseño inicial, que bien pudo ser obtenido con la guía de diseño de pavimentos ASSHTO 93. Consiste en el análisis estructural, predicciones de los indicadores de desempeño seleccionados y de la regularidad superficial; de forma iterativa hasta que el diseño cumpla con los criterios de diseño, para el nivel de confiabilidad seleccionado. La sección de diseño especificada, es analizada

progresivamente a través del tiempo haciendo uso de los modelos de respuesta y deterioro del pavimento.

Etapa 3 – Selección de Estrategia: Esta etapa incluye un análisis de ingeniería y constructibilidad; asimismo, un análisis de costo beneficio para evaluar las alternativas estructuralmente viables (alternativas que cumplen con los criterios de diseño para el nivel de confiabilidad seleccionado), de los resultados obtenidos del software AASHTOWare Pavement ME Design.

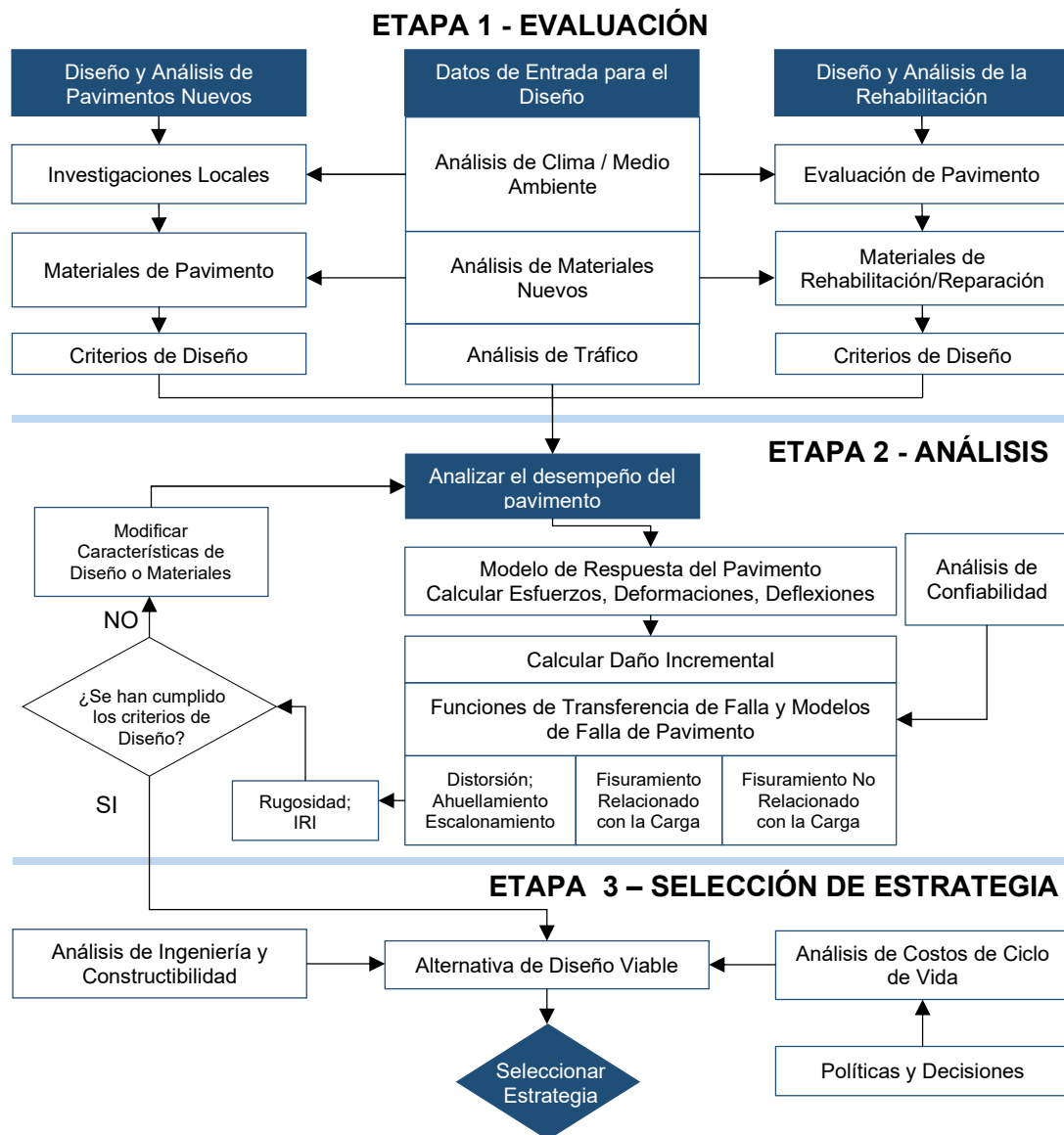


Figura N° 2.1 Diagrama de Flujo Conceptual de las Tres Etapas del Proceso Diseño Análisis para el AASHTOWare Pavement Design

Fuente: Figura 1.1. Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide a Manual of Practice, ICG

2.2.1 Niveles jerárquicos de los datos de tráfico

La guía mecanístico – empírico define tres niveles jerárquicos de datos de entrada de tráfico. En el análisis de diseño de pavimentos nuevos y de rehabilitación, los niveles se determinan según el conocimiento que posee el diseñador en la obtención de los datos de tránsito [17].

Nivel 1: Son datos de tránsito de camiones, registrados en las estaciones de pesaje WIN (Weighing in Motion) y estaciones AVC (Clasificador Automatizado de Vehículos) que se encuentran dentro del tramo del proyecto.

Nivel 2: Son datos de tránsito de camiones, donde se emplean estaciones de pesaje WIN y censos AVC de otras carreteras similares al proyecto, que se encuentren dentro de la misma región. Usados en proyectos donde no existe estaciones de pesaje WIN o para nuevos proyectos de construcción de carreteras.

Nivel 3: Son los valores por defecto incluidos en el software AASHTOWare Pavement ME Design, que se utilizan cuando no están disponibles estaciones de pesaje WIN en carreteras similares al proyecto.

2.2.2 Espectros de Carga

Los espectros de carga, se definen como la distribución normalizada anual de la carga de un tipo específico de eje (simple, tándem o tridem), para determinada clase de vehículo (clase 4, clase 5, clase 6, ..., clase 13) [6].

Los valores por defecto de los espectros de carga incluidos en el software AASHTOWare Pavement ME Design, se detallan en los cuadros siguientes.

Tabla 2.8 Espectros de carga normalizado de ejes simples, valores por defecto (Nivel 3)

Carga por Eje		Clase de Vehículo, Clasificación FHWA									
Lbs	Ton	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3000	1.4	1.8	10.0	2.5	2.1	11.6	1.7	3.6	3.6	6.7	8.9
4000	1.8	1.0	13.2	1.8	0.6	5.4	1.4	1.2	2.9	2.3	2.7
5000	2.3	2.9	16.4	3.5	2.4	7.8	2.8	2.4	5.2	4.9	3.8
6000	2.7	4.0	10.7	4.0	2.7	7.0	3.5	3.4	5.3	5.9	5.2
7000	3.2	6.8	9.2	6.7	3.2	8.0	4.9	5.2	6.3	6.0	6.0
8000	3.6	11.5	8.3	8.4	5.8	9.7	8.4	8.3	7.0	8.9	8.1
9000	4.1	11.3	7.1	11.9	5.3	10.0	13.7	13.8	8.1	9.6	8.4
10000	4.5	11.0	5.8	13.6	7.4	8.5	17.7	17.3	9.7	10.0	10.7
11000	5.0	9.9	4.5	12.1	6.9	6.5	16.7	16.2	8.5	8.6	10.7
12000	5.4	8.5	3.5	9.5	7.4	5.2	11.6	10.3	7.3	7.1	11.1
13000	5.9	7.3	2.6	6.8	9.0	4.0	6.1	6.5	7.2	5.9	7.3

Carga por Eje		Clase de Vehículo, Clasificación FHWA									
Lbs	Ton	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
38000	17.2	0.8	1.7	1.4	2.7	0.6	3.2	2.8	1.8	1.3	4.2
40000	18.1	0.5	0.4	1.3	2.5	0.6	2.1	2.2	1.1	1.1	3.2
42000	19.1	0.5	0.4	1.0	1.6	0.3	1.4	1.7	0.8	0.6	2.3
44000	20.0	0.3	0.2	0.8	1.5	0.3	0.9	1.3	0.7	0.5	1.8
46000	20.9	0.2	0.1	0.7	2.1	0.4	0.6	1.5	0.3	0.4	1.2
48000	21.8	0.2	0.1	0.6	1.9	0.2	0.4	0.7	0.2	0.2	0.9
50000	22.7	0.1	0.1	0.5	1.2	0.1	0.3	0.6	0.2	0.2	0.6
52000	23.6	0.1	0.2	0.4	1.1	0.1	0.2	0.4	0.1	0.2	0.4
54000	24.5	0.0	0.1	0.3	0.9	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.6
56000	25.4	0.1	0.1	0.3	0.8	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.3
58000	26.3	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2
60000	27.2	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1
62000	28.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
64000	29.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
66000	29.9	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
68000	30.8	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
70000	31.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
72000	32.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
74000	33.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
76000	34.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
78000	35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
80000	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
82000	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Tabla 2.4.10, Guide for Mechanistic-Empirical Design, part 2, Chapter 4

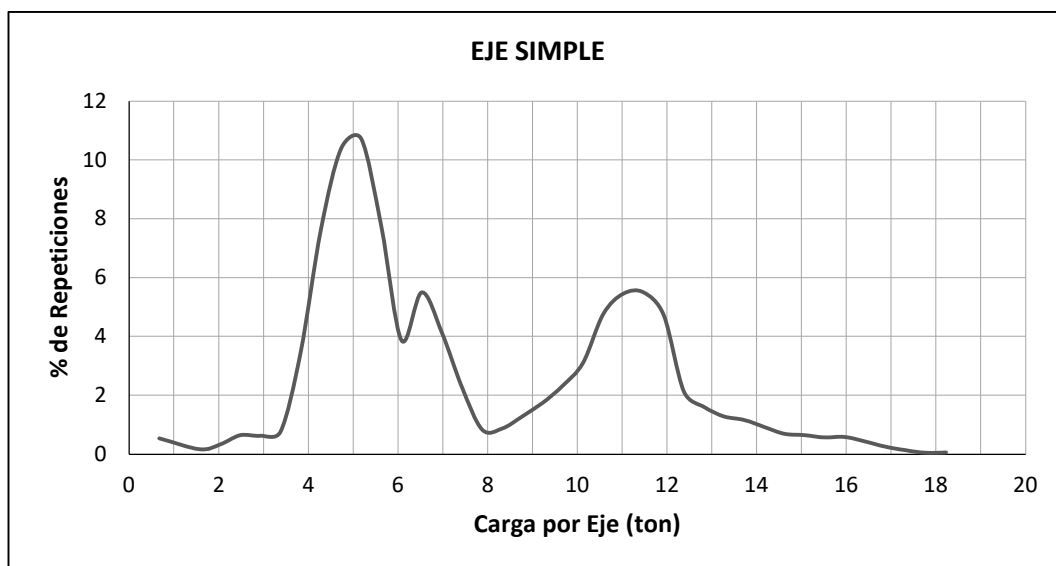


Figura N° 2.2 Ejemplo de espectro de carga de la estación de Serpentin de Pasamayo Sur, del vehículo de clase 10

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.1 ESAL a partir de los espectros de carga

Es posible obtener ESAL a partir de los espectros de carga, haciendo uso de las relaciones de factor de carga determinado por la Dirección de Normatividad Vial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, mediante la siguiente ecuación:

$$ESAL_j = N * \sum_{r=1}^R LEF_r * q_{r,j}$$

Donde:

- N : número total de ejes
- LEF : factor de carga equivalente
- $q_{r,j}$: Contribución del espectro de carga correspondiente a P (peso por eje), para el tipo de camión "j".

Tabla 2.10 Factores equivalentes de carga - LEF

Tipo de Pavimento	Tipo de Eje	Factor de Carga Equivalente - LEF
Afirmados, Pavimentos Flexibles y Pavimentos Semirrígidos	Eje Simple	$LEF = [P_r / 8.2]^{4.0}$
	Eje Tándem	$LEF = [P_r / 15.1]^{4.0}$
	Eje Trídem	$LEF = [P_r / 21.8]^{3.9}$
Pavimentos Rígidos	Eje Simple	$LEF = [P_r / 8.2]^{4.1}$
	Eje Tándem	$LEF = [P_r / 13.3]^{4.1}$
	Eje Trídem	$LEF = [P_r / 17.5]^{4.0}$
Pr = peso por eje en toneladas (peso promedio del intervalo de carga según el tipo de eje)		

Fuente: MTC, Manual de Carreteras

2.2.3 Parámetros Específicos – AASHTOWare

2.2.3.1 Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones (AADTT)

Es el volumen total de tráfico de camiones (clase 4 a clase 13) que pasa por un punto o segmento de una carretera durante un periodo de 24 horas. AADTT resulta de la división del número total de camiones entre el número de días del periodo de registro de tráfico [6].

Es recomendable utilizar como AADTT base, el promedio de los últimos tres años anteriores al año de diseño.

2.2.3.2 Distribución Normalizada de Camiones

La distribución normalizada de los tipos de vehículos, representa el porcentaje de la clase de camión, dentro de la distribución del tránsito de camiones por periodo anual. Cuando se dispone datos limitados de las estaciones de pesaje,

la distribución normalizada de camiones permite determinar los espectros de carga de un proyecto [6].

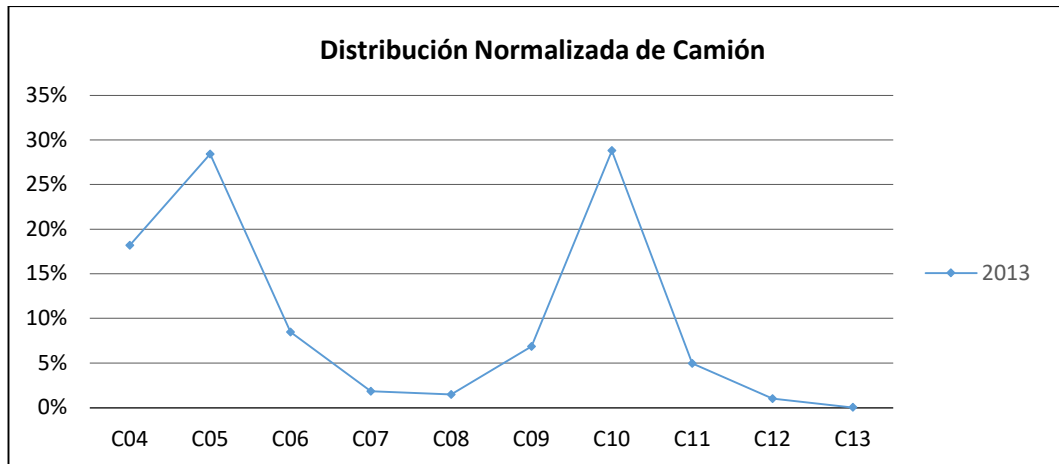


Figura N° 2.3 Distribución normalizada camiones del año 2013, estación Serpentin de Pasamayo Sur

2.2.3.3 Porcentaje de Camiones en la Dirección de Diseño (DDF)

El factor de distribución direccional, se utiliza para cuantificar el porcentaje de camiones en una dirección determinada, respecto al total de tráfico de camiones registrados en ambos sentidos [6].

El factor de distribución de diseño, es el DDF del camión más común registrada en la carretera. La guía MEPDG proporciona como valor por defecto (nivel 3) del 55 por ciento.

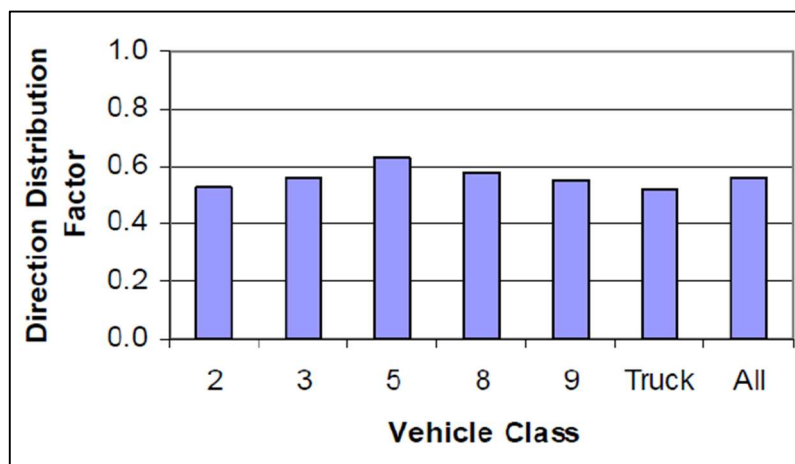


Figura N° 2.4 Factor de distribución direccional para diferentes clases de vehículos usando los datos de tráfico de LTPP.

Fuente: Figura 2.4.1, Guide for Mechanistic-Empirical Design, part 2, Chapter 4

2.2.3.4 Porcentaje de Camiones en el Carril de Diseño (LDF)

El factor de distribución de camiones en el carril de diseño, representa el porcentaje de camiones en el carril de diseño, respecto al total de camiones registrados en determinada dirección de la carretera [6].

El valor por defecto (nivel 3), para el tipo de camión más común es el siguiente:

- Carretera de un solo carril en una dirección LDF=1.00
- Carreteras de dos carriles en una dirección LDF=0.90
- Carreteras de tres carriles en una dirección LDF=0.60
- Carreteras de cuatro carriles en una dirección LDF=0.45

2.2.3.5 Factores de Distribución Mensual (MAF)

Los factores de distribución mensual se utilizan para distribuir mensualmente el tránsito de vehículos pesados, por clase de vehículo (clase 4, ..., clase 13).

Los factores de distribución mensual dependen de la ubicación de la carretera (zona urbana o zona rural), presencias de industria en la zona y el uso de la tierra adyacente a la carretera. Los factores de ajuste mensual varían en el transcurso de varios años durante la vida útil del pavimento. Sin embargo, para el software AASHTOWare, se supone que el factor de distribución mensual es constante durante todo el periodo de diseño [6].

$$MAF_i = \frac{\text{Trafico diario promedio mensual, para el mes } i}{\sum_{i=1}^{12} \text{Trafico diario promedio mensual, para el mes } i} * 12$$

La suma de los factores de distribución mensual, por clase de vehículo debe sumar 12. La guía MEPDG, de no contar con información necesaria, recomienda usar los valores por defecto (distribución uniforme-nivel 3).

Tabla 2.11 Valores predeterminados de MAF (Nivel 3)

Mes	Clase de Vehículo									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Enero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Febrero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Marzo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Abril	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mayo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Junio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Julio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agosto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Septiembre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Octubre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Mes	Clase de Vehículo									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Noviembre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Diciembre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Tabla 2.4.3, Guide for Mechanistic-Empirical Design, part 2, Chapter 4

2.2.3.6 Factores de Distribución Horario (HDF)

Los factores de distribución horario se utilizan para distribuir el tráfico medio diario de camiones durante un día típico.

Los factores de distribución horario son requeridos en el software AASHTOWare solo para el análisis de pavimentos rígidos, donde los volúmenes de camiones se ajustan en función del gradiente de temperatura [6].

La suma de los factores de distribución horaria debería resultar 100, y los valores por defecto que recomienda la guía mecanístico - empírico, es de acuerdo como se detalla en el cuadro siguiente.

Tabla 2.12 Valores predeterminados de HDF, datos de tráfico LTPP (Nivel 3)

Periodo	% de Distribución	Periodo	% de Distribución
12:00 am - 1:00 am	2.30	12:00 pm - 1:00 pm	5.90
1:00 am - 2:00 am	2.30	1:00 pm - 2:00 pm	5.90
2:00 am - 3:00 am	2.30	2:00 pm - 3:00 pm	5.90
3:00 am - 4:00 am	2.30	3:00 pm - 4:00 pm	5.90
4:00 am - 5:00 am	2.30	4:00 pm - 5:00 pm	4.60
5:00 am - 6:00 am	2.30	5:00 pm - 6:00 pm	4.60
6:00 am - 7:00 am	5.00	6:00 pm - 7:00 pm	4.60
7:00 am - 8:00 am	5.00	7:00 pm - 8:00 pm	4.60
8:00 am - 9:00 am	5.00	8:00 pm - 9:00 pm	3.10
9:00 am - 10:00 am	5.00	9:00 pm - 10:00 pm	3.10
10:00 am - 11:00 am	5.90	10:00 pm - 11:00 pm	3.10
11:00 am - 12:00 pm	5.90	11:00 pm - 12:00 pm	3.10

Fuente: Tabla 2.4.7, Guide for Mechanistic-Empirical Design, part 2, Chapter 4

2.2.4 Clasificación de vehículos – FHWA

La Administración Federal de Carreteras de los Estados Unidos (FHWA) a mediados de la década de 1980 desarrolló un sistema de clasificación de vehículos, *reglas de clasificación de 13 categorías*; en el cual separa los vehículos en categorías dependiendo de si transportan pasajeros o mercancías, los vehículos de mercancías se subdividen por la cantidad de ejes y cantidad de unidades; la adición de un remolque ligero a un vehículo no cambia la configuración del vehículo [10].

Clase 1: Motocicletas

Son todos los vehículos motorizados de dos o tres ruedas, esta categoría incluye bicicleta motorizada, motocicletas y motocicletas de tres ruedas.



Figura N° 2.5 Vehículo Clase 1
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 2: Carros pasajeros

Son vehículos fabricados principalmente con el propósito de transportar pasajeros, vehículos de dos ejes, autos con remolques de un eje y coches con remolque de dos ejes.



Figura N° 2.6 Vehículo Clase 2
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 3: Vehículos de dos ejes y cuatro neumáticos de una sola unidad

Son vehículos de dos ejes y cuatro neumáticos, vehículos no considerados primordialmente para transporte de pasajeros; incluye camionetas, ambulancias, así como vehículos de una sola unidad de dos ejes y cuatro neumáticos con remolques livianos o recreativos.



Figura N° 2.7 Vehículo Clase 3
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 4: Autobuses

Todos los buses fabricados con la finalidad de transporte de pasajeros con dos ejes y seis neumáticos o con tres o más ejes.



Figura N° 2.8 Vehículo Clase 4
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 5: Camiones de dos ejes, seis llantas y una sola unidad

Todos los camiones de una sola unidad con dos ejes, incluye vehículos recreativos.



Figura N° 2.9 Vehículo Clase 5
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 6: Camiones de una unidad de tres ejes

Incluye camiones de tres ejes y tractores de tres ejes sin remolques.



Figura N° 2.10 Vehículo Clase 6
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 7: Camiones de cuatro o más ejes de una sola unidad

Incluye camiones de cuatro, cinco, seis y siete ejes de una sola unidad.



Figura N° 2.11 Vehículo Clase 7
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 8: Camiones de un remolque de cuatro o menos ejes

Incluye camiones de dos ejes que remolcan remolques de uno y dos ejes, tractores de dos ejes que tiran de remolques de uno o dos ejes y tractores de tres ejes que remolcan remolques de un eje.



Figura N° 2.12 Vehículo Clase 8
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 9: Camión de un solo remolque de cinco ejes

Tractores de dos ejes que tiran de remolques de tres ejes, tractores de tres ejes que tiran de remolques de dos ejes y camiones de tres ejes que arrastran remolques de dos ejes.



Figura N° 2.13 Vehículo Clase 9
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 10: Camiones de un solo remolque de seis o más ejes

Todos los vehículos con seis o más ejes que constan de dos unidades, una de los cuales es una unidad de potencia de tractor.



Figura N° 2.14 Vehículo Clase 10
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 11: Camiones de remolque múltiple de cinco o menos ejes

Todos los vehículos de cinco o menos ejes que constan de tres a más unidades, una de las cuales es una unidad de potencia de tractor.



Figura N° 2.15 Vehículo Clase 11
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 12: Camiones de remolque múltiple de seis ejes

Todos los vehículos de seis ejes que constan de tres o más unidades, una de las cuales es una unidad de potencia tractor.



Figura N° 2.16 Vehículo Clase 12
Fuente: Federal Highway Administration

Clase 13: Camiones de remolque múltiple de siete o más ejes

Todos los vehículos de siete o más ejes que constan de tres o más unidades, una de las cuales es una unidad de potencia tractor.

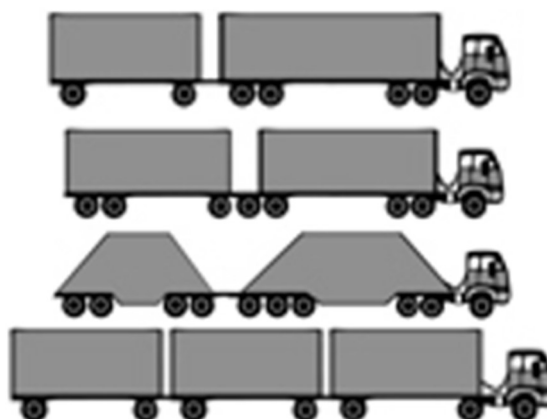


Figura N° 2.17 Vehículo Clase 13
Fuente: Federal Highway Administration

2.2.5 Fuentes de Información

- Pesaje en movimiento (Weighing in Motion)

Las estaciones de pesaje en movimiento brindan información de la cantidad de vehículos, espaciamiento y el peso de los ejes por tipo de vehículo durante un periodo de tiempo. De acuerdo a la ubicación específica donde se recogen los datos corresponde a nivel 1, nivel 2 y nivel 3. [3]

Tabla 2.13 Tamaño mínimo de muestra (número de días por año) para estimar la distribución normalizada de la carga por eje, mediante datos de pesaje WIN

Error Estándar (±%)	Nivel de Confianza o Relevancia, %				
	80	90	95	97.5	99
20	1	1	1	1	1
10	1	1	2	2	3
5	2	3	5	7	10
2	8	19	30	43	61
1	32	74	122	172	242

Fuente: Tabla 8-1. Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide a Manual of Practice, ICG

- Estaciones de AVC (Clasificador Automatizado de Vehículos)

Las estaciones AVC brindan la cantidad por tipo de vehículo, contabilizados durante un periodo de tiempo. Corresponden a nivel 1, nivel 2 y nivel 3 de los datos de entrada de tráfico, De acuerdo a la ubicación específica donde se recogen los datos corresponde a nivel 1, nivel 2 y nivel 3. [3]

Tabla 2.14 Tamaño mínimo de muestra (número de días por año) para estimar la distribución normalizada del tránsito de camiones mediante datos de un clasificador automatizado de vehículos (AVC)

Error Estándar (±%)	Nivel de Confianza o Relevancia, %				
	80	90	95	97.5	99
20	1	1	1	2	2
10	1	2	3	5	6
5	3	8	12	17	24
2	20	45	74	105	148
1	78	180	295	Nota 1	Nota 1

Fuente: Tabla 8-2. Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide a Manual of Practice, ICG

Nota:

1. Se requiere de un muestreo continuo para estas condiciones
2. En esta tabla, una temporada se basa en los cambios de los patrones de camiones para definir la distribución normalizada del volumen de los camiones al nivel de confianza y del error estándar especificado. Esta temporada no es la misma que la utilizada en el software AASHTOWare Pavement ME Design para calcular las respuestas del pavimento y los valores de daño incremental.

- **Conteo de Vehículos**

Es el recuento de vehículos de pasajeros, autobuses y camiones durante un periodo de tiempo de duración continua, estacional o corto; el conteo de vehículos corresponde al nivel 2 y nivel 3 de dato de entrada.

Los recuentos continuos se toman los 365 días del año, los conteos de temporada se realizan por lo general de 2 a 12 veces al año por periodos de tiempo que van las 24 horas a 2 semanas y el recuento de corta duración van desde 6 horas a 7 días. [3]

- **Pronóstico de tráfico y modelos de generación de viajes**

Se estiman utilizando modelos detallados de previsión de tráfico y de generación de viajes que se basan en información obtenida de los estudios de origen y destino y encuestas; asimismo, los modelos de generación de viajes deben ser calibrados con datos específicos del sitio, regional o nacional y corresponderá una información de nivel 1, nivel 2 y nivel 3. [3]

2.3 TIPOS DE EJES

Los tipos de vehículos tienen una variedad de configuración de ejes; por ende, es necesario identificar y clasificar los tipos de ejes que presenta cada tipo de vehículo. [20]

2.3.1 Eje simple

Es un elemento constituido por solo un eje que no se encuentra articulado a otro, también son considerados ejes simples aquellos ejes que se encuentran separados por una distancia mayor a 2.4m; según el RENA, el tipo de eje simple está constituido de rodada simple o rodada doble.

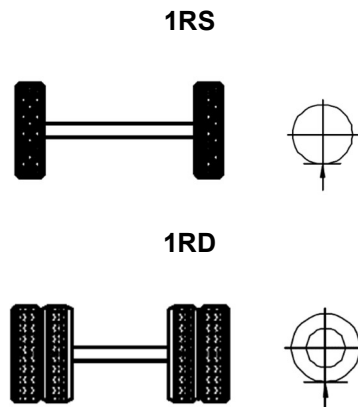


Figura N° 2.18 Eje Simple con rodada doble
Fuente: RENA DS-058-2003-MTC

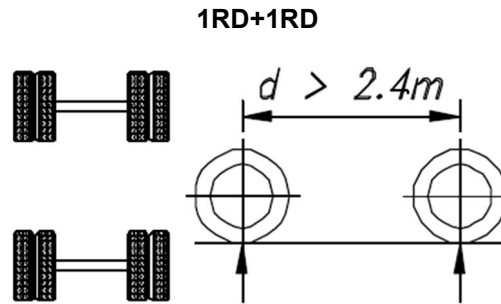


Figura N° 2.19 Dos Eje Simple, ambas con rodada doble
Fuente: RNAV DS-058-2003-MTC

2.3.2 Eje tándem

Es un elemento constituido por dos ejes articulados, separados por una distancia menor a 2.40m; a su vez, constituido por la combinación de rodada simple y rodada doble.

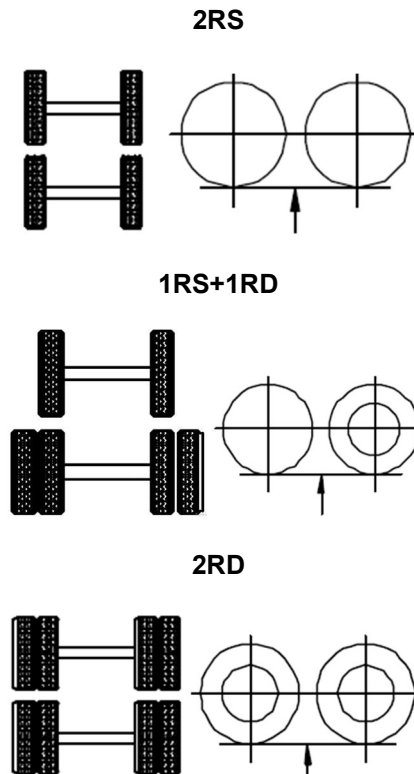


Figura N° 2.20 Eje Tándem
Fuente: RNAV DS-058-2003-MTC

2.3.3 Eje trídem

Es un elemento constituido por tres ejes articulados, separados por distancias menores a 2.40m; a su vez, constituido por la combinación de rodada simple y rodada doble.

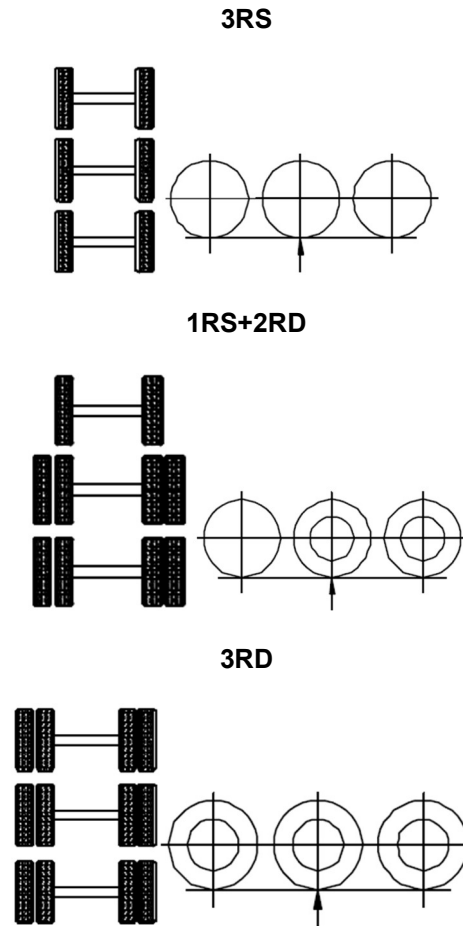


Figura N° 2.21 Eje Tridem
Fuente: RNAV DS-058-2003-MTC



Nota:


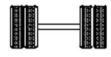
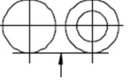
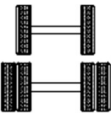
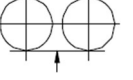
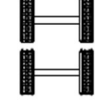
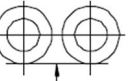
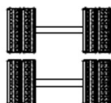
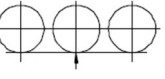
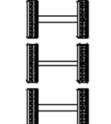
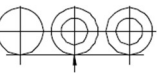
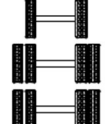
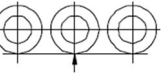
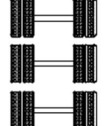
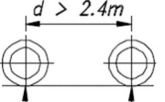
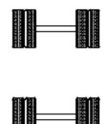
- RS : Rodada Simple
- RD : Rodada Doble

2.3.4 Pesos máximos permitidos - RNAV

La normativa vigente del Reglamento Nacional de Vehículos, detalla el peso máximo por eje o conjunto de ejes; permitido para la circulación de los vehículos a nivel nacional.

Tabla 2.15 Peso máximo por eje o conjunto de ejes

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	Gráfico	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		2		7

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	Gráfico	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RD		4		11
Doble	1RS+1RD		6		16
Doble	2RS		4		12
Doble	2RD		8		18
Triple	3RS		6		16
Triple	1RS+2RD		10		23
Triple	3RD		12		25
Doble Separado	1RD+1RD		8		11+11

Fuente: RNAV DS-058-2003-MTC

Nota:

- RS : Rodada Simple
- RD : Rodada Doble

El artículo 37° del Reglamento Nacional de Vehículos, especifica que el peso bruto vehicular máximo es de 48 toneladas; y en el artículo 38 especifica, que la tolerancia máxima del peso bruto vehicular es de 3% y la tolerancia por eje o conjunto de ejes es de 5% de acuerdo como se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 2.16 Tolerancia de pesaje dinámico

Eje (s)	Neumáticos	Tolerancia kg
Simple	2	350
Simple	4	550

Eje (s)	Neumáticos	Tolerancia kg
Doble	4	600
Doble	6	800
Doble	8	900
Triple	6	800
Triple	10	1,150
Triple	12	1,250

Fuente: RNAV DS-058-2003-MTC

2.4 ESTACIONES DE PESAJE

Las estaciones de pesajes son los puntos de control y verificación en carreteras, donde se inspecciona el peso de los vehículos; usualmente se inspecciona a los vehículos pesados como camiones, autobuses de transporte de pasajeros, grúas, vehículos especiales y vehículos comerciales.

A la fecha, el objetivo principal de las estaciones de pesaje, como describe el portal web de PROVIAS Nacional es:

- Verificar el cumplimiento de peso y dimensión vehicular permitido de los vehículos de transporte de carga y pasajeros.
- Evitar la destrucción prematura de la red vial nacional por efecto del sobrepeso por eje y peso bruto vehicular.
- Recuperar e incrementar el valor del patrimonio vial del país a través de un control eficiente de los pesos y medias vehiculares.

2.4.1 Sistema de pesaje estático

Se define como sistema de pesaje estático a toda operación en donde se requiere que el vehículo de carga pesada se detenga por completo para realizar la medición. El procedimiento se realiza por medio de una báscula total para determinar la carga total o por medio de una báscula pesa-eje que permite determinar o verificar el peso por eje.

2.4.1.1 Báscula fija total

Este tipo de báscula registra el peso bruto total; donde el pesaje se realiza de forma global, todos los ejes al mismo tiempo. Estas básculas están compuestas por celdas de carga, que son el tipo más común de transductor de fuerza, que a su vez tienen adheridas varias galgas extensiométricas de resistencia eléctrica. Una galga extensiométrica es un elemento que actúa como transductor,

transformando la variación de una magnitud mecánica como la deformación en la variación de una magnitud eléctrica como el voltaje.

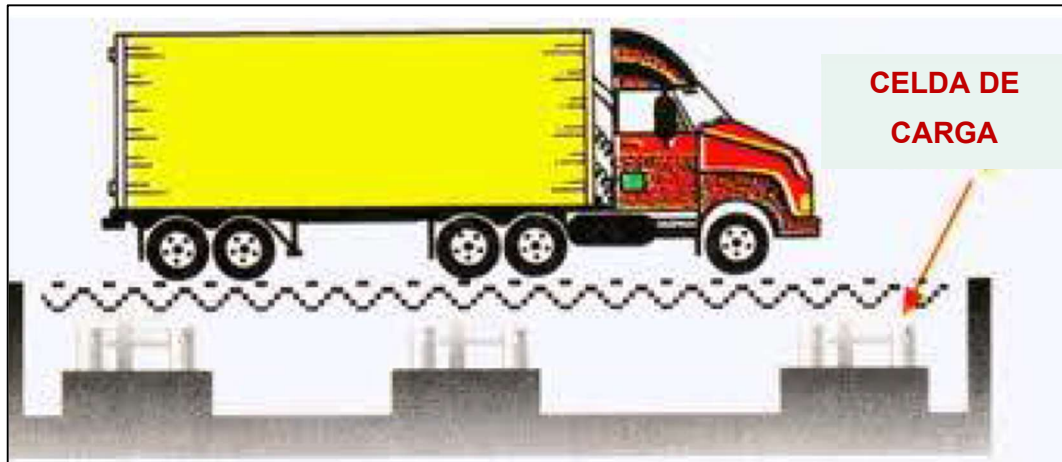


Figura N° 2.22 Báscula fija total
Fuente: Imagen Google

2.4.1.2 Báscula pesa ejes

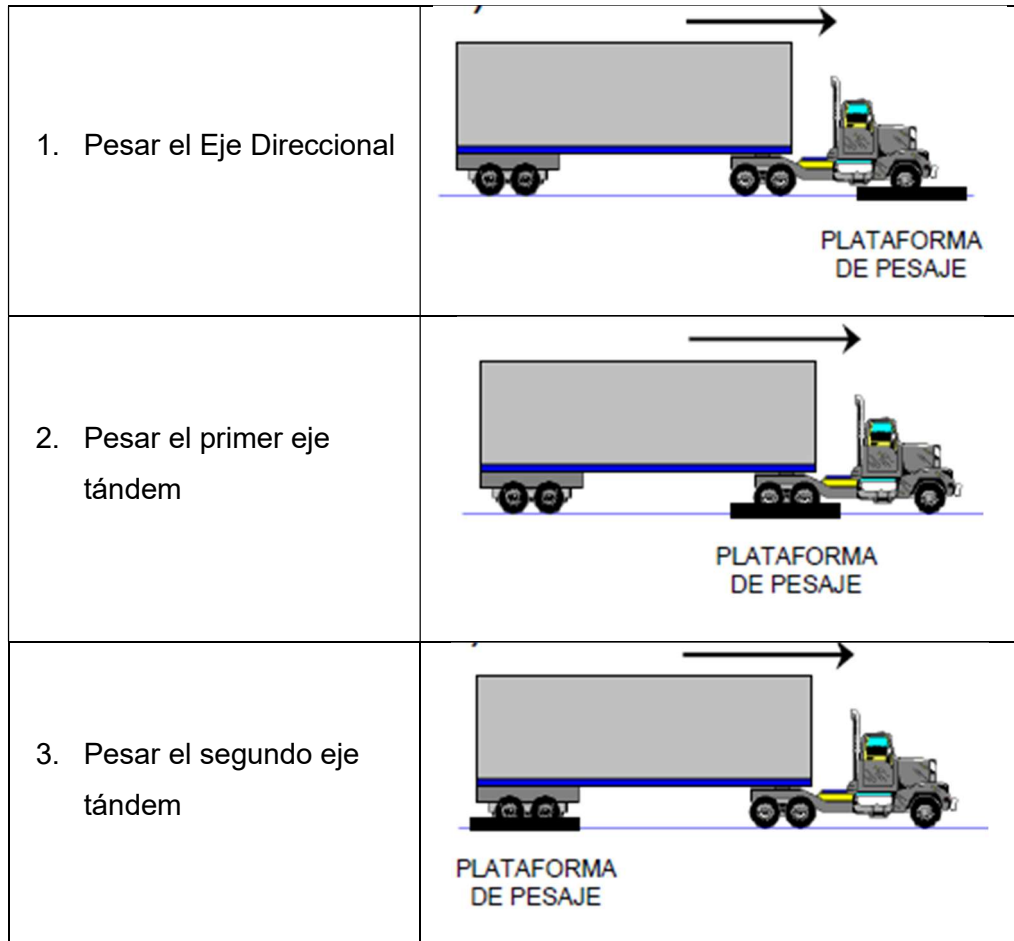
Este tipo de sistema se debe ubicar en una superficie sin pendientes, de forma paralela a la carretera, con un espacio suficientemente amplio en donde los vehículos maniobran con total libertad al momento de realizar el control de pesos, también es necesario contar con áreas amplias para parqueo de los vehículos que presenten problemas (sobrepeso, desbalance de carga o sobredimensión), así antes de reincorporarse a la ruta corregirán el problema que manifiestan.



Figura N° 2.23 Infraestructura de una estación de pesaje por eje
Fuente: Imagen Google Earth

Procedimiento de pesaje en este tipo de báscula:

En primer lugar, el vehículo debe reducir la velocidad significativamente antes de ingresar a la plataforma, e ir parando una vez ubicado el eje (simple, tándem o trídem) al centro de la plataforma de pesaje. En el siguiente cuadro se describe a modo de ejemplo el pesado por eje del vehículo tipo T3S2.



2.4.2 Sistema de pesaje dinámico

El pesaje dinámico también conocido como pesaje en movimiento (WIN – Weigh In Motion); se define como el proceso de medir un vehículo mientras esta en movimiento, con el fin de determinar el peso estático equivalente del vehículo. La operación consiste en medir las fuerzas de impacto o cargas dinámicas de los vehículos sobre el pavimento mientras los vehículos circulan por la carreta a su velocidad normal.

Este sistema es utilizable para evaluar el peso bruto del vehículo y la carga por eje del conjunto de ejes del vehículo; existe diferentes factores que influencia en

el pesaje de los vehículos en movimiento como la curvatura de la carreta, la dinámica de los vehículos, el plano de la calzada de la carreta, la uniformidad de los sensores, etc.

En el Perú el uso principal del pesaje dinámico, ubicada en la calzada de la carretera, es para preseleccionar los camiones sobrecargados que posteriormente pasara a un pesaje estático para comprobar si la carga transportada cumple con los requerimientos legales permitidos del Reglamento Nacional de Vehículos.

2.4.2.1 Sistema de pesaje dinámico fijo

El sistema de pesaje en movimiento fijo, utiliza dos sensores piezoeléctricos y una espira por carril. Los sensores son instalados en la calzada de la carretera con una resina epóxica de secado rápido, debido a que tiene una buena duración de tiempo de vida; además, el sistema cuenta con un sistema central o estación central, el cual recibe información del conjunto de detectores inteligentes, para inmediatamente realizar los cálculos correspondientes, mediante algoritmos matemáticos, conservado toda la información en una tarjeta de memoria.

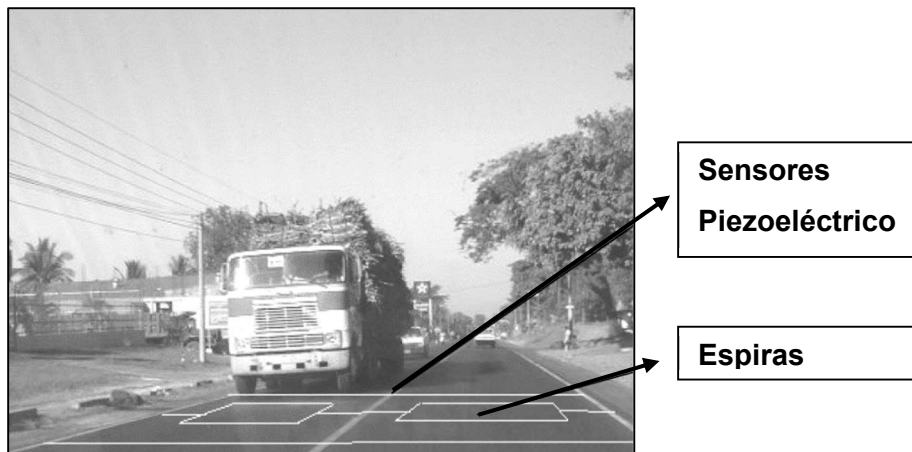


Figura N° 2.24 Pesaje dinámico fijo

Fuente: Implementación y modernización en los sistemas de pesajes, para el mejor control de unidades vehiculares con carga pesada que transitan sobre la red vial de Guatemala

2.4.2.2 Sistema de pesaje dinámico móvil

El pesaje móvil tiene la ventaja de instalarse en diferentes puntos de la calzada de la red vial nacional, por tener una instalación y retirada rápida y sencilla de la calzada de la carretera. El sistema consta de dos placas de pesaje, conectados a una unidad eléctrica transforma las señales análogas a medidas digitales que

le permite determinar los pesos digitales para posteriormente transmitir las mediciones de los ejes, a través de una interfaz a un computador portátil, donde se ejecuta un programa o algoritmo de evaluación de pesos.

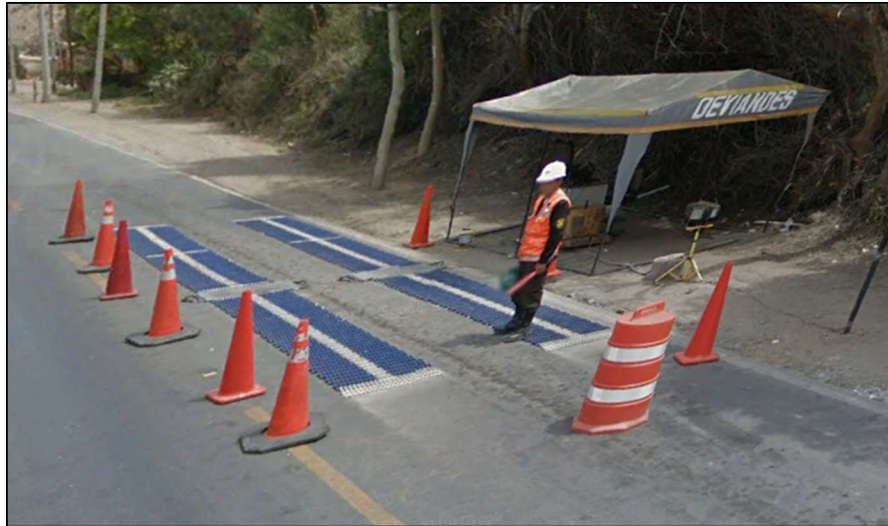


Figura N° 2.25 Pesaje dinámico móvil
Fuente: Imagen Google Earth

CAPÍTULO III: CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS – ESTACIÓN DE PESAJE SERPENTÍN DE PASAMAYO SUR

3.1 ESTACIONES DE PESAJE EN EL PERÚ

3.1.1 Carreteras concesionadas

A la fecha, el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN), supervisa 16 contratos de concesión de carreteras a nivel nacional; y, las estaciones de pesaje forman parte de los bienes reversibles de la concesión.



Figura N° 3.1 Carreteras concesionadas
Fuente: OSITRAN

1. Empalme 1B – Buenos Aires – Canchaque
2. IIRSA Norte – Tramo Vial: Paita – Yurimaguas
3. Tramo Vial: Mocupe – Cayaltí – Oyotún
4. Autopista del Sol: Tramo Vial: Trujillo – Sullana
5. Longitudinal de la Sierra – Tramo 2: Ciudad de Dios – Cajamarca – Chiple – Cajamarca – Trujillo – Dv. Chilete – Emp. PE-3N
6. Red Vial N° 4 – Tramo Vial: Pativilca – Santa – Trujillo y Puerto Salaverry
7. Red Vial N° 5 – Tramo Vial: Ancón – Huacho – Pativilca
8. Tramo Vial: Óvalo Chancay/ Dv. Variante Pasamayo – Huaral – Acos
9. IIRSA Centro – Tramo 2: Pte. Ricardo Palma – La Oroya – Huancayo y La Oroya – Dv. Cerro de Pasco
10. Red Vial N° 6 – Tramo Vial: Puente Pucusana – Cerro Azul – Ica
11. IIRSA Sur – Tramo 1: San Juan de Marcona – Urcos
12. IIRSA Sur – Tramo 2: Urcos – Inambari
13. IIRSA Sur – Tramo 3: Inambari – Iñapari
14. IIRSA Sur – Tramo 4: Inambari – Azángaro
15. IIRSA Sur – Tramo 5: Matarani – Azángaro – Ilo
16. Tramo Vial: Dv. Quilca – Dv. Arequipa (Repartición) – Dv. Matarani – Dv. Moquegua – Dv Ilo – Tacna – La Concordia

El área de concesión, comprende la franja de territorio de dominio público ubicado dentro del Derecho de Vía, que será entregado al CONCESIONARIO para la ejecución de obras y explotación de la infraestructura vial y la prestación de servicios para efectos de concesión. En el contrato de concesión del tramo 2 IIRSA Centro, especifica que dentro de la franja se encuentra la carretera, sus accesos y obras complementarias tales como obras de arte, drenaje, muros de contención, señalización, veredas, puentes, etc.; también los servicios y zonas de seguridad, las áreas destinadas a las unidades de peaje y **estaciones de pesaje**, así como las áreas destinadas para la habilitación de los servicios obligatorios.

3.1.2 Estaciones de pesajes concesionadas

Las estaciones de pesaje concesionadas en el Perú, son aquellas estaciones que se encuentran a lo largo del segmento de la carretera Nacional concesionada; las estaciones de pesaje que cuentan con certificado de calibración emitida por INACAL, se detalla en el cuadro siguiente.

Tabla 3.1 Estaciones de pesaje concesionadas (Fija y Móvil), con certificado de calibración

N°	Nombre Estación	Localización / Dirección	Pesaje Fija / Móvil	Tipo de Balanza
1	EP. Utcubamba (Bagua)	Carretera Fernando Belaunde Terry km 204 El Triunfo - El Milagro - Utcubamba - Amazonas	Fija	Simple
2	EPM N° Izcuchaca	Carretera Puquio - Abancay Km. 294+150 San Miguel de Mestizas - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac	Fija	Simple
3	EP. Uchumayo	Carretera Uchumayo - Arequipa km. 38+332	Fija	Simple

N°	Nombre Estación	Localización / Dirección	Pesaje Fija / Móvil	Tipo de Balanza
	(Arequipa)	La Joya - Arequipa		
4	EPM N° 18 Yura	Carretera Yura Patahuasi km. 71 Quiscos - Yura - Arequipa	Móvil	Simple
5	EPM N° Anta	Carretera Abancay - Cuzco Km. 930+760 Yanama - Ayllumayo - Ancahuasi - Anta - Cuzco	Fija	Simple
6	Quincemil	Pto Maldonado (Inambari) - Cusco	Fija	Simple
7	EP. Ica	Panamericana Sur km. 273+500 Villacuri - Salas - Ica	Fija	Simple
8	EP. Nazca	Carretera de Penetración Nazca - Puquio Km. 9+175 Cerro Blanco/Sauzal - Nazca - Ica	Fija	Simple
9	EP. Serpentín de Pasamayo-Norte	Panamericana Norte km. 47.2 Ancón - Lima	Fija	Doble
10	EP. Serpentín de Pasamayo-Sur	Panamericana Norte km. 47.2 Ancón - Lima	Fija	Doble
11	EP. Cerro Azul Norte	Panamericana Sur km. 127 Cerro Azul - Cañete - Lima	Fija	Doble
12	EP. Cerro Azul Sur	Panamericana Sur km. 127+200 Cerro Azul - Cañete - Lima	Fija	Doble
13	EP. Cocachacra	Carretera Central km. 52+200 Cocachacra - Huarochirí - Lima	Fija	Simple
14	EP. Ccatuyo Grande Ascendente	Carretera Inambari - Azángaro Km. 125 Ccatuyo Grande - San Antón - Azángaro - Puno	Fija	Doble
15	EP. Ccatuyo Grande Descendente	Carretera Inambari - Azángaro Km. 125+500 Ccatuyo Grande - San Antón - Azángaro - Puno	Fija	Doble

Fuente: Estaciones de Pesaje Fija y Móviles que cuentan con el Certificado de Calibración emitido por INACAL al 05.01.2017

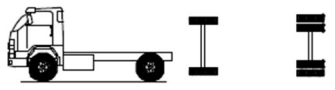
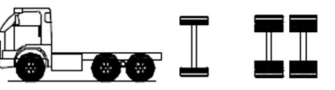
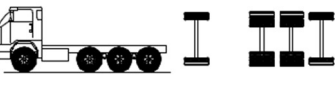
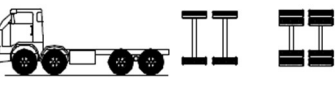
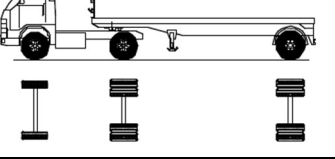
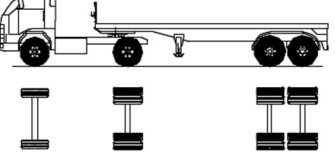
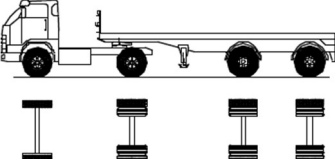
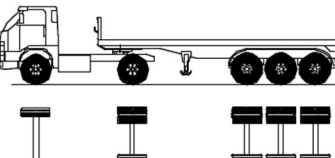
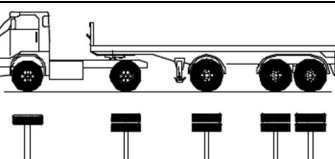
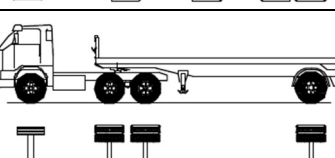
3.2 CLASIFICACIÓN VEHICULAR PERUANA

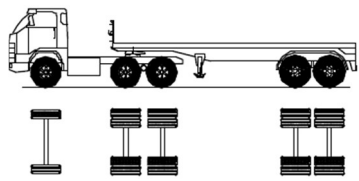
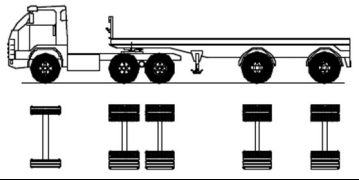
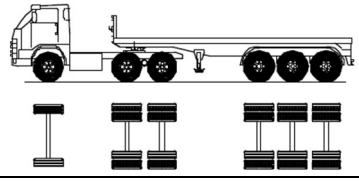
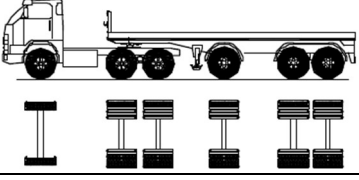
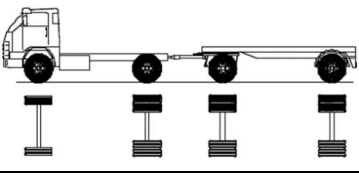
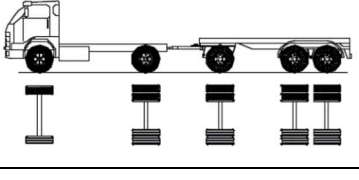
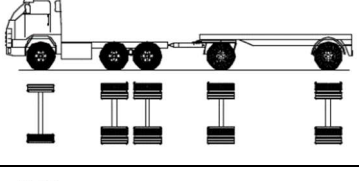
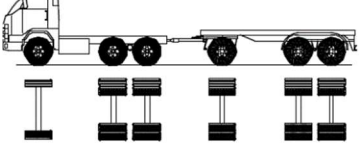
Mediante Decreto Supremo N° 058-2003-MTC el Ministerio de Transportes y Comunicaciones aprueba el Reglamento Nacional de Vehículos, que clasifica la flota vehicular nacional en cuatro categorías [14]:

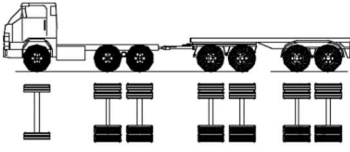
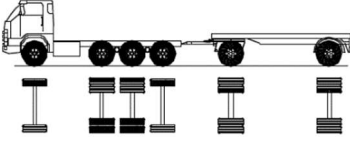
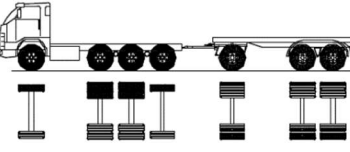
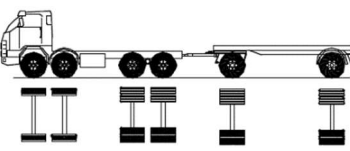
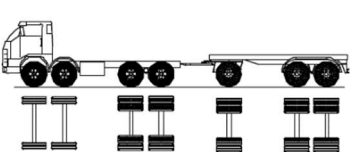
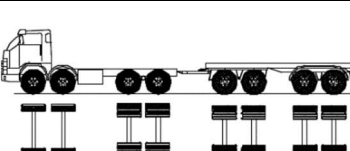
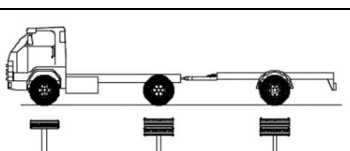
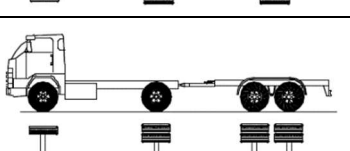
- ✓ **Categoría L:** Son vehículos automotores con menos de cuatro ruedas
- ✓ **Categoría M:** Son vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñado y construido para el transporte de pasajeros.
- ✓ **Categoría N:** Son vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñado y construido para el transporte de mercancía.
- ✓ **Categoría O:** Son remolque (incluidos semirremolques).

Asimismo, en el anexo IV del reglamento nacional de vehículos se detalla la configuración vehicular, en el cual también se especifica el peso máximo permitido por eje o conjunto de ejes.

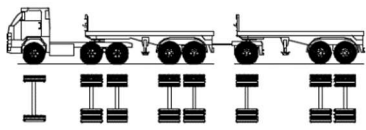
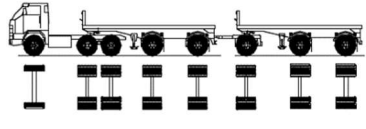
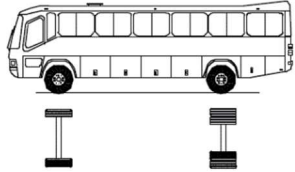
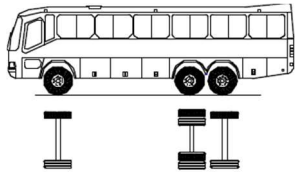
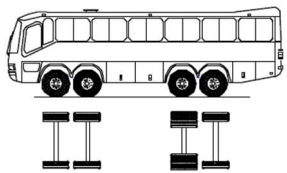
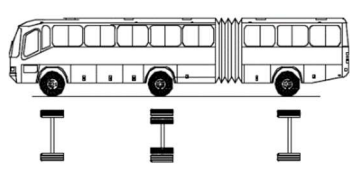
Tabla 3.2 Pesos y medidas máximas permitidas

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12.3	7	11	-	-	-	18
C3		13.2	7	18	-	-	-	25
C4		13.2	7	23 ⁽¹⁾	-	-	-	30
8x4		13.2	7+7 ⁽⁵⁾	18	-	-	-	32
T2S1		20.25	7	11	11	-	-	29
T2S2		20.25	7	11	18	-	-	36
T2Se2		20.25	7	11	11	11	-	40
T2S3		20.25	7	11	25	-	-	43
T2Se3		20.25	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	-	47
T3S1		20.25	7	18	11	-	-	36

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T3S2		20.25	7	18	18	-	-	43
T3Se2		20.25	7	18	11	11	-	47
T3S3		20.25	7	18	25	-	-	48 ⁽²⁾
T3Se3		20.25	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	-	48 ⁽²⁾
C2R2		23	7	11	11	11	-	40
C2R3		23	7	11	11	18	-	47
C3R2		23	7	18	11	11	-	47
C3R3		23	7	18	11	18	-	48 ⁽²⁾

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C3R4		23	7	18	18	18	-	48 ⁽²⁾
C4R2		23	7	23 ⁽¹⁾	11	11	-	48 ⁽²⁾
C4R3		23	7	23 ⁽¹⁾	11	18	-	48 ⁽²⁾
8x4R2		23	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	11	-	48 ⁽²⁾
8x4R3		23	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	18	-	48 ⁽²⁾
8x4R4		23	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	18	-	48 ⁽²⁾
C2RB1		20.5	7	11	11	-	-	29
C2RB2		20.5	7	11	18	-	-	36

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C3RB1		20.5	7	18	11	-	-	36
C3RB2		20.5	7	18	18	-	-	43
C4RB1		20.5	7	23 ⁽¹⁾	11	-	-	41
C4RB2		20.5	7	23 ⁽¹⁾	18	-	-	48
8x4RB1		20.5	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	-	-	43
8x4RB2		20.5	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	-	-	48 ⁽²⁾
T3S2S2		23	7	18	18	18	-	48 ⁽²⁾
T3Se2Se 2		23	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11 + 11 ⁽³⁾	-	48 ⁽²⁾

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T3S2S1S 2		23	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2S 1 Se2		23	7	18	11 + 11 ⁽³⁾	11	11 + 11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾
B2		13.2	7	11	-	-	-	18
B3-1		14	7	16	-	-	-	23
B4-1		15	7+7 ⁽⁵⁾	16	-	-	-	30
BA-1		18.3	7	11	7	-	-	25

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos (DS N° 058-2003-MTC)





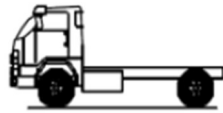
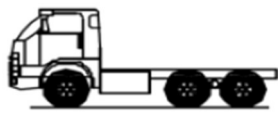
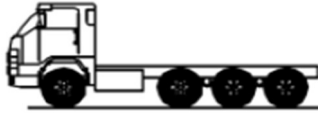
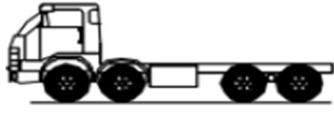
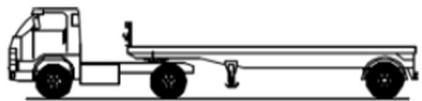

- (1) Conjunto de ejes con eje direccional
- (2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por eje
- (3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre de ruedas es superior a 2,40 m
- (4) Eje direccional
- (5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1,70 m

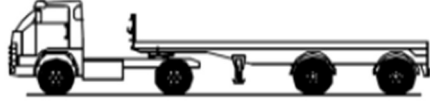

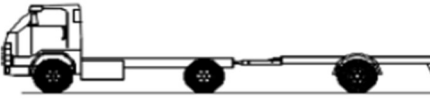
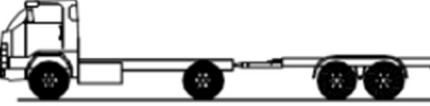
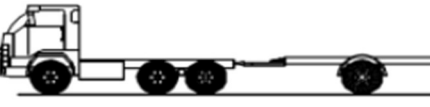
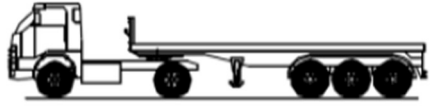


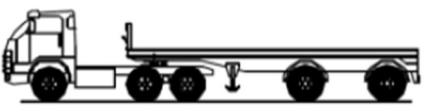

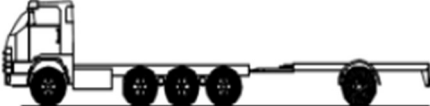
3.3 CLASIFICACIÓN VEHICULAR PERUANA SEGÚN FHWA

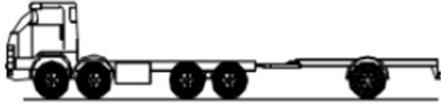


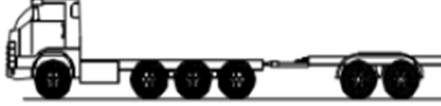
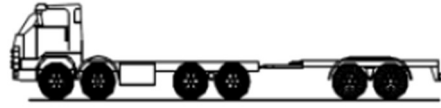
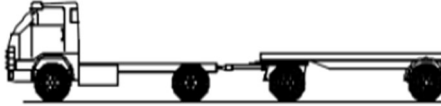
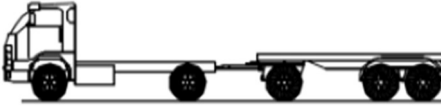
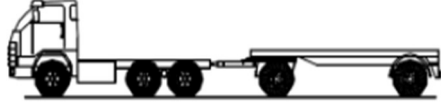
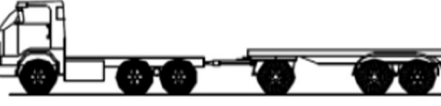

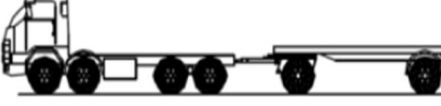
Para determinar los espectros de carga basado en la guía mecanístico - empírico, es necesario adecuar la clasificación peruana de vehículos según la

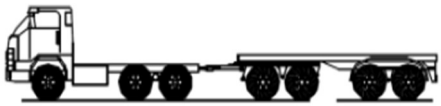
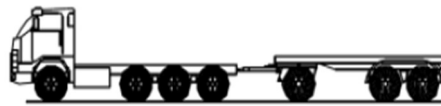
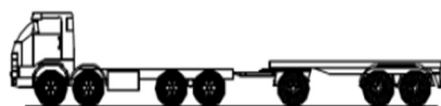




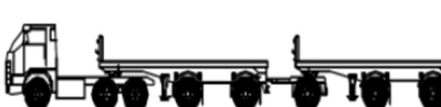
clasificación FHWA; el resultado es de acuerdo a como se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 3.3 Clasificación vehicular peruana según FHWA

Reglamento Nacional de Vehículos (DS N° 058-2003-MTC)			Clasificación Según FHWA	
Configuración Vehicular	Números de ejes	Descripción Gráfica de los vehículos	Clase	Descripción
B2	2		C04	Buses
B3-1	3			
B4-1	4			
BA-1	3			
C2	2		C05	Camiones de dos ejes, seis llantas y una sola unidad
C3	3		C06	Camiones de una unidad de tres ejes
C4	4		C07	Camiones de cuatro o más ejes de una sola unidad
8x4	4			
T2S1	3		C08	Camiones de un remolque de cuatro o menos ejes
T2S2	4			

Reglamento Nacional de Vehículos (DS N° 058-2003-MTC)			Clasificación Según FHWA	
Configuración Vehicular	Números de ejes	Descripción Gráfica de los vehículos	Clase	Descripción
T2Se2	4			
T3S1	4			
C2RB1	3			
C2RB2	4			
C3RB1	4			
T2S3	5		C09	Camión de un solo remolque de cinco ejes
T2Se3	5			
T3S2	5			
T3Se2	5			
C3RB2	5			
C4RB1	5			

Reglamento Nacional de Vehículos (DS N° 058-2003-MTC)			Clasificación Según FHWA	
Configuración Vehicular	Números de ejes	Descripción Gráfica de los vehículos	Clase	Descripción
8x4RB1	5			
T3S3	6		C10	Camiones de un solo remolque de seis o más ejes
T3Se3	6			
C4RB2	6			
8x4RB2	6			
C2R2	4				C11	Camiones de remolque múltiple de cinco o menos ejes
C2R3	5			
C3R2	5			
C3R3	6		C12	Camiones de remolque múltiple de seis ejes
C4R2	6			
8x4R2	6			

Reglamento Nacional de Vehículos (DS N° 058-2003-MTC)			Clasificación Según FHWA	
Configuración Vehicular	Números de ejes	Descripción Gráfica de los vehículos	Clase	Descripción
C3R4	7		C13	Camiones de remolque múltiple de siete o más ejes
C4R3	7			
8x4R3	7			
8x4R4	8			
T3S2S2	7			
T3Se2Se2	7			
T3S2S1S2	8			
T3Se2S1Se2	8			

Fuente: Elaboración propia

3.4 INFORMACIÓN DISPONIBLE DE TRÁFICO EN PERÚ

En la presente investigación, a efecto de obtener información, se tramito oficios desde la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería a entidades como la Dirección General de Concesiones en Transportes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, a la empresa Concesionaria y a la SUTRAN.

3.4.1 CONCESIONARIA

En los contratos de concesión se detalla que el mantenimiento de las instalaciones de control de pesos y dimensiones (estaciones de pesaje) y **la recolección de los datos**, así como el personal necesario, se realiza por cuenta de la SOCIEDAD CONCESIONARIA a lo largo de toda la concesión.

La información registrada en las estaciones de pesaje, lo conserva la SOCIEDAD CONCESIONARIA, y no está en la obligación de brindar información a terceros; razón por el cual, en el Perú no se cuenta con una adecuada gestión de la información de tráfico a nivel nacional.

3.4.2 PROVIAS

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) conjuntamente con el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS Nacional), mensualmente ponen a disposición el informe técnico de Flujo Vehicular por Unidades de Peaje, con fines de planeamiento y políticas de transportar y registrar la actividad y el desarrollo económico de las regiones.

La información de PROVIAS Nacional, se encuentra clasificada en vehículos ligeros y vehículos pesados y este último se encuentra clasificados por el número de ejes, donde la fuente de la información son las unidades de peaje.

Variable	Ponderación	Var. % 2018/2017
	(Año Base 2007=100,0)	Junio
<u>Índice Nacional del Flujo Vehicular</u>	<u>100.0</u>	<u>4.0</u>
Índice del Flujo de Vehículos Pesados	55,6	4,6
Índice del Flujo de Vehículos Pesados de Carga (3 a 7 ejes)	33,2	4,8
Índice del Flujo de Vehículos Ligeros	44,4	3,5

Figura N° 3.2 Índice Nacional de Flujo Vehicular
Fuente: INEI, Informe Técnico N° 08-agosto 2018, flujo vehicular por unidades de peaje

La clasificación de vehículos pesados es por número de ejes, que no permite determinar la configuración de tipos de ejes (simple, tándem y trídem) del vehículo.

3.4.3 SUTRAN

La Sub Dirección de Fiscalización de Vehículos es la Unidad de la SUTRAN encargada de fiscalizar y controlar el cumplimiento de la normatividad de sobre pesos, medidas y autorizaciones del transporte terrestre de competencia nacional.

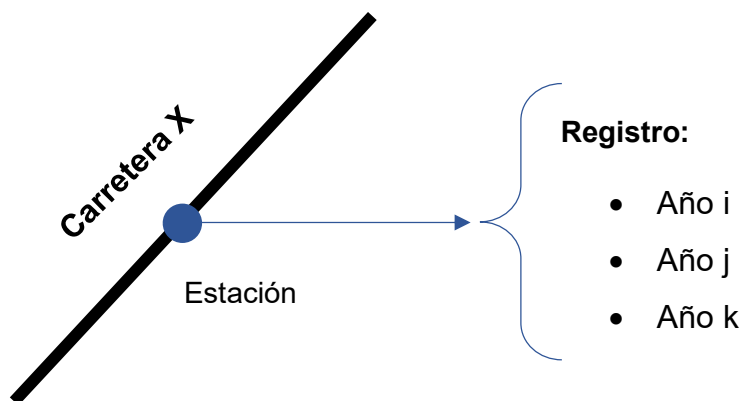
En el contexto de la función fiscalizadora de SUTRAN, la información de acceso público solo corresponde a los vehículos que incumplieron la normativa vigente del Reglamento Nacional de Vehículos.

CAPÍTULO IV: CARACTERIZACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA

En el presente capítulo, se desarrolla el procedimiento para determinar los espectros de carga y parámetros específicos que requiere el software AASHTOWare; para lo cual es necesario información de años anteriores al año de diseño, asimismo información de carreteras con características similares a la carretera en estudio.

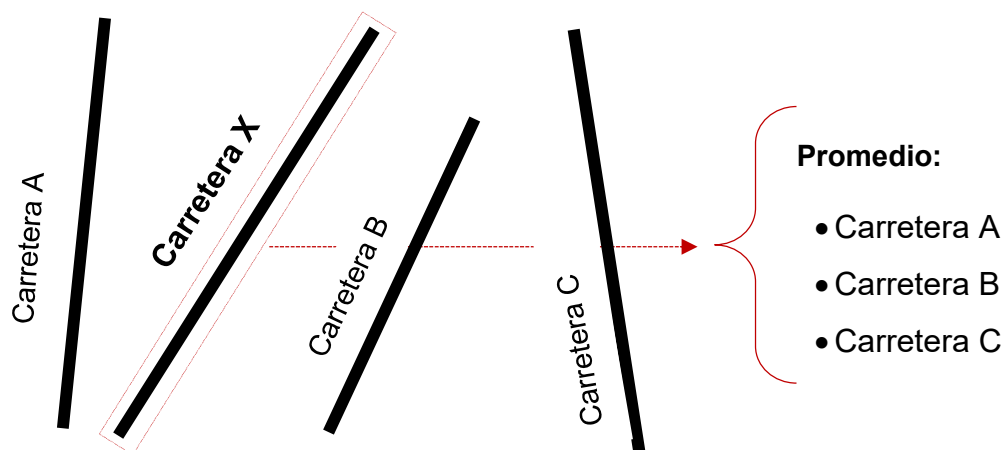
Nivel 1:

Los datos de tráfico de nivel 1, se obtienen al promediar los datos obtenidos por año. Por ejemplo, el tránsito medio diario anual inicial de camiones para la carretera X, será el resultado de promediar el tránsito medio diario anual de camiones de los años i, j y k. Los años a promediar lo definirá el especialista, por la similitud y/o dispersión de los valores.



Nivel 2:

Los datos de tráfico de nivel 2, es el promedio de datos de las carreteras que se encuentran dentro de la misma región. Por ejemplo, el tránsito medio diario anual inicial de camiones de la carretera X, sería el resultado de promediar el tránsito medio diario anual de camiones de las carreteras A, B y C. El especialista definirá las carreteras a considerar para el análisis, por la similitud de sus características con la carretera en estudio.



Los datos de tráfico que fueron estudiados en la presente investigación, para la estación de pesaje Serpentín de Pasamayo, son aquellos que se detallan en el cuadro siguiente.

Información	Datos de Tráfico - AASHTOWare	Nivel de Dato
Conteo Vehicular (AVC)	Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones (AADTT)	Nivel 1
	Distribución Normalizada de Camiones	Nivel 1
	Porcentaje de Camiones en la Dirección de Diseño (DDF)	Nivel 1
	Porcentaje de Camiones en el Carril de Diseño (LDF)	Nivel 3
	Factores de Distribución Mensual (MAF)	Nivel 1
Estación de Pesaje (WIN)	Factores de Distribución Horario (HDF)	Nivel 1
	Espectro de Carga	Nivel 1

4.1 ESTACIÓN DE PESAJE ANÁLIZADA

La estación en estudio fue la estación de pesaje **SEPERTÍN DE PASAMAYO SUR**. Con apoyo de la empresa peruana GyM que constituye el consorcio NORVIAL, encargada administra la Red Vial N° 5. Se obtuvo información de tipo conteo vehicular (AVC) y peso de vehículo por eje (WIN).

Ubicación:

La estación de pesaje Serpentín de Pasamayo, la misma que cuenta con calibración de INACAL, se encuentra en el kilómetro 47 + 200 de la Panamericana Norte (Ancón – Pativilca), ubicada en el distrito de Ancón, Provincia de Lima, Departamento Lima, como se aprecia en la figura N° 4.1.

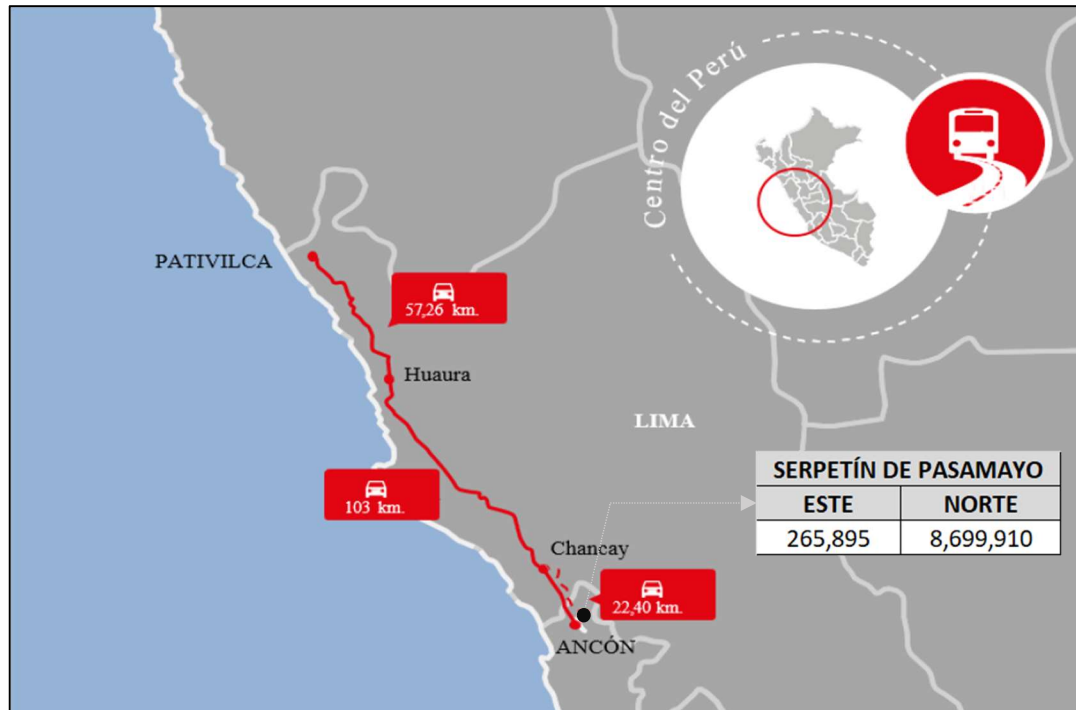


Figura N° 4.1 Ubicación estación de Pesaje Serpentin de Pasamayo
Fuente: Memoria Institucional de OSITRAN 2016

4.2 INFORMACIÓN OBTENIDA

La información fue solicitada a la empresa concesionaria NORVIAL, ubicada en la Av. Paseo de la Republica 4675, Surquillo-Lima; “información registrada en la estación de pesaje, precisión de pesos por eje y conteo y clasificación vehicular, correspondiente a los últimos seis (06) años (2013-2019) de la estación de pesaje Serpentin de Pasamayo”.

4.2.1 Información de Tipo AVC

La concesionaria remitió información de tipo de AVC en el sentido Norte y Sur clasificada por tipo de vehículo (según la clasificación peruana), por año y meses según se detalla:

- **AÑO 2013:** ene, feb, mar, abr, may, jun, jul, ago, set, oct, nov y dic
- **AÑO 2014:** ene, ago, set, oct, nov y dic
- **AÑO 2015:** ene, feb, mar, abr, may, jun, jul, ago, set, oct, nov y dic
- **AÑO 2016:** ene, feb, mar, abr, may, jun, jul, ago, set, oct, nov y dic
- **AÑO 2017:** ene, feb, mar, abr, may, jun, jul, ago, set, oct, nov y dic
- **AÑO 2018:** ene, feb, mar, abr, may, jun, jul, oct, nov y dic
- **AÑO 2019:** feb, mar, abr, may, jun y jul

El formato de la información recibida, es de acuerdo como se muestra en el siguiente encabezado.

TIPOS	MES: AGOSTO 2013												
	1	2	3	4	5	...	25	26	27	28	29	30	31

4.2.2 Información de Tipo WIN

La concesionaria remitió información de tipo WIN en el sentido Sur, correspondiente al año 2013; clasificada por tipo de vehículo, con detalle de peso por eje; en formato de acuerdo como se muestra en el siguiente encabezado.

REG_PES	PLACA	FECHA	HORA	VELOCIDAD	TIPO VEHICULAR	EXCESO EJE	EXCESO PB	ESTACIÓN	PESO EJE-1	PESO EJE-2	PESO EJE-3	PESO EJE-4	PESO EJE-5	PESO EJE-6	PESO EJE-7	PESO EJE-8
---------	-------	-------	------	-----------	----------------	------------	-----------	----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

4.3 GENERACIÓN DE ESPECTRO DE CARGA

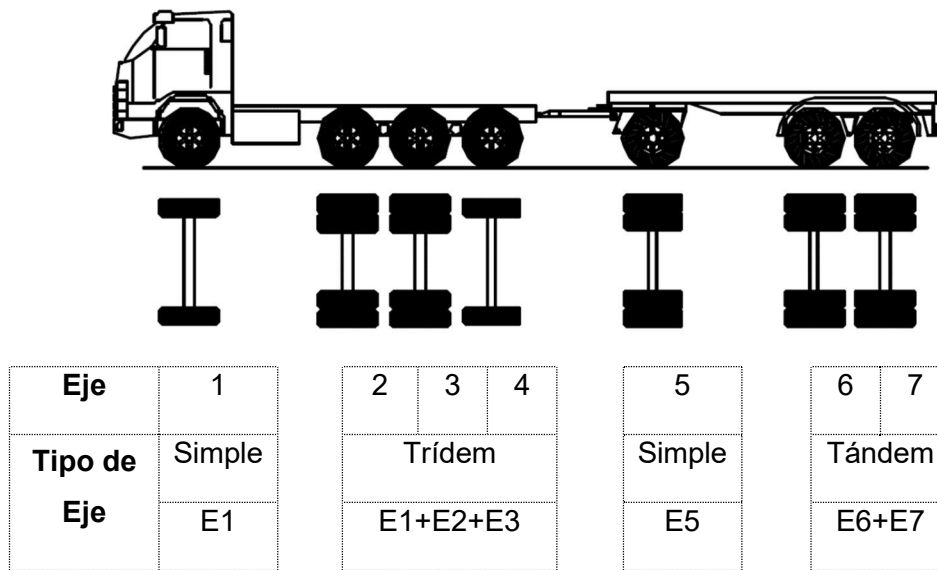
Para la elaboración de los espectros de carga según el tipo de vehículo y tipo de eje, a fin de optimizar el proceso, se definió una secuencia de pasos secuenciales.

4.3.1 Identificar tipos de ejes

La estación de pesaje registra el peso de los ejes independientemente; por ello es necesario identificar la configuración de eje (simples, tándem y/o tridem) que posee el vehículo. A modo de ejemplo, en la estación de pesaje Serpentin de Pasamayo Sur, para el vehículo C4R3, se registra la información de acuerdo a como se detalla:

REG_PES	PLACA	FECHA	HORA	VELOCIDAD	TIPO VEHICULAR	EXCESO EJE	EXCESO PB	ESTACIÓN	PESO EJE-1	PESO EJE-2	PESO EJE-3	PESO EJE-4	PESO EJE-5	PESO EJE-6	PESO EJE-7	PESO EJE-8
4803	V3W864	03/01/2013	04:07	2.5	C4R3	0.31	0	PASAMAYO	7.31	8.78	8.96	1.54	9.3	5.93	5.77	0

El vehículo C4R3 consta de 7 ejes independientes, el primer eje (eje direccional) es un tipo de eje simple, los ejes independientes 2, 3 y 4 forman un tipo de eje tridem, el eje 5 es un tipo de eje simple y los ejes 6 y 7 forman un tipo de eje tándem.



Se adecuó la plantilla Excel, a fin que determine la configuración de ejes del vehículo registrado en la estación de pesaje. La configuración de ejes de los vehículos que se encuentran en la clasificación peruana, se detalla en el anexo 2.

4.3.2 Clasificación Vehicular FHWA

Se adecuó la plantilla Excel, de acuerdo a lo descrito en la sección 3.3 de la presente investigación, a fin que identifique el vehículo registrado en la estación de pesaje según la clasificación FHWA.

REG_PES	PLACA	FECHA	HORA	VELOCIDAD	TIPO VEHICULAR	EXCESO EJE	EXCESO PB	ESTACIÓN	PESO EJE-1	...	PESO EJE-8	FHWA
4803	V3W864	03/01/2013	04:07	2.5	C4R3	0.31	0	PASAMAYO	7.31	...	0	C13

4.3.3 Espectro de Carga

Para generar espectros de carga por tipo de vehículo (clasificación FHWA) y por tipo de eje (eje simple, eje tándem y eje trídem), es necesario definir los intervalos de carga.

Ejes simples: la guía de diseño mecánico - empírico; establece que la carga considerada para el eje simple, se encuentra de 3,000 lb (1.36 ton) a 40,000 lb (18.14 ton) considerando intervalos de 1,000 lb (0.45 ton) para la generación de espectros de carga.

Ejes tándem: la guía de diseño mecánico - empírico; establece que la carga considerada para el eje tándem, se encuentra de 6,000 lb (2.72 ton) a 80,000 lb (36.29 ton) considerando intervalos de 2,000 lb (0.90 ton) para la generación de espectros de carga.

Ejes trídem: la guía de diseño mecánico - empírico; establece que la carga considerada para el eje trídem, se encuentra de 12,000 lb (5.44 ton) a 102,000 lb (46.27 ton) considerando intervalos de 2,000 lb (1.35 ton) para la generación de espectros de carga.

Tabla 4.1 Carga mínima, máxima y promedio de los intervalos de carga según el tipo de eje

EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRIDEM		
Carga Mínima (Ton.)	Carga Máxima (Ton.)	Carga Promedio (Ton.)	Carga Mínima (Ton.)	Carga Máxima (Ton.)	Carga Promedio (Ton.)	Carga Mínima (Ton.)	Carga Máxima (Ton.)	Carga Promedio (Ton.)
0.00	1.35	0.68	0.00	2.70	1.35	0.00	5.40	2.70
1.35	1.80	1.58	2.70	3.60	3.15	5.40	6.75	6.08
1.80	2.25	2.03	3.60	4.50	4.05	6.75	8.10	7.43
2.25	2.70	2.48	4.50	5.40	4.95	8.10	9.45	8.78
2.70	3.15	2.93	5.40	6.30	5.85	9.45	10.80	10.13
3.15	3.60	3.38	6.30	7.20	6.75	10.80	12.15	11.48
3.60	4.05	3.83	7.20	8.10	7.65	12.15	13.50	12.83
4.05	4.50	4.28	8.10	9.00	8.55	13.50	14.85	14.18
4.50	4.95	4.73	9.00	9.90	9.45	14.85	16.20	15.53
4.95	5.40	5.18	9.90	10.80	10.35	16.20	17.55	16.88
5.40	5.85	5.63	10.80	11.70	11.25	17.55	18.90	18.23
5.85	6.30	6.08	11.70	12.60	12.15	18.90	20.25	19.58
6.30	6.75	6.53	12.60	13.50	13.05	20.25	21.60	20.93
6.75	7.20	6.98	13.50	14.40	13.95	21.60	22.95	22.28
7.20	7.65	7.43	14.40	15.30	14.85	22.95	24.30	23.63
7.65	8.10	7.88	15.30	16.20	15.75	24.30	25.65	24.98
8.10	8.55	8.33	16.20	17.10	16.65	25.65	27.00	26.33
8.55	9.00	8.78	17.10	18.00	17.55	27.00	28.35	27.68
9.00	9.45	9.23	18.00	18.90	18.45	28.35	29.70	29.03
9.45	9.90	9.68	18.90	19.80	19.35	29.70	31.05	30.38
9.90	10.35	10.13	19.80	20.70	20.25	31.05	32.40	31.73
10.35	10.80	10.58	20.70	21.60	21.15	32.40	33.75	33.08
10.80	11.25	11.03	21.60	22.50	22.05	33.75	35.10	34.43
11.25	11.70	11.48	22.50	23.40	22.95	35.10	36.45	35.78
11.70	12.15	11.93	23.40	24.30	23.85	36.45	37.80	37.13
12.15	12.60	12.38	24.30	25.20	24.75	37.80	39.15	38.48
12.60	13.05	12.83	25.20	26.10	25.65	39.15	40.50	39.83
13.05	13.50	13.28	26.10	27.00	26.55	40.50	41.85	41.18
13.50	13.95	13.73	27.00	27.90	27.45	41.85	43.20	42.53
13.95	14.40	14.18	27.90	28.80	28.35	43.20	44.55	43.88
14.40	14.85	14.63	28.80	29.70	29.25	44.55	45.90	45.23
14.85	15.30	15.08	29.70	30.60	30.15	45.90	47.25	46.58
15.30	15.75	15.53	30.60	31.50	31.05			
15.75	16.20	15.98	31.50	32.40	31.95			
16.20	16.65	16.43	32.40	33.30	32.85			
16.65	17.10	16.88	33.30	34.20	33.75			
17.10	17.55	17.33	34.20	35.10	34.65			

EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRIDEM		
Carga Mínima (Ton.)	Carga Máxima (Ton.)	Carga Promedio (Ton.)	Carga Mínima (Ton.)	Carga Máxima (Ton.)	Carga Promedio (Ton.)	Carga Mínima (Ton.)	Carga Máxima (Ton.)	Carga Promedio (Ton.)
17.55	18.00	17.78	35.10	36.00	35.55			
18.00	18.45	18.23	36.00	36.90	36.45			

Fuente: Elaboración propia

La plantilla Excel, se adecuó para generar los espectros de carga de forma sistemática, evitando posible margen de error; a modo de ejemplo se elige el tipo de vehículo clase 10, para detallar el procedimiento en la obtención de espectro de carga.

Los vehículos de clase 10, identificados en la estación de pesaje Serpentin de Pasamayo Sur, son de acuerdo a como se detalla a continuación:

REG_PES	PLACA	FECHA	HORA	VELOCIDAD	TIPO VEHICULAR	EXCESO EJE	EXCESO PB	ESTACIÓN	PESO EJE-1	..	PESO EJE-8	FHWA
4234	D6G859	1/01/2013	0.259	3.9	T3S3	2.43	0	PASAMAYO	4.39	10.19	0	C10
5495	GRUA001	1/10/2013	17:42	3.2	8X4RB2	10.31	7.13	PASAMAYO	7.78	8.11	0	C10
2878	D3B754	1/02/2013	08:30	4.5	T3SE3	5.83	0	PASAMAYO	4.57	9.55	0	C10

El tipo de vehículo C10, consta de tres tipos de ejes (eje simple, eje tándem y eje trídem); y, para cada tipo de eje se repite el siguiente procedimiento:

- Contar la cantidad de ejes que se encuentren dentro cierto intervalo. Para el eje simple, en el intervalo 0.00 ton a 1.35 ton, se contaron 26 ejes simples; para eje tándem, en el intervalo de 5.40 a 6.30 ton, se contaron 268 ejes tándem y para eje trídem, en el intervalo de 16.20 ton a 17.55 ton, se contaron 877 ejes trídem.
- Sumar la cantidad de ejes registradas por tipo de eje. Se obtuvo, un total de 102,467 ejes simples, 102,467 ejes tándem y 102,061 ejes trídem.
- Luego, calcular el porcentaje que representa la cantidad de ejes de cierto intervalo respecto al total. Para el tipo de eje simple, se obtiene que los ejes que se encuentran entre 0.00 a 1.35 ton representa el 0.03%.
- Finalmente, graficar las curvas de espectro de carga para cada tipo de vehículo y tipo de eje; así, logrando el espectro de carga de un año determinado.

La plantilla de trabajo, realiza un proceso iterativo desde el ítem a) hasta el ítem d) por tipo de eje y tipo de vehículo.

A continuación, se presenta el resultado de los valores y curva de espectro de carga, para el vehículo clase 10; el reporte completo de los valores y curva de espectros de carga de registrado en el año 2013 en la estación Serpentin de Pasamayo Sur, se detalla en el Anexo 3.

CAMION TIPO "C10"								
I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA								
EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRÍDEM		
Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	26	0.03	1.35	0	0.00	2.70	53	0.05
1.58	8	0.01	3.15	0	0.00	6.08	400	0.39
2.03	14	0.01	4.05	1	0.00	7.43	382	0.37
2.48	41	0.04	4.95	23	0.02	8.78	190	0.19
2.93	63	0.06	5.85	268	0.26	10.13	253	0.25
3.38	132	0.13	6.75	442	0.43	11.48	290	0.28
3.83	1095	1.07	7.65	233	0.23	12.83	329	0.32
4.28	11652	11.37	8.55	229	0.22	14.18	456	0.45
4.73	22273	21.74	9.45	205	0.20	15.53	633	0.62
5.18	28687	28.00	10.35	281	0.27	16.88	877	0.86
5.63	14052	13.71	11.25	449	0.44	18.23	1633	1.60
6.08	4842	4.73	12.15	865	0.84	19.58	4193	4.11
6.53	9459	9.23	13.05	1397	1.36	20.93	12067	11.82
6.98	8191	7.99	13.95	3015	2.94	22.28	22139	21.69
7.43	1691	1.65	14.85	4982	4.86	23.63	19816	19.42
7.88	203	0.20	15.75	7761	7.57	24.98	14732	14.43
8.33	30	0.03	16.65	10559	10.30	26.33	9763	9.57
8.78	4	0.00	17.55	12768	12.46	27.68	5050	4.95
9.23	1	0.00	18.45	16796	16.39	29.03	3571	3.50
9.68	0	0.00	19.35	20237	19.75	30.38	3307	3.24
10.13	2	0.00	20.25	13214	12.89	31.73	1377	1.35
10.58	0	0.00	21.15	5950	5.81	33.08	455	0.45
11.03	0	0.00	22.05	2126	2.07	34.43	86	0.08
11.48	0	0.00	22.95	521	0.51	35.78	8	0.01
11.93	0	0.00	23.85	118	0.12	37.13	1	0.00
12.38	1	0.00	24.75	25	0.02	38.48	0	0.00
12.83	0	0.00	25.65	5	0.00	39.83	0	0.00
13.28	0	0.00	26.55	5	0.00	41.18	0	0.00
13.73	0	0.00	27.45	1	0.00	42.53	0	0.00
14.18	0	0.00	28.35	0	0.00	43.88	0	0.00
14.63	0	0.00	29.25	0	0.00	45.23	0	0.00
15.08	0	0.00	30.15	0	0.00	46.58	0	0.00
15.53	0	0.00	31.05	0	0.00	TOTAL	102,061	
15.98	0	0.00	31.95	0	0.00			
16.43	0	0.00	32.85	0	0.00			
16.88	0	0.00	33.75	0	0.00			
17.33	0	0.00	34.65	0	0.00			
17.78	0	0.00	35.55	0	0.00			
18.23	0	0.00	36.45	0	0.00			
TOTAL	102,467		TOTAL	102,476				

Figura N° 4.2 Valores de espectro de carga del vehículo clase 10
Fuente: Elaboración propia

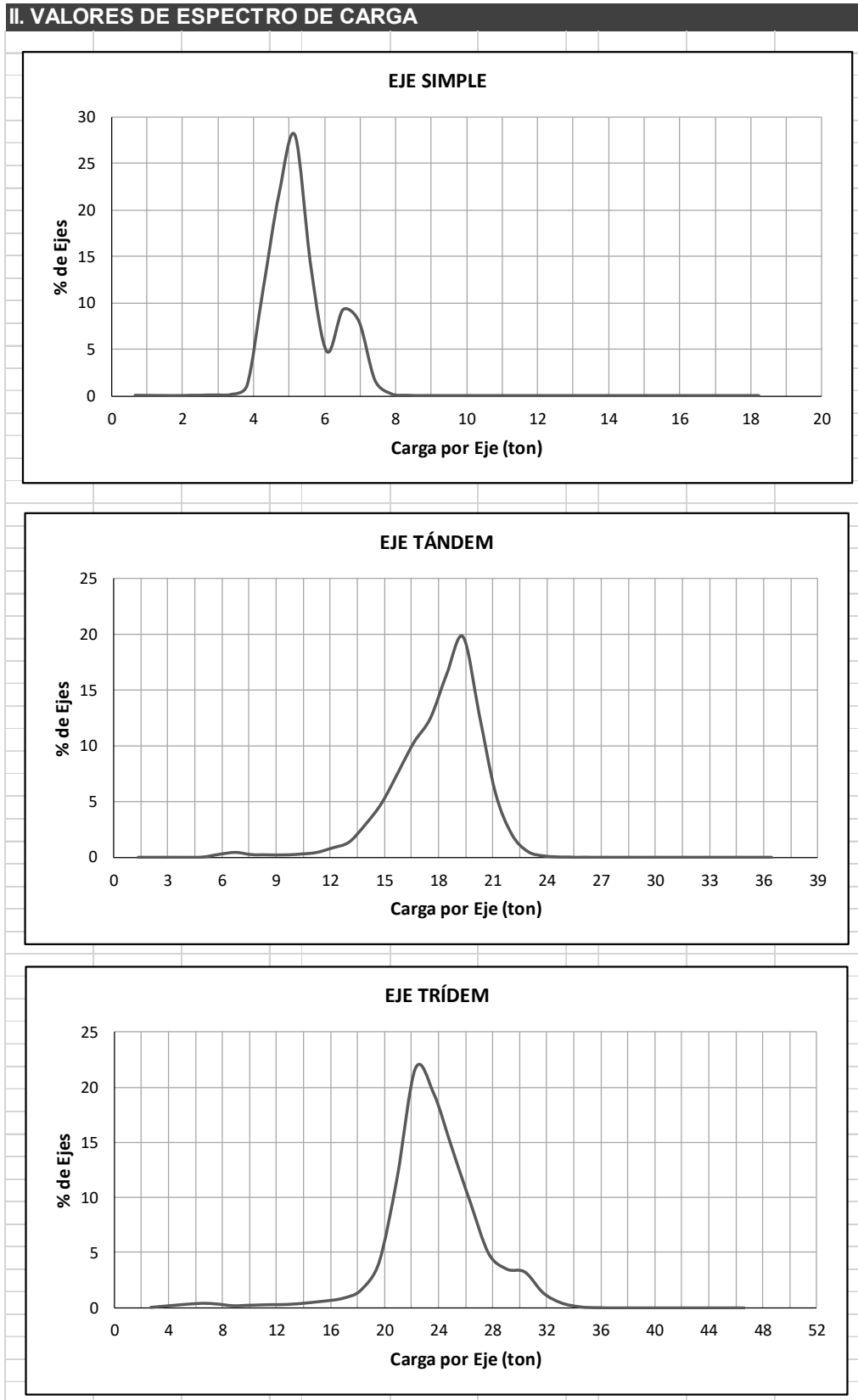


Figura N° 4.3 Gráfica de espectro de carga del vehículo clase 10
Fuente: Elaboración propia

Los valores de espectro de carga correspondiente al año 2013 de la estación de Pesaje Serpentin de Pasamayo, son de acuerdo a como detalla en siguiente cuadro.

Tabla 4.2 Espectro de carga normalizado de Ejes Simple, Serpentin de Pasamayo Sur

CARGA ton	CLASE DE VEHÍCULO									
	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13
0.68	0.06	0.80	0.02	0.00	0.20	0.55	0.03	0.17	0.19	0.00
1.58	0.01	0.41	0.02	0.02	0.12	0.17	0.01	0.04	0.06	0.00
2.03	0.04	0.88	0.05	0.05	0.09	0.33	0.01	0.21	0.07	0.00
2.48	0.10	1.82	0.22	0.13	0.18	0.64	0.04	1.00	0.66	3.03
2.93	0.10	2.17	0.70	0.26	0.30	0.63	0.06	1.24	0.72	0.00
3.38	0.14	3.37	2.04	0.53	0.96	0.77	0.13	1.02	0.45	0.00
3.83	0.16	6.41	4.61	1.00	1.82	3.47	1.07	0.82	0.30	3.03
4.28	0.21	10.56	8.00	1.08	2.61	7.63	11.37	1.18	0.91	15.15
4.73	0.47	10.36	10.00	1.45	3.73	10.38	21.74	1.25	1.31	12.12
5.18	0.63	6.74	11.21	2.31	4.86	10.72	28.00	2.20	2.30	3.03
5.63	1.13	4.26	10.14	4.03	10.54	7.73	13.71	3.96	4.35	0.00
6.08	2.48	2.38	9.23	7.17	6.45	3.87	4.73	4.42	6.78	12.12
6.53	6.25	1.33	9.10	9.59	5.63	5.50	9.23	7.61	10.39	3.03
6.98	14.58	0.66	8.48	12.13	4.57	4.13	7.99	7.05	9.65	9.09
7.43	32.62	0.67	11.22	16.72	3.52	2.27	1.65	7.43	14.24	9.09
7.88	20.50	0.71	8.85	17.47	3.17	0.84	0.20	6.49	9.40	6.06
8.33	4.59	0.77	3.63	13.59	3.70	0.88	0.03	5.44	5.86	12.12
8.78	2.10	0.76	1.43	7.02	5.18	1.29	0.00	5.66	5.90	3.03
9.23	1.93	1.03	0.69	3.22	5.24	1.75	0.00	4.98	6.62	6.06
9.68	1.91	1.05	0.24	1.26	5.67	2.34	0.00	5.00	6.49	3.03
10.13	1.49	1.29	0.08	0.60	4.41	3.11	0.00	6.20	5.50	0.00
10.58	1.40	1.78	0.04	0.23	3.61	4.76	0.00	8.24	4.25	0.00
11.03	1.97	3.51	0.01	0.10	3.01	5.46	0.00	7.54	2.07	0.00
11.48	2.71	6.77	0.01	0.02	4.68	5.50	0.00	5.68	1.01	0.00
11.93	1.26	8.92	0.00	0.01	5.54	4.73	0.00	2.69	0.36	0.00
12.38	0.57	8.83	0.00	0.00	4.64	2.13	0.00	1.26	0.10	0.00
12.83	0.24	5.90	0.00	0.00	2.38	1.61	0.00	0.55	0.04	0.00
13.28	0.14	3.15	0.00	0.00	1.29	1.28	0.00	0.27	0.01	0.00
13.73	0.15	1.71	0.00	0.00	0.88	1.16	0.00	0.11	0.00	0.00
14.18	0.06	0.63	0.00	0.00	0.47	0.93	0.00	0.06	0.00	0.00
14.63	0.00	0.21	0.00	0.00	0.27	0.69	0.00	0.03	0.00	0.00
15.08	0.02	0.11	0.00	0.00	0.14	0.64	0.00	0.06	0.00	0.00
15.53	0.00	0.04	0.00	0.00	0.05	0.57	0.00	0.03	0.00	0.00
15.98	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.59	0.00	0.04	0.00	0.00
16.43	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.43	0.00	0.02	0.00	0.00
16.88	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.26	0.00	0.01	0.00	0.00
17.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.13	0.00	0.02	0.00	0.00

CARGA ton	CLASE DE VEHÍCULO									
	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13
17.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00
18.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3 Espectro de carga normalizado de Ejes Tándem, Serpentin de Pasamayo Sur

CARGA ton	CLASE DE VEHÍCULO								
	C04	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13
1.35	0.00	0.01	0.00	0.13	0.08	0.00	0.13	0.00	0.00
3.15	0.00	0.08	0.00	0.13	0.03	0.00	0.00	0.12	0.00
4.05	0.00	0.17	0.00	0.86	0.16	0.00	0.11	0.33	2.56
4.95	0.01	0.14	0.00	1.77	2.54	0.02	0.27	0.37	0.00
5.85	0.04	0.30	0.00	3.97	7.02	0.26	0.32	0.33	2.56
6.75	0.02	0.30	0.29	2.20	3.53	0.43	0.85	0.47	5.13
7.65	0.10	0.41	0.29	1.60	1.49	0.23	0.53	0.47	0.00
8.55	0.56	0.42	2.29	2.38	0.99	0.22	0.08	1.09	5.13
9.45	3.49	0.63	10.32	1.94	1.03	0.20	0.29	2.72	2.56
10.35	5.96	1.11	15.19	1.81	1.26	0.27	0.21	3.13	2.56
11.25	3.51	1.40	13.47	2.51	1.60	0.44	0.48	4.33	15.38
12.15	1.16	2.19	4.01	3.33	2.37	0.84	0.88	7.38	12.82
13.05	3.66	3.01	2.01	5.10	3.09	1.36	2.16	11.32	7.69
13.95	11.37	4.58	4.87	3.76	4.28	2.94	3.17	10.31	2.56
14.85	20.48	6.65	6.02	5.83	5.24	4.86	5.14	6.82	0.00
15.75	24.22	11.26	6.88	7.47	5.66	7.57	13.06	10.43	5.13
16.65	19.25	13.87	14.04	9.72	5.97	10.30	18.31	9.01	7.69
17.55	5.07	14.02	10.03	12.05	8.32	12.46	20.01	9.84	10.26
18.45	0.97	18.06	2.01	13.82	11.81	16.39	22.65	12.23	15.38
19.35	0.11	12.85	2.01	9.16	13.38	19.75	7.30	6.49	0.00
20.25	0.00	5.66	3.44	5.83	10.91	12.89	2.00	1.86	2.56
21.15	0.01	1.78	1.15	2.94	5.30	5.81	1.09	0.52	0.00
22.05	0.01	0.56	0.00	1.08	2.52	2.07	0.53	0.21	0.00
22.95	0.01	0.21	0.29	0.35	0.85	0.51	0.24	0.14	0.00
23.85	0.00	0.12	1.15	0.17	0.35	0.12	0.11	0.02	0.00
24.75	0.00	0.06	0.29	0.04	0.13	0.02	0.05	0.04	0.00
25.65	0.00	0.05	0.00	0.04	0.06	0.00	0.03	0.00	0.00
26.55	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
27.45	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.35	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.15	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.95	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.85	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33.75	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CARGA ton	CLASE DE VEHÍCULO								
	C04	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13
34.65	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.55	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Espectro de carga normalizado de Ejes Trídem,
Serpentín de Pasamayo Sur

CARGA ton	CLASE DE VEHÍCULO				
	C07	C09	C10	C12	C13
2.70	0.00	0.45	0.05	0.00	0.00
6.08	0.01	1.79	0.39	0.00	0.00
7.43	0.11	2.39	0.37	0.00	0.00
8.78	0.41	1.54	0.19	0.00	0.00
10.13	0.68	1.29	0.25	0.00	0.00
11.48	0.50	2.34	0.28	0.00	0.00
12.83	0.74	3.13	0.32	2.15	0.00
14.18	1.17	2.93	0.45	0.86	0.00
15.53	2.12	3.63	0.62	1.86	0.00
16.88	3.25	5.02	0.86	6.44	25.00
18.23	4.07	6.32	1.60	20.60	8.33
19.58	6.70	10.74	4.11	29.90	16.67
20.93	14.99	18.75	11.82	25.46	25.00
22.28	26.30	16.16	21.69	9.44	16.67
23.63	26.15	13.92	19.42	2.86	8.33
24.98	10.60	8.01	14.43	0.43	0.00
26.33	2.02	0.99	9.57	0.00	0.00
27.68	0.10	0.35	4.95	0.00	0.00
29.03	0.04	0.10	3.50	0.00	0.00
30.38	0.01	0.10	3.24	0.00	0.00
31.73	0.00	0.05	1.35	0.00	0.00
33.08	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00
34.43	0.01	0.00	0.08	0.00	0.00
35.78	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
37.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
38.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

4.4 PARÁMETROS ESPECÍFICOS DE TRÁFICO

La información de conteo vehicular de la estación Serpentín de Pasamayo está clasificada de forma mensual y por sentido (SUR y NORTE); razón por el cual se adecuó la plantilla de trabajo a un registro mensual y por sentido, considerando los siguientes criterios.

1. No procesa los días que no cuentan con registro de tráfico,
En agosto de 2014 se aprecia, en el sentido Sur no cuenta con registro los días 1, 2, 3, 4 y 5.
2. No procesa los días que registraron total de vehículos dispersos respecto a la cantidad de vehículos en otros días del mes.
En el sentido Sur, en agosto de 2014 se aprecia que la cantidad de vehículos registrados para los días 6 y 26 se encuentran dispersos respecto al resto de días del mes.

Cuando se analiza una carretera en ambos sentidos, es necesario que los días de muestreo en ambos sentidos sean los mismos.

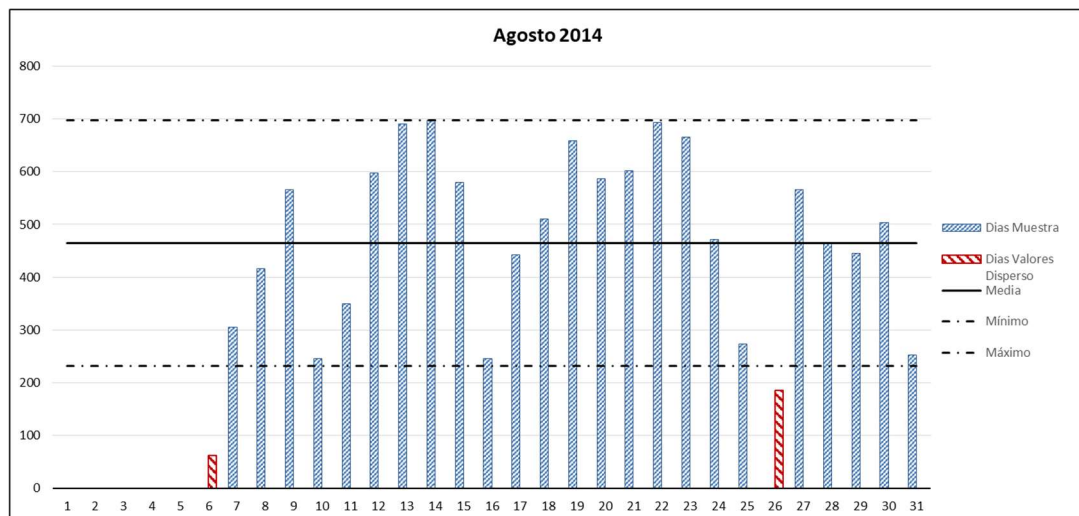


Figura N° 4.4: Total de vehículos por día del mes de agosto 2014, Serpentín de Pasamayo Sur
Fuente: Elaboración propia

La plantilla de trabajo, para determinar los parámetros específicos, considera los criterios mencionados líneas arriba en el procesamiento de información de conteo vehicular.

4.4.1 Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones

El tránsito medio diario anual es el resultado de la división de vehículos registrados durante el periodo de un año, entre los días de muestreo; considerando el análisis de la sección 4.4.

En la figura N° 4.5 se aprecia, que el tránsito medio diario anual de camiones de los años 2014, 2018 y 2019 son dispersos en comparación a los años 2013, 2015, 2016 y 2017; debido que no cuentan con información registrada en los 12 meses. El tránsito medio diario anual de la estación de Serpentín de Pasamayo Sur, es de acuerdo a como se detalla en la siguiente imagen.

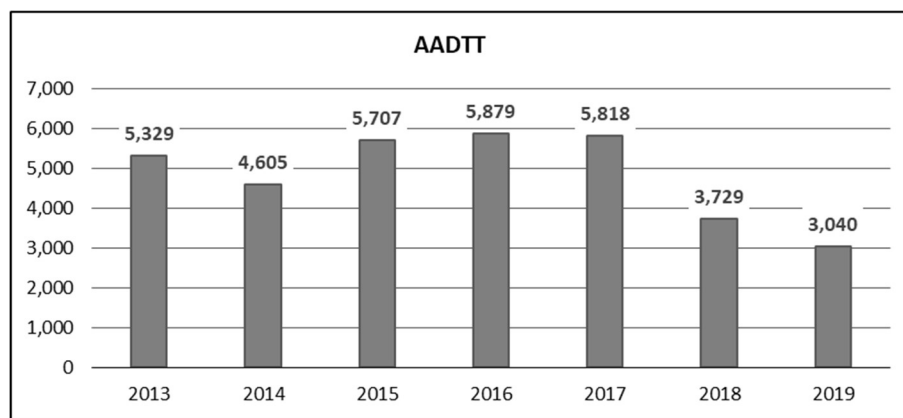


Figura N° 4.5 Tránsito medio diario anual de camiones por año, Serpentín de Pasamayo Sur

Fuente: Elaboración propia

Los años 2014, 2018 y 2019, al no contar con información de los doce (12) meses del año, no serán considerados en la obtención de los valores promedios del tránsito medio diario anual.

Tabla 4.5 Medidas de dispersión del tránsito medio diario anual

Año	ADDT	
2013	5328.64	
2014	4605.50	
2015	5706.61	
2016	5878.70	
2017	5818.40	
2018	3728.83	
2019	3040.02	
Del 2013 a 2019	\bar{X}	4872.38
	σ	1038.42
	cv	21.3%
2013, 2015, 2016 y 2017	\bar{X}	5683.09
	σ	213.75
	cv	3.8%

2015, 2016 y 2017	\bar{X}	5801.24
	σ	71.29
	CV	1.2%

Fuente: Elaboración propia

Para para obtener el tránsito medio diario anual, se seleccionará los años 2015, 2016 y 2017 al ser años consecutivos y tener el mejor coeficiente de variación; obteniendo como Transito Medio Diario Anual Inicial de 5,800 vehículos/día, en la estación Serpentín de Pasamayo Sur.

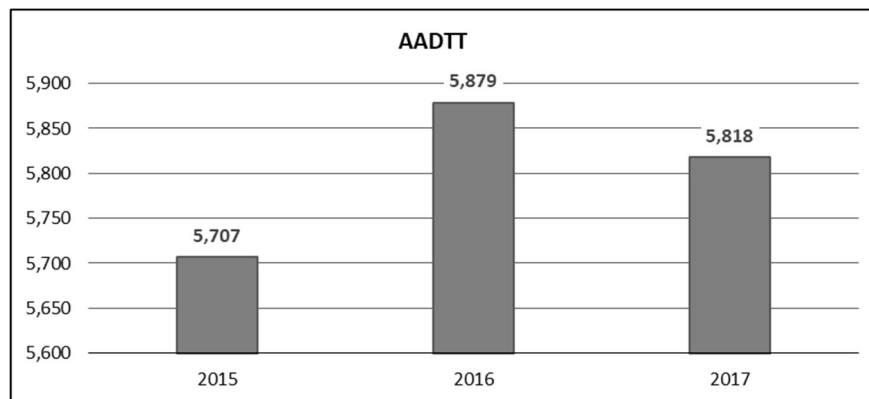


Figura N° 4.6 Tránsito medio diario anual de camiones 2015, 2016 y 2017, Serpentín de Pasamayo Sur

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Distribución Normalizada de Camión

Del total de vehículos registrados en la estación Serpentín de Pasamayo Sur en el periodo de un año, se clasifican según el tipo de vehículo; así, determinar el porcentaje que representa cierto tipo vehículo.

En la figura N° 4.7, se aprecia que la distribución normalizada de camiones de los años 2018 y 2019 difiere de otros años.

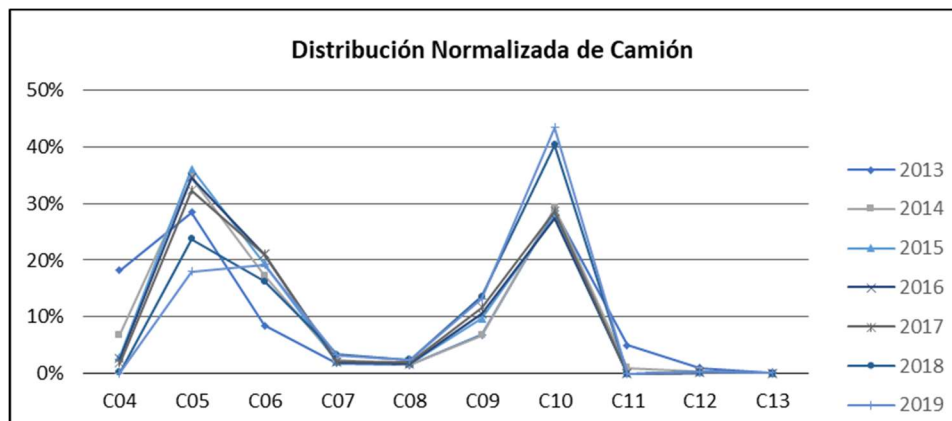


Figura N° 4.7 Distribución normalizada por tipo de vehículo, Serpentín de Pasamayo Sur

Fuente: Elaboración propia

Los años 2014, 2018 y 2019, al no contar con información de los doce (12) meses del año, no serán considerados en la obtención de los valores promedios de la distribución normalizada.

Tabla 4.6 Medidas de dispersión de la distribución normalizada por tipo de vehículo

Año	Tipo de Vehículo Según FHWA										
	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	
2013	18.19	28.40	8.46	1.82	1.47	6.86	28.81	4.95	1.01	0.02	
2014	6.82	34.65	17.28	2.42	1.45	6.73	29.24	1.02	0.39	0.01	
2015	2.89	36.12	19.44	1.97	1.78	9.71	27.79	0.00	0.21	0.08	
2016	2.59	34.58	21.05	2.06	1.67	10.49	27.28	0.00	0.21	0.08	
2017	1.84	32.37	21.08	2.15	1.97	11.69	28.65	0.00	0.20	0.07	
2018	0.14	23.73	16.21	3.33	2.37	13.55	40.35	0.00	0.24	0.07	
2019	0.07	18.04	19.23	3.26	2.46	13.18	43.39	0.00	0.25	0.11	
Del 2013 a 2019	\bar{X}	4.65	29.70	17.54	2.43	1.88	10.32	32.22	0.85	0.36	0.06
	σ	5.91	6.21	4.06	0.57	0.38	2.56	6.19	1.71	0.27	0.03
	cv	127.2%	20.9%	23.2%	23.5%	20.0%	24.8%	19.2%	200.4%	75.7%	49.8%
2013, 2015, 2016 y 2017	\bar{X}	6.38	32.87	17.51	2.00	1.72	9.69	28.13	1.24	0.41	0.06
	σ	6.83	2.90	5.26	0.12	0.18	1.78	0.63	2.14	0.35	0.02
	cv	107.1%	8.8%	30.1%	5.9%	10.4%	18.4%	2.2%	173.2%	85.5%	37.2%
2015, 2016 y 2017	\bar{X}	2.44	34.35	20.52	2.06	1.80	10.63	27.91	0.00	0.21	0.08
	σ	0.44	1.54	0.76	0.07	0.12	0.81	0.57	0.00	0.01	0.01
	cv	18.1%	4.5%	3.7%	3.5%	6.8%	7.7%	2.0%	-	2.9%	8.4%

Fuente: Elaboración propia

Para obtener la distribución normalizada base, se seleccionará los años 2015, 2016 y 2017 al ser años consecutivos y tener el mejor coeficiente de variación; por ello el resultado será el promedio de los valores de distribución normalizada de los años 2015, 2016 y 2017.

Tabla 4.7 Distribución normalizada por tipo de vehículo, Serpentin de Pasamayo Sur

Tipo de Camión FHWA	2015	2016	2017	Promedio %
C04	2.9%	2.6%	1.8%	2.4%
C05	36.1%	34.6%	32.4%	34.4%
C06	19.4%	21.0%	21.1%	20.5%
C07	2.0%	2.1%	2.1%	2.1%
C08	1.8%	1.7%	2.0%	1.8%
C09	9.7%	10.5%	11.7%	10.6%
C10	27.8%	27.3%	28.7%	27.9%
C12	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
C13	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 4.8, se percibe que de vehículo de clase C05 es el tipo de camión más común registrado en la estación Serpentin de Pasamayo Sur, seguido por tipo de vehículo pesado de clase 10.

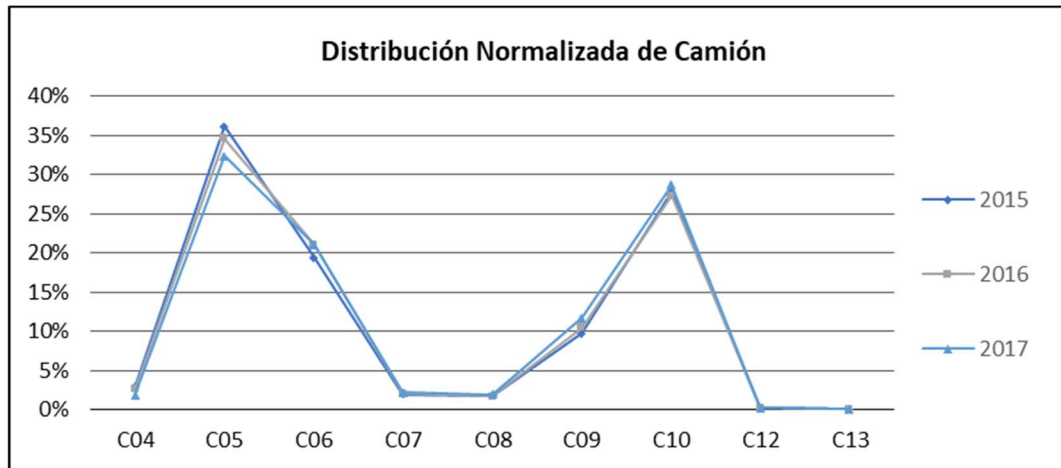


Figura N° 4.8 Distribución normalizada por tipo de vehículo, Serpentin de Pasamayo Sur (años 2015, 2016 y 2017)
Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Porcentaje de Camiones en la Dirección de Diseño

En la presente investigación el análisis de tráfico se realizó a nivel de la estación Serpentin de Pasamayo Sur; por ende, el factor dirección resulta el 100%.

Cuando el análisis es a nivel de la estación de Serpentin de Pasamayo, en primer lugar, se clasifica el tránsito total por tipo de vehículo y posteriormente determinar el porcentaje que representa cierto tipo de vehículo en ambos sentidos.

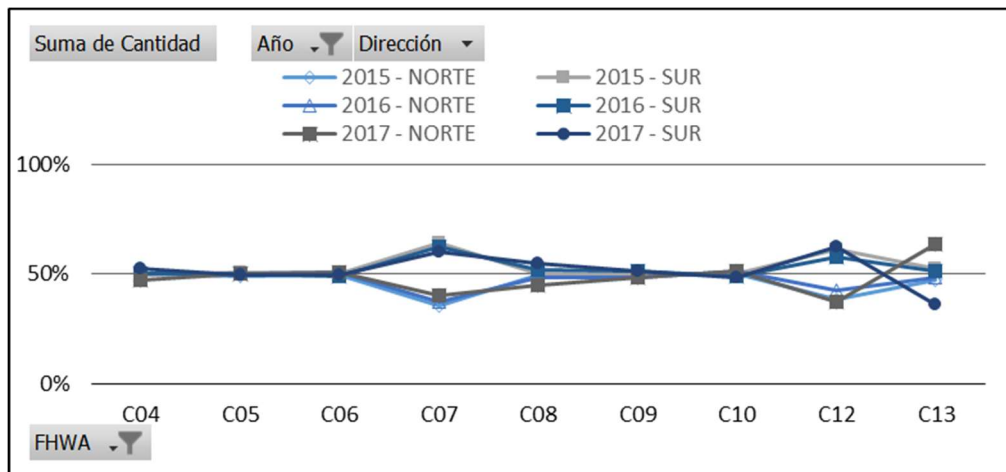


Figura N° 4.9 Porcentaje de camiones en la dirección de diseño, Serpentin de Pasamayo
Fuente: Elaboración propia

Los años 2014, 2018 y 2019, al no contar con información de los doce (12) meses del año, no serán considerados en la obtención de los valores promedios del porcentaje de camiones en la dirección de diseño.

El porcentaje de camiones en la dirección de diseño (Norte y Sur), es el promedio de los años 2015, 2016 y 2017, al ser años consecutivos y mejor medidas de dispersión; y, el factor de distribución en la dirección de diseño, resulta ser el factor de distribución del vehículo clase 05.

- El factor de distribución en la dirección Norte resulta 49.8% y
- El factor de distribución en el sentido Sur resulta 50.2%

Tabla 4.8 Valores del factor de distribución por sentido, Serpentin de Pasamayo

Tipo de Camión FHWA	2015		2016		2017		Promedio	
	NORTE	SUR	NORTE	SUR	NORTE	SUR	NORTE	SUR
C04	50.28%	49.72%	49.97%	50.03%	47.25%	52.75%	49.2%	50.8%
C05	48.97%	51.03%	50.04%	49.96%	50.47%	49.53%	49.8%	50.2%
C06	49.90%	50.10%	50.77%	49.23%	50.50%	49.50%	50.4%	49.6%
C07	35.78%	64.22%	37.50%	62.50%	40.03%	59.97%	37.8%	62.2%
C08	49.52%	50.48%	48.22%	51.78%	45.12%	54.88%	47.6%	52.4%
C09	50.28%	49.72%	48.64%	51.36%	48.67%	51.33%	49.2%	50.8%
C10	49.92%	50.08%	51.24%	48.76%	51.36%	48.64%	50.8%	49.2%
C12	38.60%	61.40%	42.39%	57.61%	37.58%	62.42%	39.5%	60.5%
C13	47.49%	52.51%	48.70%	51.30%	63.87%	36.13%	53.4%	46.6%
TOTAL	49.37%	50.63%	50.14%	49.86%	50.19%	49.81%		

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Porcentaje de Camiones el Carril de Diseño

No se cuenta con registro de conteo vehicular por carril, el porcentaje de camiones por carril resulta el valor por defecto de la guía mecánico – empírico; por ende, considerando la Panamericana Norte de dos carriles en el sentido Sur, el factor de distribución por carril resulta 90%.

4.4.5 Factores de Distribución Mensual

En primer lugar, se obtiene el tráfico diario promedio mensual por tipo de vehículo, de un determinado año; así, posteriormente determinar para cierto tipo de vehículo, los porcentajes de tráfico diario promedio de dicho vehículo mensualmente.

Como ejemplo se analiza el tipo de camión de clase 04; en la figura N° 4.10 se detalla el porcentaje mensual del tráfico diario promedio, y se aprecia en los años 2014, 2018 y 2019 que no tienen registro de tráfico en varios meses del año.

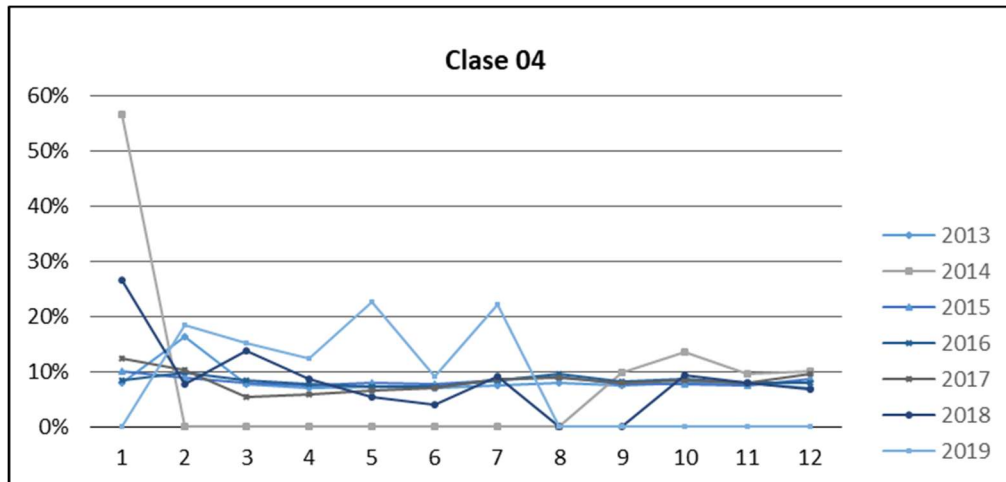


Figura N° 4.10 Porcentaje mensual del tráfico diario promedio del vehículo de clase 04, Serpentín de Pasamayo Sur
Fuente: Elaboración propia

Los años 2014, 2018 y 2019, al no contar con información de los doce (12) meses del año, no serán considerados en la obtención de los valores promedios de los factores de distribución mensual.

Tabla 4.9 Medidas de dispersión del factor de ajuste mensual del vehículo clase 4

Año	Factor de Ajuste Mensual del Vehículo de Clase 4 (% / mes)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2013	8.08	16.30	7.81	7.18	7.24	7.17	7.58	8.11	7.58	7.92	7.92	7.13	
2014	56.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.86	13.71	9.68	10.05	
2015	10.21	8.98	7.96	7.64	7.93	7.82	8.36	9.16	7.89	7.88	7.44	8.72	
2016	8.44	9.81	8.57	7.79	7.23	7.34	8.36	9.61	8.27	8.66	7.89	8.03	
2017	12.45	10.39	5.42	6.01	6.53	7.19	8.66	9.05	8.04	8.40	8.10	9.75	
2018	26.55	7.82	13.87	8.67	5.49	4.11	9.25	0.00	0.00	9.38	7.96	6.90	
2019	0.00	18.50	15.23	12.41	22.60	9.14	22.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Del 2013 a 2019	\bar{X}	17.49	10.26	8.41	7.10	8.15	6.11	9.19	5.13	5.95	7.99	7.00	7.23
	σ	17.62	5.57	4.73	3.44	6.40	2.86	6.04	4.47	3.82	3.76	2.93	3.15
	cv	100.8%	54.3%	56.3%	48.5%	78.6%	46.8%	65.8%	87.0%	64.3%	47.1%	41.9%	43.6%
2013, 2015, 2016 y 2017	\bar{X}	9.80	11.37	7.44	7.15	7.23	7.38	8.24	8.98	7.94	8.21	7.84	8.41
	σ	1.73	2.89	1.20	0.70	0.49	0.26	0.40	0.55	0.25	0.33	0.24	0.96
	cv	17.7%	25.4%	16.2%	9.8%	6.8%	3.6%	4.9%	6.1%	3.2%	4.0%	3.1%	11.4%
2015, 2016 y 2017	\bar{X}	10.37	9.73	7.32	7.15	7.23	7.45	8.46	9.28	8.06	8.31	7.81	8.84
	σ	1.64	0.58	1.37	0.81	0.57	0.27	0.14	0.24	0.16	0.32	0.27	0.71
	cv	15.8%	6.0%	18.7%	11.3%	7.9%	3.6%	1.7%	2.6%	1.9%	3.9%	3.5%	8.0%

Fuente: Elaboración propia

Se seleccionará los años 2015, 2016 y 2017 al ser años consecutivos y tener el mejor coeficiente de variación. Obteniendo como resultado de multiplicar el promedio de porcentajes mensuales de los años seleccionados por 12; el

resultado para la estación de Serpentín de Pasamayo es de acuerdo como se en detalla en el Tabla 4.10.



Figura N° 4.11 Factor de ajuste mensual para tipo de vehículo de clase 04, Serpentín de Pasamayo Sur (años 2015, 2016 y 2017)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.10 Factor de ajuste mensual por tipo de vehículo, Serpentín de Pasamayo Sur

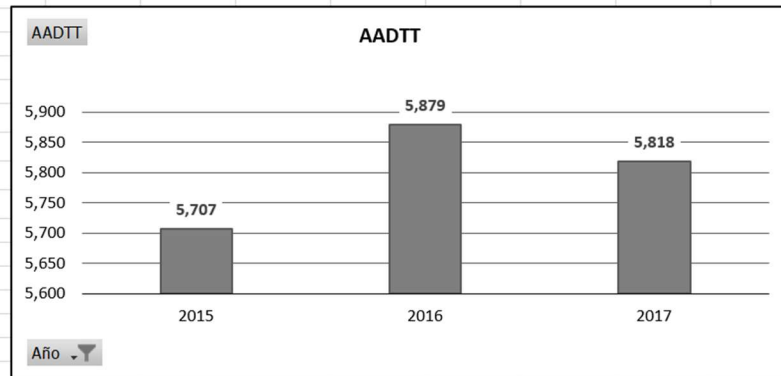
MES	CLASE DE VEHÍCULO									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6
2	1.2	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0
3	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.8	1.0
4	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
5	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2
6	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2
7	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
8	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9
10	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1
11	0.9	1.0	1.0	1.4	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0
12	1.1	1.0	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0

Fuente: Elaboración propia

La plantilla de trabajo, procesa la información de acuerdo como se describió la obtención de los parámetros específicos; pero, el especialista es el encargado de determinar los años a considerar para la obtención de los parámetros específicos.

I. Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones (AADTT)

Año	AADTT
2015	5,706.6
2016	5,878.7
2017	5,818.4



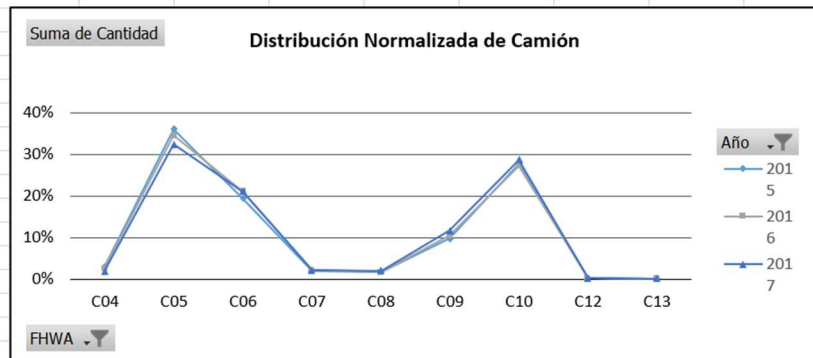
AADTT	5,801.2
--------------	----------------

El tránsito medio diario anual de la calzada, del año base es 5,801

II. Distribución Normalizada de Camiones

Tipo de Camión FHWA	2015	2016	2017
C04	2.9%	2.6%	1.8%
C05	36.1%	34.6%	32.4%
C06	19.4%	21.0%	21.1%
C07	2.0%	2.1%	2.1%
C08	1.8%	1.7%	2.0%
C09	9.7%	10.5%	11.7%
C10	27.8%	27.3%	28.7%
C12	0.2%	0.2%	0.2%
C13	0.1%	0.1%	0.1%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%

FHWA	%
C04	2.4%
C05	34.4%
C06	20.5%
C07	2.1%
C08	1.8%
C09	10.6%
C10	27.9%
C12	0.2%
C13	0.1%
TOTAL	100.0%



C. Representativo	
C05	34.4%

El camión mas representativo de la calzada es C05

IV. Factor de Ajuste Mensual (MAF)										
MES	CLASE DE VEHÍCULO									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2.1	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	6.2	1.6	2.2
2	1.2	1.3	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.0	1.1	0.9
3	1.0	1.1	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	0.4	0.9	0.9
4	0.9	1.1	1.0	0.9	1.1	1.1	1.0	0.4	1.0	1.0
5	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.4	0.9	1.1
6	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.4	1.1	1.1
7	1.1	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	1.1	1.0
8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.4
9	0.7	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.5	0.8	0.5
10	1.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	0.4	0.9	1.0
11	0.8	1.0	1.1	1.4	1.1	1.1	1.1	0.5	1.0	0.9
12	0.9	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	0.5	0.9	1.0

Figura N° 4.12 Parámetros específicos requeridos por AASHTOWare, Serpentín de Pasamayo Sur, promedio de los años 2015, 2016 y 2017
Fuente: Elaboración propia

4.4.6 Factor de ajuste Horario

Para calcular el factor de ajuste horario del año 2013 de la estación de Serpentín de Pasamayo Sur se siguió los siguientes pasos:

- Determinar el porcentaje vehículos, en intervalos de una hora, registrados en el día.
- Determinar porcentaje horario mensual; resulta al promediar los porcentajes horarios.
- Determinar el factor de ajuste mensual; es el promedio de los porcentajes horarios mensual.

Los factores de ajuste horario de los vehículos registrados en la estación Serpentín de Pasamayo Sur, es de acuerdo como se detalla el cuadro siguiente.

Tabla 4.11 Factor de ajuste horario, Serpentín de Pasamayo Sur

V. Factor de Distribución Horario (HDF)													
HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PORCENTAJE
12:00 am - 1:00 am	2.80%	3.71%	3.56%	3.39%	3.23%	3.70%	4.00%	3.97%	3.81%	4.89%	4.11%	3.74%	3.74%
1:00 am - 2:00 am	3.22%	3.74%	2.90%	2.29%	3.04%	3.13%	3.80%	3.95%	3.09%	4.51%	3.20%	3.76%	3.39%
2:00 am - 3:00 am	3.34%	3.20%	3.39%	3.39%	3.44%	3.40%	3.85%	3.31%	3.24%	3.15%	3.16%	3.31%	3.35%
3:00 am - 4:00 am	4.04%	3.71%	4.63%	3.95%	4.77%	4.58%	4.65%	4.79%	4.37%	4.12%	3.69%	3.81%	4.26%
4:00 am - 5:00 am	5.67%	4.04%	5.69%	4.51%	6.57%	5.73%	5.68%	6.36%	5.91%	5.36%	4.70%	4.91%	5.43%
5:00 am - 6:00 am	5.67%	5.21%	6.01%	5.85%	6.19%	5.79%	4.94%	6.15%	6.32%	4.55%	4.82%	4.75%	5.52%
6:00 am - 7:00 am	5.33%	5.85%	5.45%	5.58%	5.30%	5.26%	5.23%	4.68%	4.74%	5.34%	4.56%	4.03%	5.11%
7:00 am - 8:00 am	4.91%	5.28%	5.06%	5.67%	4.95%	4.34%	5.06%	4.61%	4.52%	4.46%	3.79%	3.83%	4.71%
8:00 am - 9:00 am	5.65%	6.11%	5.48%	5.23%	5.65%	4.83%	5.06%	5.17%	5.78%	4.73%	5.32%	5.02%	5.34%
9:00 am - 10:00 am	4.95%	4.97%	5.05%	5.03%	4.57%	4.64%	5.20%	5.16%	5.33%	5.37%	5.75%	4.77%	5.07%
10:00 am - 11:00 am	4.39%	4.33%	4.50%	6.25%	3.73%	4.65%	4.41%	4.66%	4.75%	4.25%	4.80%	4.34%	4.59%
11:00 am - 12:00 pm	3.97%	4.50%	3.97%	3.55%	4.46%	4.23%	3.82%	4.54%	4.18%	4.10%	4.30%	4.42%	4.17%
12:00 pm - 1:00 pm	3.69%	3.58%	3.59%	3.13%	4.07%	3.87%	3.69%	3.84%	3.88%	3.43%	3.61%	3.73%	3.68%
1:00 pm - 2:00 pm	3.83%	3.62%	3.58%	3.57%	3.55%	3.69%	3.40%	3.43%	3.77%	3.51%	3.64%	4.10%	3.64%
2:00 pm - 3:00 pm	3.69%	3.46%	3.80%	3.76%	3.45%	3.69%	3.50%	3.61%	4.15%	3.64%	3.33%	3.62%	3.64%
3:00 pm - 4:00 pm	3.02%	3.34%	3.19%	3.72%	3.15%	3.37%	3.29%	3.75%	3.48%	3.22%	3.64%	3.86%	3.42%
4:00 pm - 5:00 pm	3.38%	3.38%	3.58%	3.05%	3.63%	2.96%	3.07%	3.18%	3.01%	3.20%	3.11%	3.55%	3.26%
5:00 pm - 6:00 pm	3.77%	3.89%	3.66%	3.12%	3.57%	3.75%	3.77%	3.32%	3.02%	3.87%	3.07%	3.35%	3.51%
6:00 pm - 7:00 pm	4.32%	3.63%	3.79%	3.28%	3.37%	3.57%	3.39%	3.16%	3.60%	3.96%	4.07%	3.54%	3.64%
7:00 pm - 8:00 pm	4.21%	4.08%	3.77%	4.17%	3.81%	3.70%	3.84%	3.54%	4.22%	3.83%	5.01%	4.73%	4.08%
8:00 pm - 9:00 pm	4.69%	3.99%	3.69%	4.06%	3.75%	4.55%	4.04%	3.58%	3.95%	4.27%	5.10%	4.92%	4.22%
9:00 pm - 10:00 pm	4.09%	4.56%	4.40%	4.92%	4.39%	4.45%	4.19%	3.62%	3.49%	3.82%	4.95%	4.91%	4.32%
10:00 pm - 11:00 pm	3.71%	4.05%	3.64%	4.82%	3.52%	4.11%	3.84%	3.77%	3.55%	4.01%	4.33%	4.83%	4.02%
11:00 pm - 12:00 pm	3.66%	3.78%	3.60%	3.69%	3.84%	4.02%	4.26%	3.84%	3.86%	4.41%	3.94%	4.17%	3.92%

Fuente: Elaboración propia

4.5 OBTENCIÓN DE ESAL A PARTIR DE ESPECTROS DE CARGA

Para determinar los ejes simples equivalentes de los tipos de vehículos (clase 4 a clase 13) a partir de los espectros de carga determinado en el ítem 4.3, se usó la siguiente ecuación.

$$ESAL_j = N_{simple} * \sum_{r=1}^R LEF_r * q_{r,j} + N_{tándem} * \sum_{r=1}^R LEF_r * q_{r,j} + N_{tridem} * \sum_{r=1}^R LEF_r * q_{r,j}$$

Los tipos de vehículos de la clasificación FHWA (clase 4 a clase 13), agrupa una variedad de tipos de vehículos según la clasificación peruana, definidos en el ítem 3.3; por ello es necesario definir el número de ejes para el tipo de vehículo, registrados en la estación de pesaje Serpentin de Pasamayo Sur, en el 2013.

Para describir los pasos para determinar los números de ejes de los vehículos de la clasificación FHWA (clase 4 a clase 13), se selecciona a modo de ejemplo el vehículo de clase 04 que agrupa 4 tipos de vehículos de la clasificación vehicular peruana (B2, B3-1, B4-1 y BA-1).

1. Determinar el porcentaje que representan los vehículos B2, B3-1, B4-1 y BA-1.
2. Definir el número de ejes simple, tándem y tridem de los vehículos B2, B3-1, B4-1 y BA-1.
3. Multiplicar la incidencia de determinado vehículo de la clasificación peruana por el número de ejes de la misma.
4. Finalmente, los números de ejes de vehículo de clase 4, resulta al sumar los números de ejes parciales, según su incidencia de los vehículos B2, B3-1, B4-1 y BA-1.

El procedimiento se replica para los 10 tipos de vehículos de la clasificación FHWA, los resultados se muestran en los siguientes cuadros.

Tabla 4.12 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 04, Serpentin de Pasamayo Sur

C04		Simple		Tándem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
B2	17.32%	2	0.35		0.00
B3-1	69.44%	1	0.69	1	0.69
B4-1	13.10%		0.00	2	0.26
BA-1	0.14%	3	0.00		0.00
TOTAL		1.04		0.96	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.13 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 05, Serpentín de Pasamayo Sur

C05		Simple	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales
C2	100.00%	2	2.00
TOTAL		2	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.14 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 06, Serpentín de Pasamayo Sur

C06		Simple		Tándem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
C3	100.00%	1	1.00	1	1.00
TOTAL		1		1	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.15 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 07, Serpentín de Pasamayo Sur

C07		Simple		Tándem		Tridem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
8X4	1.30%		0.00	2	0.03		0.00
C4	98.70%	1	0.99		0.00	1	0.99
TOTAL		0.99		0.03		0.99	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.16 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 08, Serpentín de Pasamayo Sur

C08		Simple		Tándem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
C2RB1	0.02%	3	0.00		0.00
C2RB2	0.04%	2	0.00	1	0.00
T2S1	6.53%	3	0.20		0.00
T2S2	22.68%	2	0.45	1	0.23
T2SE2	43.25%	4	1.73		0.00
T3S1	27.49%	2	0.55	1	0.27
TOTAL		2.93		0.50	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.17 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 09, Serpentín de Pasamayo Sur

C09		Simple		Tándem		Tridem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
8X4RB1	0.02%	1	0.00	2	0.00		0.00
T2S3	11.10%	2	0.22		0.00	1	0.11
T2SE3	11.88%	3	0.36	1	0.12		0.00
T3S2	47.22%	1	0.47	2	0.94		0.00
T3SE2	29.78%	3	0.89	1	0.30		0.00
TOTAL		1.94		1.36		0.11	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.18 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 10, Serpentin de Pasamayo Sur

C10		Simple		Tándem		Trídem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
8X4RB2	0.00%		0.00	3	0.00		0.00
T3S3	99.80%	1	1.00	1	1.00	1	1.00
T3SE3	0.20%	2	0.00	2	0.00		0.00
TOTAL		1.00		1.00		1.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.19 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 11, Serpentin de Pasamayo Sur

C11		Simple		Tándem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
C2R2	6.67%	4	0.27		0.00
C2R3	1.39%	3	0.04	1	0.01
C3R2	91.94%	3	2.76	1	0.92
TOTAL		3.07		0.93	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.20 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 12, Serpentin de Pasamayo Sur

C12		Simple		Tándem		Trídem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
8X4R2	1.54%	2	0.03	2	0.03		0.00
C3R3	76.09%	2	1.52	2	1.52		0.00
C4R2	22.38%	3	0.67		0.00	1	0.22
TOTAL		2.22		1.55		0.22	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.21 Número de ejes del tipo de vehículo de clase 13, Serpentin de Pasamayo Sur

C13		Simple		Tándem		Trídem	
Tipo	%	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales	N° de Ejes	Ejes Parciales
C4R3	57.14%	2	1.14	1	0.57	1	0.57
T3S2S2	42.86%	1	0.43	3	1.29		0.00
TOTAL		1.57		1.86		0.57	

Fuente: Elaboración propia

Los Ejes Simples Equivalente de cierto vehículo de la clasificación vehicular FHWA, resulta al sumar los ESAL de los ejes simples, tándem y trídem; a modo de ejemplo en el siguiente cuando se detalla los resultados del procesamiento para el vehículo clase 07 y en el anexo 5 se detalla los resultados de los vehículos de clase 4 a clase 13.

Tabla 4.22 ESAL del tipo de vehículo de clase 07, Serpentín de Pasamayo Sur

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga - % (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C07	Simple	0.68	0.00	4.59E-05	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	.	.	.	.	.	.
2013	C07	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tándem	1.35	0.00	6.39E-05	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	.	.	.	.	.	.
2013	C07	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Trídem	2.70	0.00	2.90E-04	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Trídem	.	.	.	.	.	.
2013	C07	Trídem	46.58	0.00	1.93E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
TOTAL (Sumatoria de ESAL)								1.84

Fuente: Elaboración propia

ESAL o factor camión para pavimentos flexibles de los vehículos de clase 4 a clase 13, registrados en la estación Serpentín de Pasamayo Sur resulta de acuerdo a como se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 4.23 ESAL para pavimentos flexibles de los tipos de vehículo según clasificación vehicular FHWA, Serpentín de Pasamayo Sur

FHWA	ESAL
C04	2.04
C05	4.48
C06	2.19
C07	1.84
C08	6.14
C09	6.38
C10	3.96
C11	6.62
C12	4.42
C13	3.11

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: COMPARACIÓN DE LOS ESPECTROS DE CARGA DE SERPENTÍN DE PASAMAYO SUR CON LOS ESPECTROS POR DEFECTO DE AASHTOWare PAVEMENT ME-DESIGN

Los espectros de carga por defecto (Nivel 3), de la guía mecanístico - empírico es resultado del análisis de los datos de tráfico recolectadas como parte del programa LTPP, de cerca de 200 estaciones de pesaje WIN, principalmente en carretas interestatales y arterias primarias. [17]

Los espectros de carga obtenidos para la estación de pesaje Serpentín de Pasamayo Sur, serán comparados con los espectros de carga por defecto de la guía mecanístico - empírico, a fin de encontrar las diferencias de la caracterización de espectros de carga.

5.1 EJE SIMPLE

Los espectros de carga de la estación de Serpentín de Pasamayo Sur, a diferencia de los espectros de carga por defecto de la guía mecanístico – empírico, se aprecia que gran porcentaje de los ejes simples de los vehículos clase 4, clase 5, clase 8, clase 11 y clase 12, circulan con el peso cercano al peso máximo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos; distintas a la caracterización de tráfico pesado Norteamericana, donde el mayor porcentaje de ejes simples circulan con pesos más livianos y con pocos ejes simples que se acerquen al peso límite.

Para los vehículos de clase 6, clase 7, clase 9 y clase 10; las curvas de espectros de carga de la estación Serpentín de Pasamayo Sur y los espectros de carga por defecto de la guía mecanístico – empíricos poseen similitud en la forma de desarrollo de la gráfica.

El Reglamento Nacional de Vehículos establece 11 toneladas, como peso máximo para eje simple. En las curvas de espectros para la estación Serpentín de Pasamayo Sur, se aprecia que el 39% de los vehículos de clase 5, de mayor incidencia, circulan con el peso mayor a 11 toneladas; asimismo, más del 20% de los ejes simples de los vehículos de clase 8 y clase 9 circulan con un peso mayor a 11 toneladas.

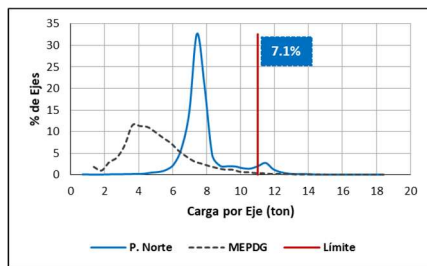


Figura N° 5.1 Eje Simple, Vehículo Clase 04, año 2013

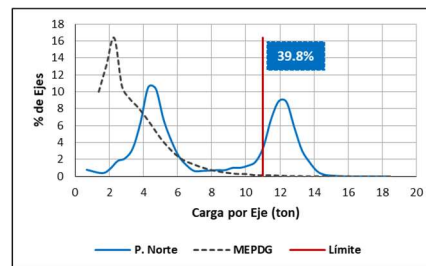


Figura N° 5.2 Eje Simple, Vehículo Clase 05, año 2013

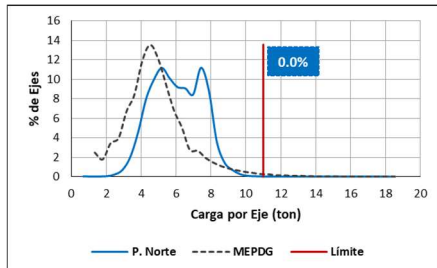


Figura N° 5.3 Eje Simple, Vehículo Clase 06, año 2013

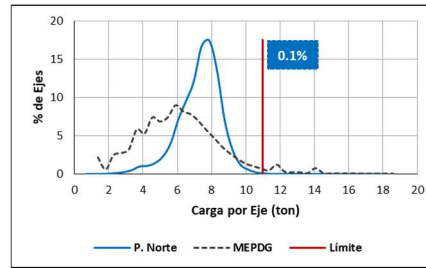


Figura N° 5.4 Eje Simple, Vehículo Clase 07, año 2013

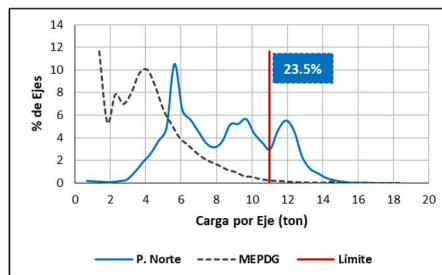


Figura N° 5.5 Eje Simple, Vehículo Clase 08, año 2013

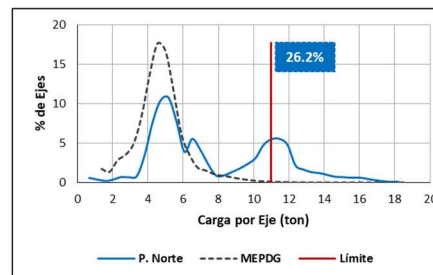


Figura N° 5.6 Eje Simple, Vehículo Clase 09, año 2013

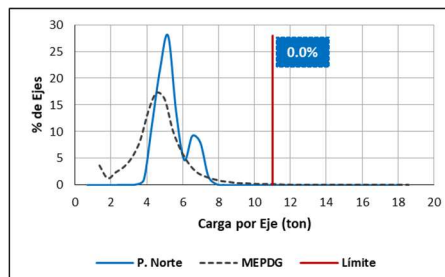


Figura N° 5.7 Eje Simple, Vehículo Clase 10, año 2013

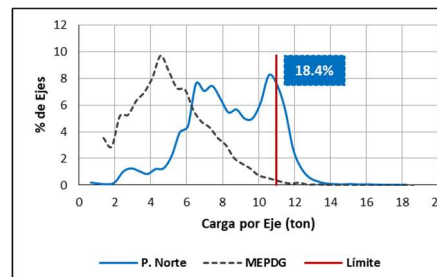


Figura N° 5.8 Eje Simple, Vehículo Clase 11, año 2013

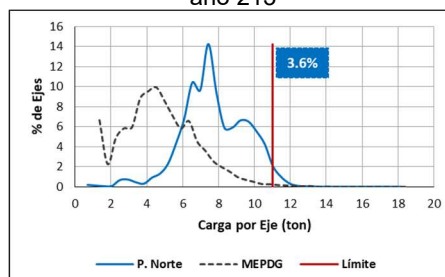


Figura N° 5.9 Eje Simple, Vehículo Clase 12, año 2013

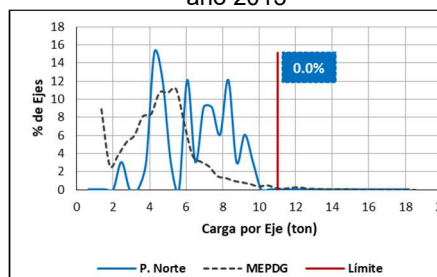


Figura N° 5.10 Eje Simple, Vehículo Clase 13, año 2013

5.2 EJE TÁNDEM

Los espectros de la estación Serpentín de Pasamayo Sur, a diferencia de los espectros de carga por defecto de la guía mecanístico – empírico, se aprecia para los vehículos de clase 6, clase 8, clase 9, clase 10, clase 11 y clase 12, que el mayor porcentaje de ejes tándem, circulan con el peso cercano o mayor al peso máximo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos; distintas a la caracterización de tráfico pesado Norteamericana, que presentan ejes tándem, donde el mayor porcentaje de ejes tándem circulan con pesos más livianos y con menor porcentaje de ejes tándem cercanos al peso límite.

El Reglamento Nacional de Vehículos establece 18 toneladas, como peso máximo para eje tándem. En las curvas de espectros de carga para la estación Serpentín de Pasamayo Sur, se aprecia para el vehículo de clase 5, de mayor incidencia, que el 39.5% de los ejes tándem circulan con el peso mayor a 18 toneladas; asimismo, mayor al 20% de los ejes tándem de los vehículos de clase 8, clase 9, clase 10, clase 11 y clase 12 circulan con un peso mayor a 18 toneladas.

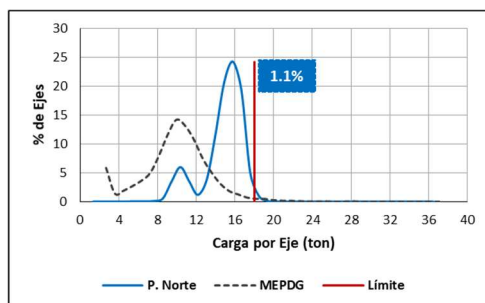


Figura N° 5.11 Eje Tándem, Vehículo Clase 04, año 2013

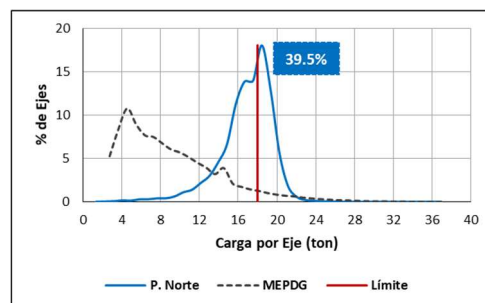


Figura N° 5.12 Eje Tándem, Vehículo Clase 06, año 2013

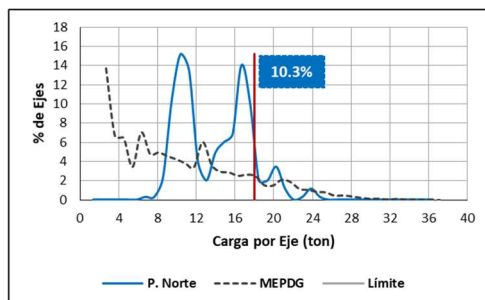


Figura N° 5.13 Eje Tándem, Vehículo Clase 07, año 2013

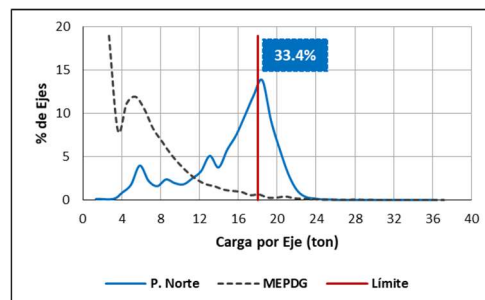


Figura N° 5.14 Eje Tándem, Vehículo Clase 08, año 2013

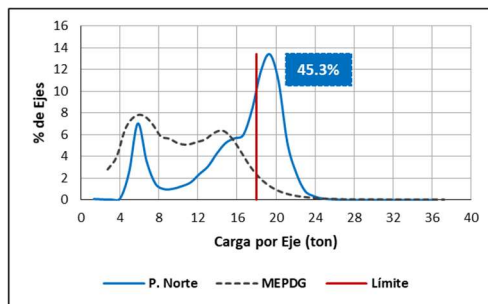


Figura N° 5.15 Eje Tándem, Vehículo Clase 09, año 2013

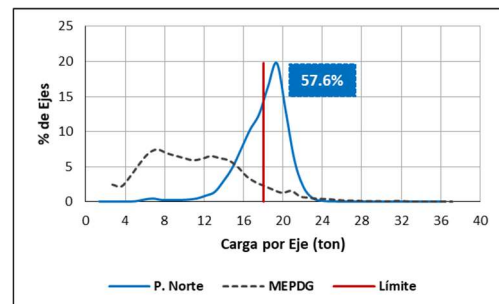


Figura N° 5.16 Eje Tándem, Vehículo Clase 10, año 2013

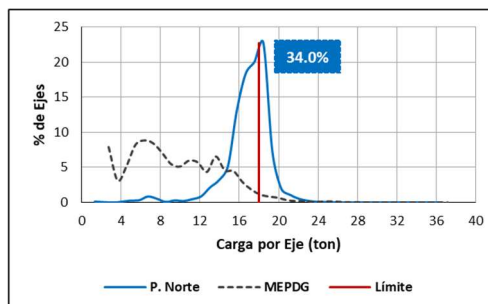


Figura N° 5.17 Eje Tándem, Vehículo Clase 11, año 2013

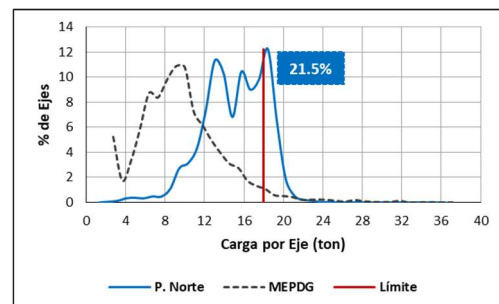


Figura N° 5.18 Eje Tándem, Vehículo Clase 12, año 2013

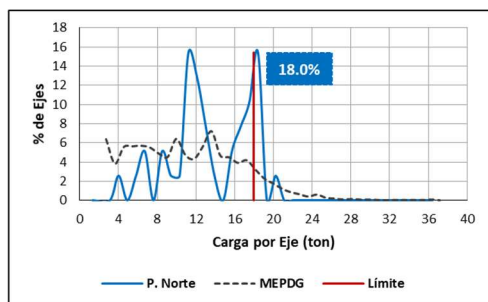


Figura N° 5.19 Eje Tándem, Vehículo Clase 13, año 2013

5.3 EJE TRÍDEM

Los espectros de carga obtenidos de la estación Serpentin de Pasamayo Sur, a diferencia de los espectros de carga por defecto de la guía mecánico – empírico, se aprecia que el mayor porcentaje de ejes trídems circulan con el peso cercano al peso máximo establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos; distintas a la caracterización de tráfico pesado Norteamericana, que presentan ejes trídems donde el mayor porcentaje de ejes circulan con pesos más livianos y menor porcentaje de ejes trídems cercanas al peso límite.

El Reglamento Nacional de Vehículos establece 25 toneladas, como peso máximo para eje trídems. En las curvas de espectros para la estación de pesaje

Serpentín de Pasamayo Sur, se aprecia para el vehículo de clase 10, de mayor incidencia, que el 23.1% de los ejes trídems circulan con el peso mayor a 25 toneladas.

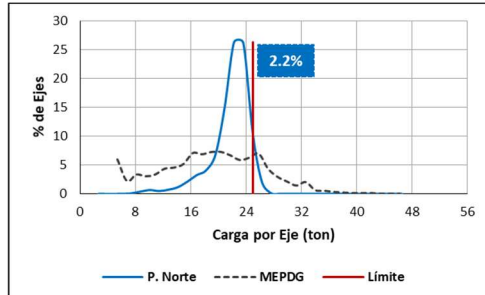


Figura N° 5.20 Eje Trídems, Vehículo Clase 07, año 2013

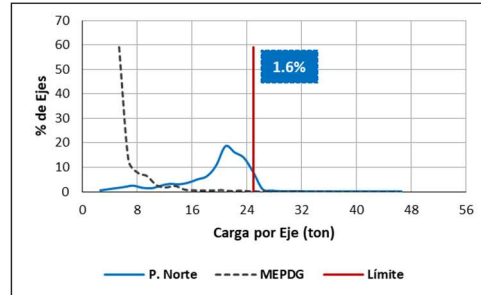


Figura N° 5.21 Eje Trídems, Vehículo Clase 09, año 2013

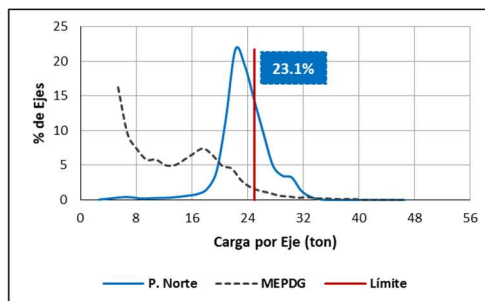


Figura N° 5.22 Eje Trídems, Vehículo Clase 10, año 2013

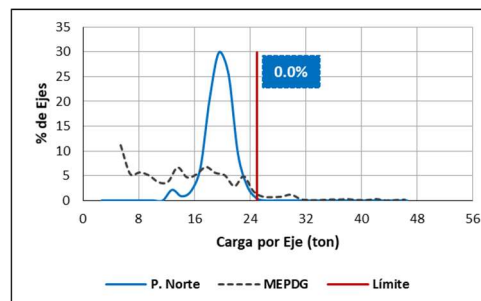


Figura N° 5.23 Eje Trídems, Vehículo Clase 12, año 2013

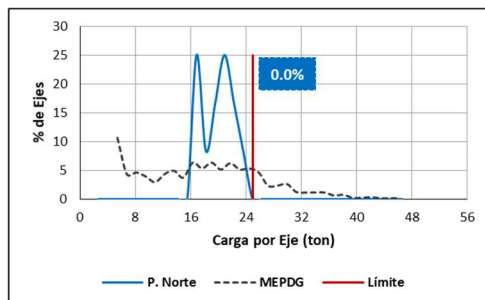


Figura N° 5.24 Eje Trídems, Vehículo Clase 13, año 2013

Los espectros de carga para la estación Serpentín Pasamayo Sur son distintas a los espectros de carga por defecto de la metodología mecanístico - empírico; por lo que amerita en próximos trabajos de investigación, se pueda elaborar espectros de carga de las carreteras de ámbito nacional; a fin, que se pueda gestionar que la información de tráfico mediante espectros de carga, las mismas que deben ser organizadas en una plataforma virtual.

La plataforma virtual, debería organizar todas las carreteras de ámbito nacional georreferencias, en el cual se muestren las características más importantes de la infraestructura vial. Asimismo, georreferenciar las estaciones de pesaje que se encuentran en operación, con la finalidad que brinde los espectros de carga anual por tipo de eje, como la caracterización del tráfico de la carreta donde se ubica dicha estación.

A modo de ejemplo, se ilustra un modelo básico de lo que sería una posible plataforma virtual, producto de futuras investigaciones; donde se aprecia las carreteras concesionadas y las estaciones de pesaje. Al seleccionar la estación de pesaje Serpentín de Pasamayo Sur, muestra los valores de los espectros de carga por tipo de eje, el cual caracteriza el tráfico pesado de la Panamericana Norte con sentido a Lima.

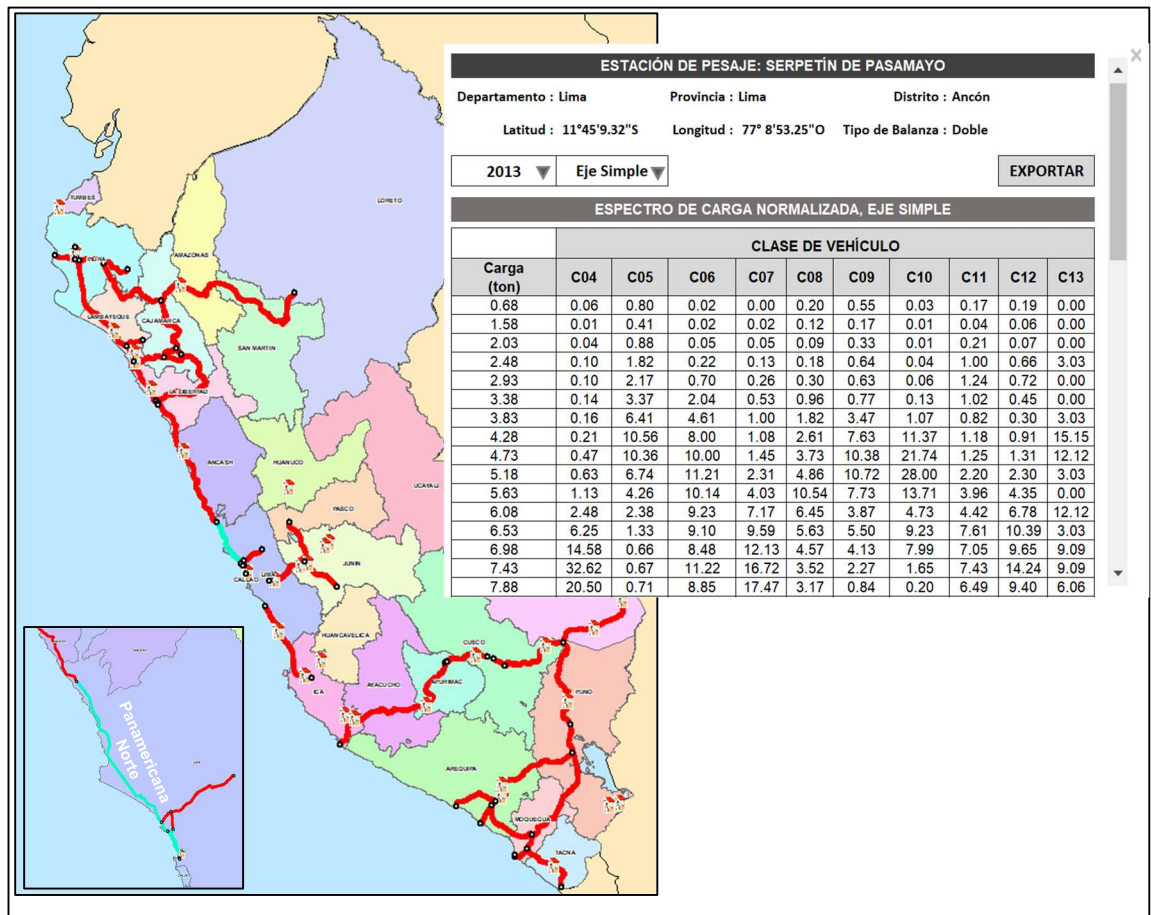


Figura N° 5.25 Modelo de plataforma virtual como resultado de futuras investigaciones para la gestión de las carreteras de ámbito nacional
Fuente: Elaboración propia

5.4 AASHTOWARE PAVEMENT ME-DESIGN – INGRESO DE INFORMACIÓN TRÁFICO

A partir de la información obtenida de la estación de pesaje, se logró caracterizar el tráfico de la estación Serpentín de Pasamayo Sur, obteniendo los siguientes datos de tráfico:

Tabla 5.1 Datos de tráficos obtenidos para la estación de Serpentín de Pasamayo Sur

Ítem	Datos de Tráfico - AASHTOWare	Información obtenida de la concesionaria	Resultado
1	Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones (AADTT)	- De los años del 2013 al 2019 - Años 2014, 2018 y 2019 no cuentan con resgitros de los 12 meses del año	Resulta de promediar los valores de los años 2015, 2016 y 2017
2	Distribución Normalizada de Camiones		
3	Porcentaje de Camiones en la Dirección de Diseño (DDF)		
4	Porcentaje de Camiones en el Carril de Diseño (LDF)		
5	Factores de Distribución Mensual (MAF)		
6	Factores de Distribución Horario (HDF)	Información del año 2013	Resultado del año 2013
7	Espectro de Carga		

Fuente: Elaboración propia

La presente investigación se trabajó a fin establecer las plantillas para la obtención de los datos de tráfico según la guía mecanístico-empírico; así, con posteriores trabajos de investigación se genere espectros de carga históricos a nivel nacional, que permitirá generar espectros de cargas regionales y espectros de carga nacional; a su vez permitirá que el especialista encargado del análisis de la estructura del pavimento elija los espectros de carga históricos, en el diseño de un pavimento nuevo o la rehabilitación de una carretera, haciendo uso del software AASHTOWare Pavement ME Design.

Los espectros de carga y parámetros específicos de tráfico, determinados en la presente investigación, están conforme lo solicita el software AASHTOWare Pavement ME Design, como ingreso de tráfico para el análisis de las estructuras de pavimento; esto se evidencia de acuerdo como se aprecia en las siguientes capturas del software.

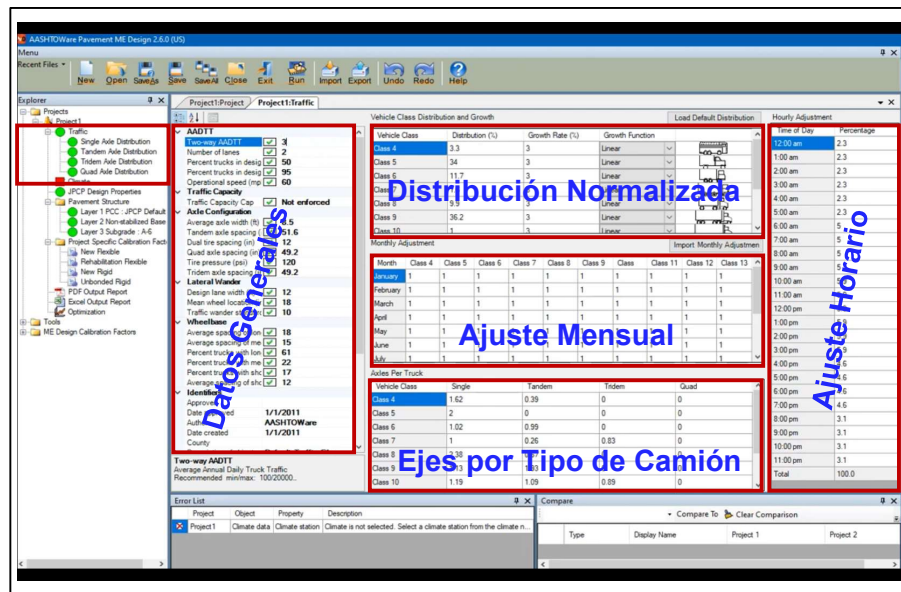


Figura N° 5.26 Software AASHTOWare Pavement, parámetros específicos
Fuente: Capturas de video-tutorial

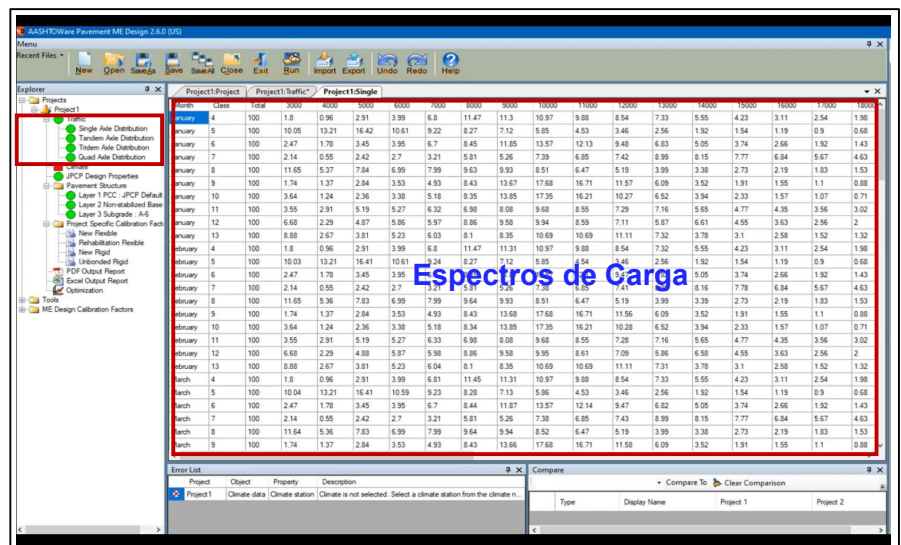


Figura N° 5.27 Software AASHTOWare Pavement, espectros de carga
Fuente: Capturas de video-tutorial

5.5 CARACTERIZACIÓN DE TRÁFICO EN EL ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PAVIMENTOS

La caracterización del tráfico, necesarios para la guía de diseño de estructuras de pavimentos AASHTO 1993 y para la guía mecanístico-empírico difiere de acuerdo a lo descrito en la presente investigación; asimismo la diferencia se aprecia en las ecuaciones de análisis de las estructuras de pavimento de las metodologías en mención.

Se describirá las ecuaciones para el diseño y análisis de la estructura de un pavimento flexible, de acuerdo al AASHTO 1993 y la guía mecanístico-empírico.

Guía AASHTO 1993:

La fórmula general de la guía AASHTO 93, para determinar el número estructural de diseño, presenta la siguiente expresión:

$$\text{Log}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * \text{Log}_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{Log}_{10}(MR) - 8.07$$

En la ecuación para determinar el número estructural de diseño, el tráfico está caracterizado como una única variable “ W_{18} ”, resultado de homogenizar las cargas registradas de los vehículos, mediante los factores de equivalencia de carga.

Guía Mecanístico-Empírico:

El AASHTOWare Pavement ME Design pronostica dos tipos de fisuramiento relacionado con las cargas, fisuras tipo piel de cocodrilo y las fisuras longitudinales; y para predecir ambos tipos de fisuras aplica el concepto del índice de daño incremental, con la siguiente ecuación: [17]

$$DI = \sum \left(\frac{n}{N_{f-HMA}} \right)_{j,m,l,p,T}$$

N_{f-HMA} : **Número permitido de repeticiones** de carga por eje para un pavimento flexible (condiciones de la estructura del pavimento, considerando el tipo de fisura)

n : **Número real de repeticiones** de carga por eje dentro de un periodo de tiempo específico

j : Intervalo de carga por eje

m : Tipo de carga por eje (simple, tándem y trídem)

l : tipo de camión utilizado

p : Mes

T : Temperatura

La guía mecanístico-empírico a diferencia de la guía AASHTO 93, usa el peso de los vehículos registrados por tipo de eje e intervalo de carga, asimismo por tipo de camión; que se concluye que los espectros de carga caracterizan adecuadamente los vehículos pesados.

CONCLUSIONES

- Se adecuó la clasificación vehicular peruana según la clasificación FHWA (vehículos de 13 clases).
- Se trabajó plantillas de trabajo, que permiten obtener de forma sistemática los espectros de carga y los parámetros específicos de tráfico, que requiere la plataforma AASHTOWare Pavement ME Desing; asimismo, las plantillas de trabajo permiten obtener los valores de ESAL a partir de los espectros de carga.
- Las ecuaciones de análisis de la estructura de pavimento de la guía mecanístico-empírico usa directamente los espectros de carga, que son los pesos de los vehículos registrados en las estaciones de pesaje; a diferencia de la guía AASHTO 93 que usa ejes equivalentes, resultado de homogenizar las cargas registradas de los vehículos, mediante los factores de equivalencia de carga.
- Los espectros de carga caracterizan adecuadamente los vehículos pesados, al contar con el software mecanístico-empírico que permite procesar dicha caracterización de tráfico.
- En los espectros de carga de Ejes Simples, Ejes Tándem y Ejes Trídem para la estación Serpentín de Pasamayo Sur, se aprecian que un gran porcentaje de los vehículos pesados circulan con pesos cercanos a los pesos máximos permitidos por el RENAV.
- Las plantillas trabajadas en el presente trabajo de investigación, permitirá determinar los espectros de carga y parámetros específicos de tráfico, siempre que cuente con información necesaria; generando espectros de carga de las carreteras del Perú con posterior análisis de dispersión de los resultados.
- Los espectros de carga para la estación Serpentín de Pasamayo Sur, difieren de los espectros de carga por defecto de la guía mecanístico – empírico.
- En la actualidad, las estaciones de pesaje registran los vehículos pesados, con la finalidad de fiscalizar y/o multar aquellos vehículos con sobrepeso; información que no se gestiona para la correcta caracterización del tráfico, mediante espectros de carga.

RECOMENDACIONES

- Las plantillas fueron elaboradas para un manejo sencillo e intuitivo, pero el uso de las mismas requiere de conocimiento previo acerca de la metodología mecanístico - empírico de diseño de pavimentos.
- El MTC debe gestionar información de las estaciones de pesaje distribuidas a nivel nacional, a fin de caracterizar el tráfico pesado mediante espectros de carga.
- Generar los espectros de carga para las estaciones de pesaje que cuenten con información necesaria; a fin que posteriormente se genere espectros de carga regionales y espectro de carga nacional.
- Es necesario e importante implementar una plataforma virtual que permita gestionar el tránsito vehicular pesado de las carreteras de ámbito Nacional, con fines de diseño de pavimentos nuevos y de rehabilitación.
- Es necesario desarrollar herramientas de apoyo que permitan procesar, calibrar y gestionar la información que se requiera para el uso de la metodología mecanístico - empírico en el diseño de estructuras de pavimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

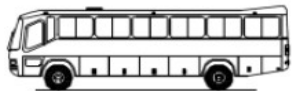



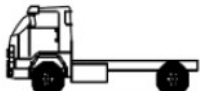
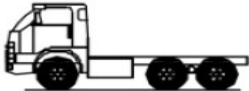


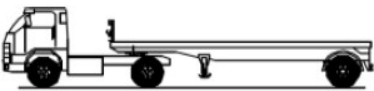
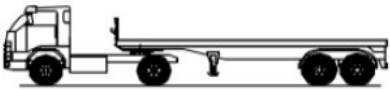


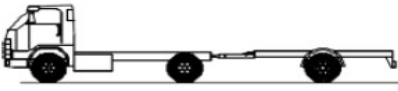
1. AASHTO. "Guide of Design of Pavement Structures". Washington DC, USA: American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.
2. AASHTO. "Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide" Manual of Practice, second edition, 2015.
3. AASHTO. Guía de diseño Mecanístico - Empírico de Pavimentos". Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials, Segunda Edición, 2015.
4. Álvarez García, Guadalupe y Fuente Lorita, Álvaro Antonio. "Caracterización de los espectros de carga en la red federal carreteras", Tesis de grado. Universidad Autónoma de Queretano, México, 2009.
5. ARA, Inc. Eres Consultants Division. "Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures", Final Report. NCHRP 1-37A Project, Part 1. Introduction, Chapter 1. Background, Scope and Overview, Champaign, Illinois, 2004.
6. ARA, Inc. Eres Consultants Division. "Guide for Mechanistic-Empirical Design of New and Rehabilitated Pavement Structures", Final Report. NCHRP 1-37A Project, Part 2. Design Inputs, Chapter 4. Traffic, Champaign, Illinois, 2004.
7. Casprowitz Arias, Luis Alberto. "Determinación de Factores de Camión para el Diseño de Pavimentos Flexiones en Guatemala", Tesis de grado. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2010.
8. Chang, C.; Vidal, J.; Guillermo, L.; Bustos, M; Delgadillo, R. "Aplicabilidad del Método Mecanístico - Empírico de Diseño de Pavimentos (MEPDG) AASHTO 2008 en Latinoamérica", IAG239-03-2013, 2013.
9. Chargoy Gómez, Luis Roberto. "Diseño y Desarrollo de un Prototipo para Pesaje Dinámico de Alta Velocidad", Tesis de grado. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 2015.
10. FHWA. " Verification, Refinement, and Applicability of Long-Term Pavement Performance Vehicle Classification Rules". Informe N° FHWA-HRT-13-091, USA: Federal Highway Administration, 2014.
11. Figueredo Gómez, Jorge Alexander. "Guía para el Uso del Método de Diseño de Estructuras de Pavimentos Nuevos Según Método AASHTO 2002", Tesis de grado. Universidad de El Salvador, San Salvador, 2005.

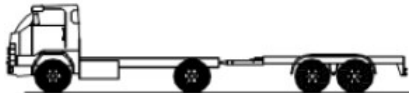
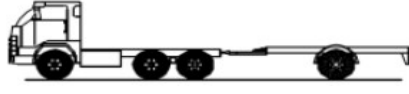
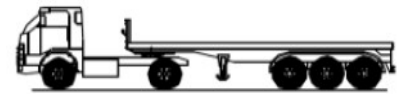
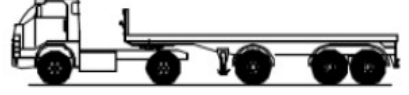

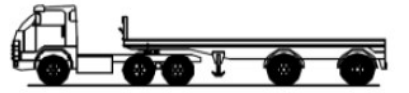
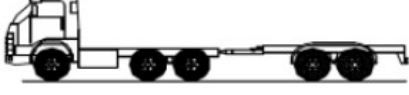

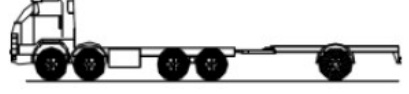


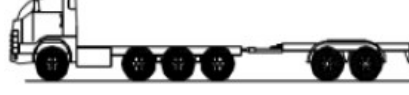
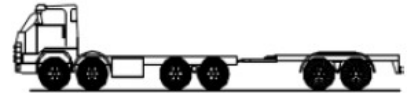
12. García Vargas, Ángel Baltazar; Gutiérrez Romero, Felipe Alberto y Hernández Soriano, Josué David. "Análisis Comparativo para Diseño de Pavimentos Flexibles Mediante las Alternativas: IMT-PAVE y CR-ME del Método Mecanicista Empírico, con el AASHTO 93", Tesis de grado. Universidad de El Salvador, San Salvador, 2014.
13. Garnica Anguas, Paul y Hernández Domínguez, Roberto. "Manual del IMT - PAVE 1.1". Instituto Mexicano de Transportes, Sanfandila, Qro, México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2013.
14. Garnica Anguas, Paul. "Espectros de Carga y Daño para Diseño de Pavimentos". México, 2009.
15. Garnica Anguas, Paul; Hernández Domínguez, Roberto y Castellanos Cordero, Alejandro. "Guía IMT - PAVE 3.0". Instituto Mexicano de Transportes, Sanfandila, Qro, México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2014.
16. Gutiérrez Lazares, J. Wilfredo. "Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transporte". Editorial Macro, Lima-Perú, 2016.
17. ICG. "Guía de Diseño Mecánico-Empírico de Pavimentos", Manual Práctico, 2da Edición, Lima, 2017.
18. Martínez Rodríguez, Danny Steve. "Impacto del Control de Pesos por Eje de Vehículos Pesados Sobre la Estructura de los Pavimentos", Tesis de grado. Universidad Ricardo Palma, Lima, 2015.
19. Maximiliano Velásquez, Elmer Jaime. "Implementación del Modelo de Climático con Fines de Diseño para Pavimento de Concreto Asfáltico Aplicando la Metodología MEPDG", Tesis de grado, FIC-UNI, Lima, 2016.
20. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Reglamento Nacional de Vehículos". Decreto Supremo N° 058-2003, Lima, 2003.
21. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual de Carretas. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos", Lima, 2014.
22. MTC. "Contrato de Concesión del Tramo 2 de IIRSA Centro: Puente Ricardo Palma-La Oroya-Huancayo y La Oroya-Dv. Cerro de Pasco". Comité de ProInversión en Proyectos de Infraestructura Vial, Infraestructura Ferroviaria e Infraestructura Aeroportuaria-PRO Integración, Lima: Agencia de Promoción de la Inversión Privada, 2010.


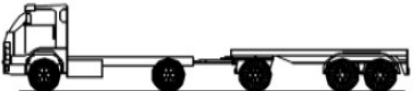

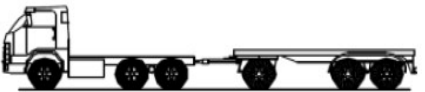









23. MTC. "Contrato de Concesión Tramo Ancón-Huacho-Pativilca de la Carretera Panamericana Norte". Comité de Infraestructuras y Servicios Públicos, Lima: Agencia de Promoción de la Inversión Privada, 2003.
24. Olavarría Bastidas, Sergio Fabián. "Caracterización de tránsito de vehículos pesados en base al método AASHTO de espectros de carga, para las regiones XIV y X", Tesis de grado. Universidad de Chile, Valdivia, 2013.
25. Salguero Hernández, Marco Tulio. "Implementación y Modernización en los Sistemas de Pesajes, Para el Mejor Control de Unidades Vehiculares con Carga Pesada que Transitan sobre la Red Vial de Guatemala", Tesis de grado. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2003.
26. Trejos Castillo, Christopher; Aguiar Moya, José Pablo y Loría Salazar, Luis Guillermo. "Programa de Infraestructura de Transportes, Desarrollo de Software de Análisis y Diseño de Pavimentos para Costa Rica", Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad Nacional Costa Rica, Costa Rica: Unidad de Materiales y Pavimentos, 2016.
27. Vásquez Monteros, Carlos Javier. "Factores de equivalencia de daño en pavimentos flexibles: análisis para condiciones típicas de Argentina" (Grado de Magister). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, 2016.
28. Vivanco Cahuana, Edwin Ricardo. "Caracterización de Tránsito de Vehículos Pesados Aplicando la Metodología MEPDG - AAHSTO 2008, Aplicación en Pavimento de Concreto Hidráulico - Lima", Tesis de grado, FIC-UNI, Lima, 2016.

ANEXO 1

Número de Ejes (Eje Simple, Eje Tándem y Eje Trídem) para los tipos de vehículo según clasificación vehicular peruana

Clasificación FHWA	Configuración vehicular Peruana	Número de ejes Independientes	Descripción Gráfica de los vehículos	N° de Ejes		
				Simple	Tándem	Tridem
C04	B2	2		2	-	-
C04	B3-1	3		1	1	-
C04	B4-1	4		-	2	-
C04	BA-1	3		3	-	-
C05	C2	2		2	-	-
C06	C3	3		1	1	-
C07	C4	4		1	-	1
C07	8x4	4		-	2	-
C08	T2S1	3		3	-	-
C08	T2S2	4		2	1	-
C08	T2Se2	4		4	-	-
C08	T3S1	4		2	1	-
C08	C2RB1	3		3	-	-






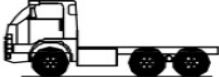


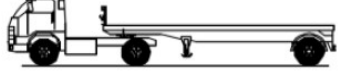
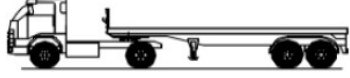
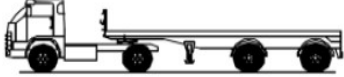

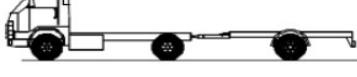
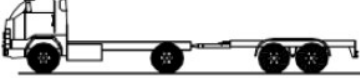
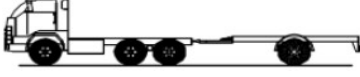
Clasificación FHWA	Configuración vehicular Peruana	Número de ejes Independientes	Descripción Gráfica de los vehículos	N° de Ejes		
				Simple	Tándem	Tridem
C08	C2RB2	4		2	1	-
C08	C3RB1	4		2	1	-
C09	T2S3	5		2	-	1
C09	T2Se3	5		3	1	-
C09	T3S2	5		1	2	-
C09	T3Se2	5		3	1	-
C09	C3RB2	5		1	2	-
C09	C4RB1	5		2	-	1
C09	8x4RB1	5		1	2	-
C10	T3S3	6		1	1	1
C10	T3Se3	6		2	2	-
C10	C4RB2	6		1	1	1
C10	8x4RB2	6		-	3	-

Clasificación FHWA	Configuración vehicular Peruana	Número de ejes Independientes	Descripción Gráfica de los vehículos	N° de Ejes		
				Simple	Tándem	Tridem
C11	C2R2	4		4	-	-
C11	C2R3	5		3	1	-
C11	C3R2	5		3	1	-
C12	C3R3	6		2	2	-
C12	C4R2	6		3	-	1
C12	8x4R2	6		2	2	-
C13	C3R4	7		1	3	-
C13	C4R3	7		2	1	1
C13	8x4R3	7		1	3	-
C13	8x4R4	8		-	4	-
C13	T3S2S2	7		1	3	-
C13	T3Se2Se2	7		5	1	-
C13	T3S2S1S2	8		2	3	-

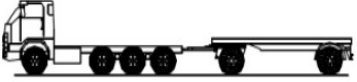


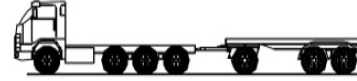
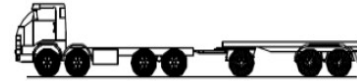
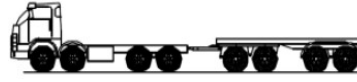



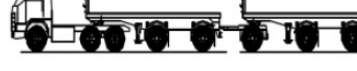
Clasificación FHWA	Configuración vehicular Peruana	Número de ejes Independientes	Descripción Gráfica de los vehículos	N° de Ejes		
				Simple	Tándem	Tridem
C13	T3Se2S1Se2	8		6	1	-

ANEXO 2

Conjuntos de Ejes Independientes (EI) que forman tipo de ejes (Eje Simple,
Eje Tándem y Eje Trídem)

Clasificación		Descripción Gráfica de los vehículos	Tipo de Ejes										
FHWA	Peruana		Eje Simple 1	Eje Simple 2	Eje Simple 3	Eje Simple 4	Eje Simple 5	Eje Simple 6	Eje Tandem 1	Eje Tandem 2	Eje Tandem 3	Eje Tandem 4	Eje Tridem 1
C04	B2		EI1	EI2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C04	B3-1		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	-
C04	B4-1		-	-	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	-	-	-
C04	BA-1		EI1	EI2	EI3	-	-	-	-	-	-	-	-
C05	C2		EI1	EI2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C06	C3		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	-
C07	C4		EI1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	EI2+EI3+EI4
C07	8X4		-	-	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	-	-	-
C08	T2S1		EI1	EI2	EI3	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	T2S2		EI1	EI2	-	-	-	-	EI3+EI4	-	-	-	-
C08	T2SE2		EI1	EI2	EI3	EI4	-	-	-	-	-	-	-
C08	T3S1		EI1	EI4	-	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	-
C08	C2RB1		EI1	EI2	EI3	-	-	-	-	-	-	-	-
C08	C2RB2		EI1	EI2	-	-	-	-	EI3+EI4	-	-	-	-
C08	C3RB1		EI1	EI4	-	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	-

Clasificación		Descripción Gráfica de los vehículos	Tipo de Ejes										
FHWA	Peruana		Eje Simple 1	Eje Simple 2	Eje Simple 3	Eje Simple 4	Eje Simple 5	Eje Simple 6	Eje Tandem 1	Eje Tandem 2	Eje Tandem 3	Eje Tandem 4	Eje Tridem 1
C09	T2S3		EI1	EI2	-	-	-	-	-	-	-	-	EI3+EI4+EI5
C09	T2SE3		EI1	EI2	EI3	-	-	-	EI4+EI5	-	-	-	-
C09	T3S2		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	EI4+EI5	-	-	-
C09	T3SE2		EI1	EI4	EI5	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	-
C09	C3RB2		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	EI4+EI5	-	-	-
C09	C4RB1		EI1	EI5	-	-	-	-	-	-	-	-	EI2+EI3+EI4
C09	8X4RB1		EI5	-	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	-	-	-
C10	T3S3		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	EI4+EI5+EI6
C10	T3SE3		EI1	EI4	-	-	-	-	EI2+EI3	EI5+EI6	-	-	-
C10	C4RB2		EI1	-	-	-	-	-	EI5+EI6	-	-	-	EI2+EI3+EI4
C10	8X4RB2		-	-	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	EI5+EI6	-	-
C11	C2R2		EI1	EI2	EI3	EI4	-	-	-	-	-	-	-
C11	C2R3		EI1	EI2	EI3	-	-	-	EI4+EI5	-	-	-	-
C11	C3R2		EI1	EI4	EI5	-	-	-	EI2+EI3	-	-	-	-
C12	C3R3		EI1	EI4	-	-	-	-	EI2+EI3	EI5+EI6	-	-	-

Clasificación		Descripción Gráfica de los vehículos	Tipo de Ejes										
FHWA	Peruana		Eje Simple 1	Eje Simple 2	Eje Simple 3	Eje Simple 4	Eje Simple 5	Eje Simple 6	Eje Tandem 1	Eje Tandem 2	Eje Tandem 3	Eje Tandem 4	Eje Tridem 1
C12	C4R2		EI1	EI5	EI6	-	-	-	-	-	-	-	EI2+EI3+EI4
C12	8X4R2		EI5	EI6	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	-	-	-
C13	C3R4		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	EI4+EI5	EI6+EI7	-	-
C13	C4R3		EI1	EI5	-	-	-	-	EI6+EI7	-	-	-	EI2+EI3+EI4
C13	8X4R3		EI5	-	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	EI6+EI7	-	-
C13	8X4R4		-	-	-	-	-	-	EI1+EI2	EI3+EI4	EI5+EI6	EI7+EI8	-
C13	T3S2S2		EI1	-	-	-	-	-	EI2+EI3	EI4+EI5	EI6+EI7	-	-
C13	T3SE2SE2		EI1	EI4	EI5	EI6	EI7	-	EI2+EI3	-	-	-	-
C13	T3S2S1S2		EI1	EI6	-	-	-	-	EI2+EI3	EI4+EI5	EI7+EI8	-	-
C13	T3SE2S1SE2		EI1	EI4	EI5	EI6	EI7	EI8	EI1+EI2	-	-	-	-

ANEXO 3

Valores de Espectro de Carga para los tipos de vehículo según clasificación
FHWA

CAMION TIPO "C04"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

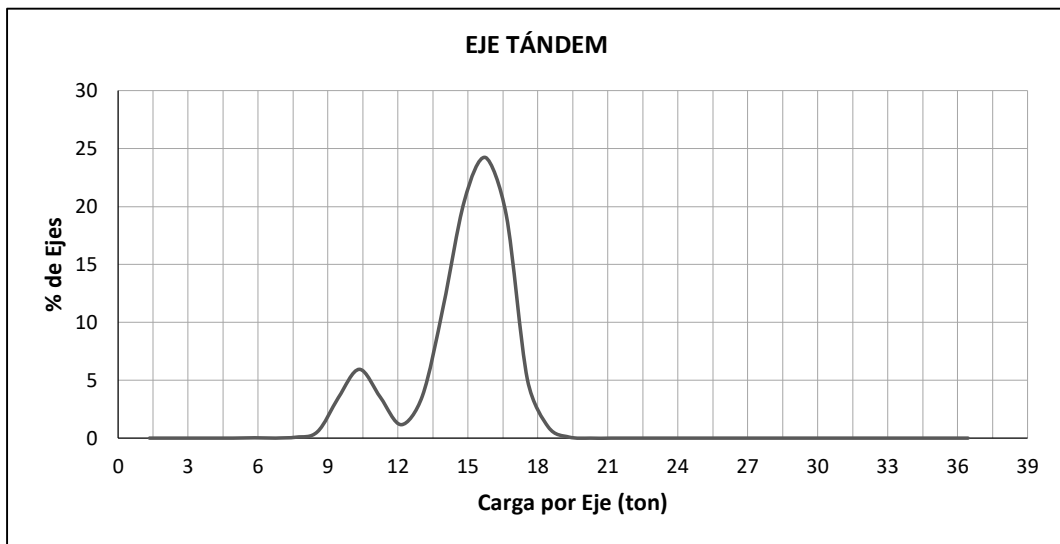
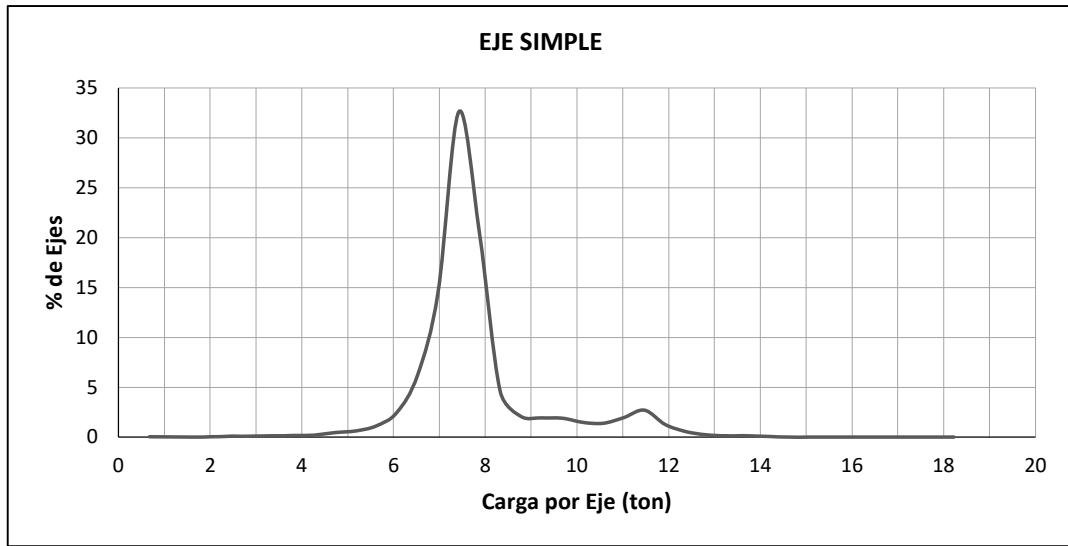
EJE SIMPLE

Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	7	0.06
1.58	1	0.01
2.03	5	0.04
2.48	12	0.10
2.93	12	0.10
3.38	17	0.14
3.83	20	0.16
4.28	26	0.21
4.73	58	0.47
5.18	78	0.63
5.63	140	1.13
6.08	306	2.48
6.53	772	6.25
6.98	1802	14.58
7.43	4032	32.62
7.88	2533	20.50
8.33	567	4.59
8.78	259	2.10
9.23	239	1.93
9.68	236	1.91
10.13	184	1.49
10.58	173	1.40
11.03	243	1.97
11.48	335	2.71
11.93	156	1.26
12.38	70	0.57
12.83	30	0.24
13.28	17	0.14
13.73	19	0.15
14.18	8	0.06
14.63	0	0.00
15.08	2	0.02
15.53	0	0.00
15.98	0	0.00
16.43	0	0.00
16.88	0	0.00
17.33	0	0.00
17.78	0	0.00
18.23	0	0.00
TOTAL	12,359	

EJE TÁNDEM

Carga (Ton.)	Cantidad	%
1.35	0	0.00
3.15	0	0.00
4.05	0	0.00
4.95	1	0.01
5.85	5	0.04
6.75	2	0.02
7.65	11	0.10
8.55	63	0.56
9.45	395	3.49
10.35	674	5.96
11.25	397	3.51
12.15	131	1.16
13.05	414	3.66
13.95	1286	11.37
14.85	2316	20.48
15.75	2740	24.22
16.65	2177	19.25
17.55	574	5.07
18.45	110	0.97
19.35	12	0.11
20.25	0	0.00
21.15	1	0.01
22.05	1	0.01
22.95	1	0.01
23.85	0	0.00
24.75	0	0.00
25.65	0	0.00
26.55	0	0.00
27.45	0	0.00
28.35	0	0.00
29.25	0	0.00
30.15	0	0.00
31.05	0	0.00
31.95	0	0.00
32.85	0	0.00
33.75	0	0.00
34.65	0	0.00
35.55	0	0.00
36.45	0	0.00
TOTAL	11,311	

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA



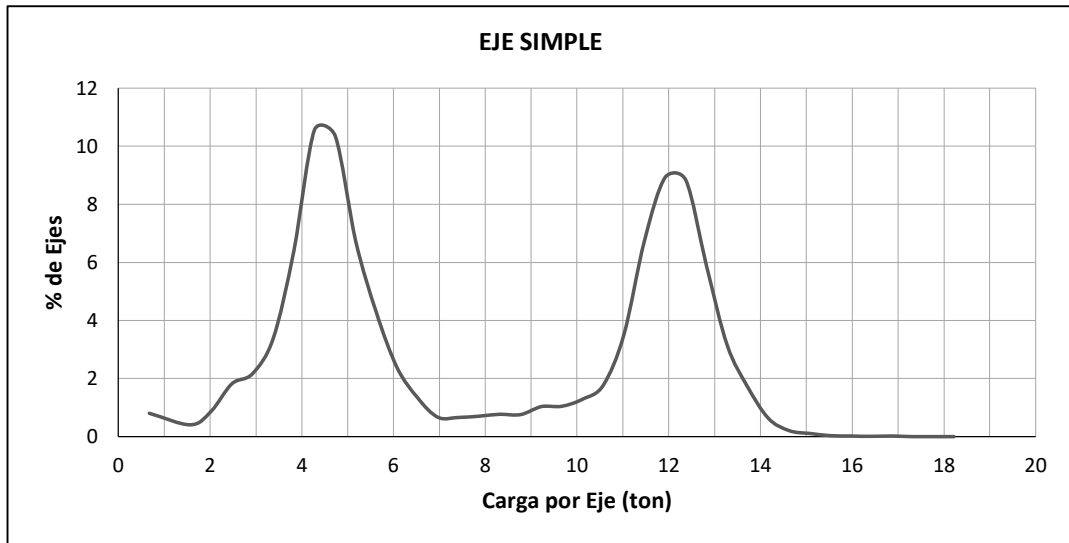
CAMION TIPO "C05"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

EJE SIMPLE

Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	221	0.80
1.58	113	0.41
2.03	243	0.88
2.48	504	1.82
2.93	599	2.17
3.38	931	3.37
3.83	1770	6.41
4.28	2917	10.56
4.73	2862	10.36
5.18	1862	6.74
5.63	1178	4.26
6.08	659	2.38
6.53	367	1.33
6.98	182	0.66
7.43	184	0.67
7.88	195	0.71
8.33	212	0.77
8.78	210	0.76
9.23	285	1.03
9.68	289	1.05
10.13	356	1.29
10.58	491	1.78
11.03	969	3.51
11.48	1871	6.77
11.93	2466	8.92
12.38	2440	8.83
12.83	1630	5.90
13.28	871	3.15
13.73	472	1.71
14.18	173	0.63
14.63	57	0.21
15.08	30	0.11
15.53	10	0.04
15.98	5	0.02
16.43	4	0.01
16.88	5	0.02
17.33	1	0.00
17.78	0	0.00
18.23	0	0.00
TOTAL	27,634	

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA



CAMION TIPO "C06"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

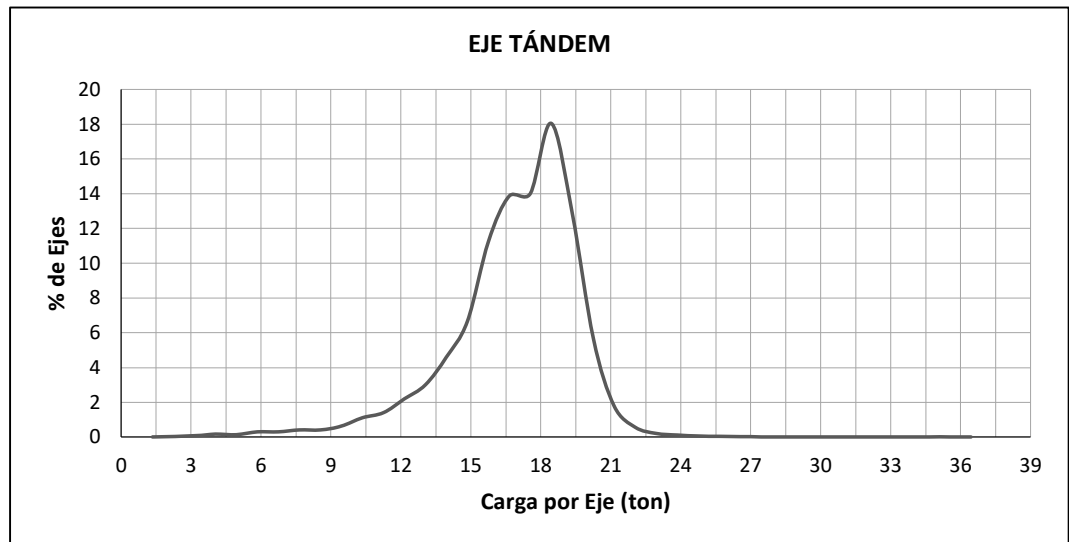
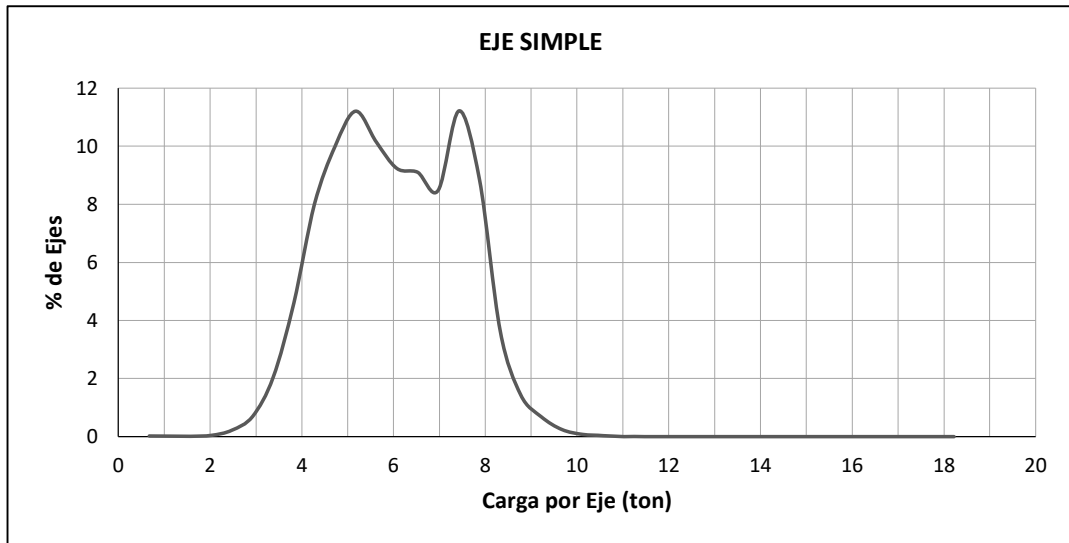
EJE SIMPLE

Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	4	0.02
1.58	3	0.02
2.03	9	0.05
2.48	42	0.22
2.93	131	0.70
3.38	383	2.04
3.83	865	4.61
4.28	1502	8.00
4.73	1879	10.00
5.18	2105	11.21
5.63	1905	10.14
6.08	1734	9.23
6.53	1709	9.10
6.98	1593	8.48
7.43	2108	11.22
7.88	1662	8.85
8.33	681	3.63
8.78	269	1.43
9.23	129	0.69
9.68	46	0.24
10.13	15	0.08
10.58	7	0.04
11.03	1	0.01
11.48	1	0.01
11.93	0	0.00
12.38	0	0.00
12.83	0	0.00
13.28	0	0.00
13.73	0	0.00
14.18	0	0.00
14.63	0	0.00
15.08	0	0.00
15.53	0	0.00
15.98	0	0.00
16.43	0	0.00
16.88	0	0.00
17.33	0	0.00
17.78	0	0.00
18.23	0	0.00
TOTAL	18,783	

EJE TÁNDEM

Carga (Ton.)	Cantidad	%
1.35	2	0.01
3.15	15	0.08
4.05	32	0.17
4.95	27	0.14
5.85	56	0.30
6.75	57	0.30
7.65	77	0.41
8.55	78	0.42
9.45	118	0.63
10.35	208	1.11
11.25	263	1.40
12.15	412	2.19
13.05	565	3.01
13.95	861	4.58
14.85	1250	6.65
15.75	2115	11.26
16.65	2606	13.87
17.55	2633	14.02
18.45	3392	18.06
19.35	2414	12.85
20.25	1063	5.66
21.15	334	1.78
22.05	106	0.56
22.95	39	0.21
23.85	22	0.12
24.75	11	0.06
25.65	9	0.05
26.55	5	0.03
27.45	3	0.02
28.35	2	0.01
29.25	0	0.00
30.15	2	0.01
31.05	1	0.01
31.95	1	0.01
32.85	1	0.01
33.75	1	0.01
34.65	1	0.01
35.55	3	0.02
36.45	0	0.00
TOTAL	18,785	

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

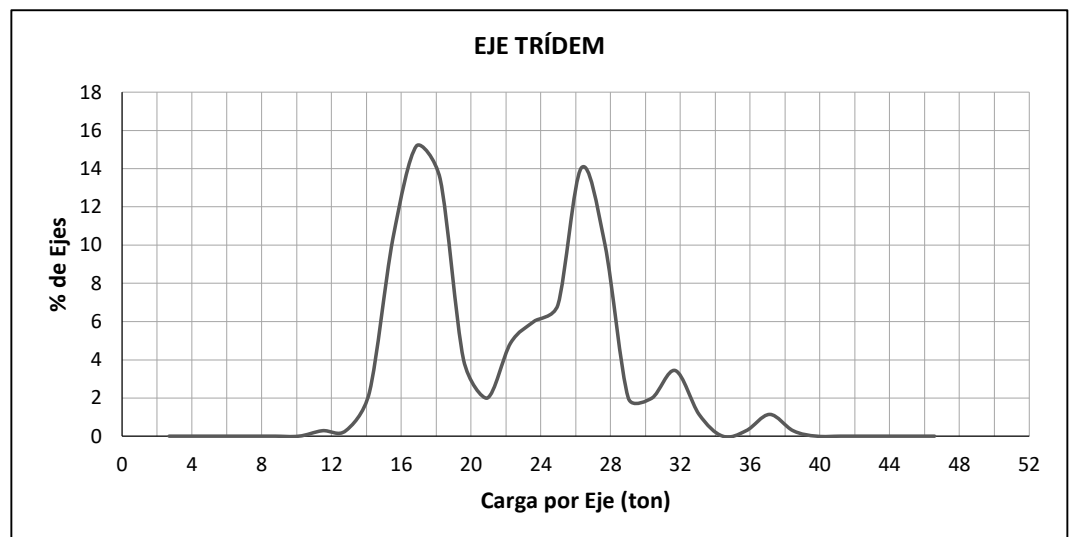
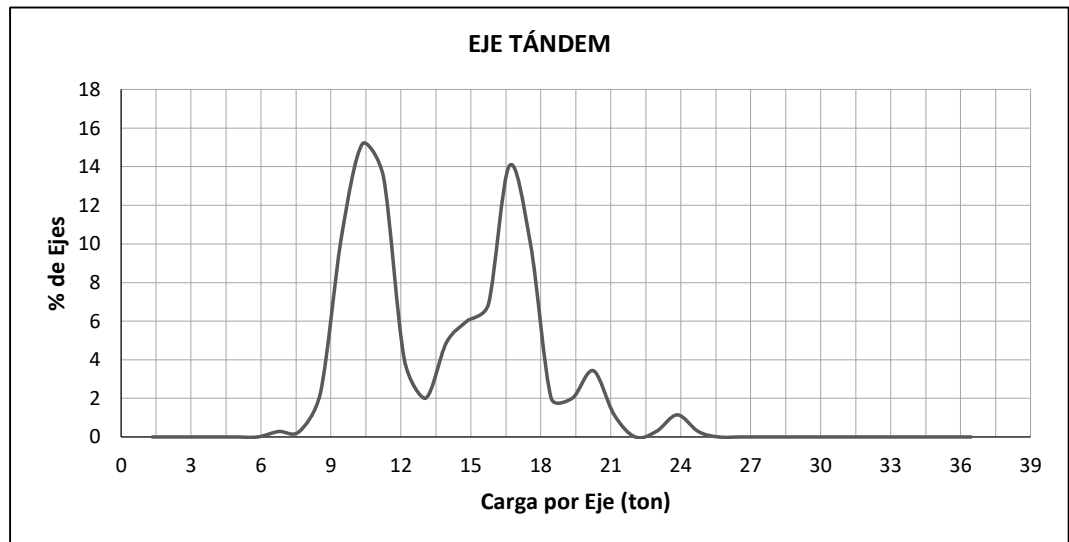
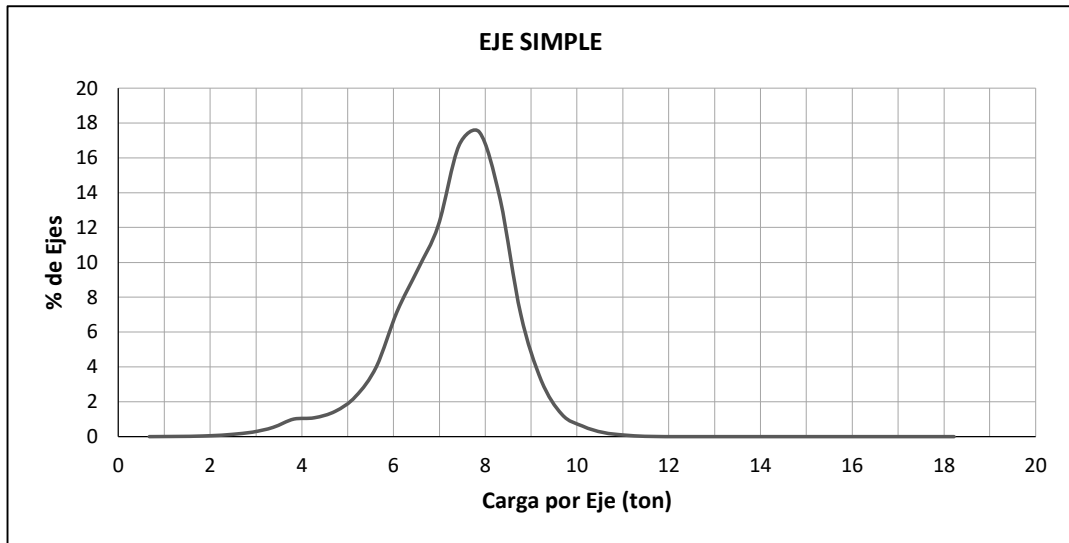


CAMION TIPO "C07"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRÍDEM		
Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	0	0.00	1.35	0	0.00	2.70	0	0.00
1.58	3	0.02	3.15	0	0.00	6.08	1	0.01
2.03	7	0.05	4.05	0	0.00	7.43	15	0.11
2.48	18	0.13	4.95	0	0.00	8.78	55	0.41
2.93	35	0.26	5.85	0	0.00	10.13	91	0.68
3.38	71	0.53	6.75	1	0.29	11.48	67	0.50
3.83	134	1.00	7.65	1	0.29	12.83	99	0.74
4.28	144	1.08	8.55	8	2.29	14.18	157	1.17
4.73	194	1.45	9.45	36	10.32	15.53	284	2.12
5.18	309	2.31	10.35	53	15.19	16.88	435	3.25
5.63	539	4.03	11.25	47	13.47	18.23	545	4.07
6.08	959	7.17	12.15	14	4.01	19.58	897	6.70
6.53	1283	9.59	13.05	7	2.01	20.93	2006	14.99
6.98	1623	12.13	13.95	17	4.87	22.28	3519	26.30
7.43	2237	16.72	14.85	21	6.02	23.63	3499	26.15
7.88	2338	17.47	15.75	24	6.88	24.98	1418	10.60
8.33	1819	13.59	16.65	49	14.04	26.33	270	2.02
8.78	939	7.02	17.55	35	10.03	27.68	13	0.10
9.23	431	3.22	18.45	7	2.01	29.03	6	0.04
9.68	169	1.26	19.35	7	2.01	30.38	1	0.01
10.13	80	0.60	20.25	12	3.44	31.73	0	0.00
10.58	31	0.23	21.15	4	1.15	33.08	0	0.00
11.03	13	0.10	22.05	0	0.00	34.43	1	0.01
11.48	3	0.02	22.95	1	0.29	35.78	0	0.00
11.93	1	0.01	23.85	4	1.15	37.13	1	0.01
12.38	0	0.00	24.75	1	0.29	38.48	0	0.00
12.83	0	0.00	25.65	0	0.00	39.83	0	0.00
13.28	0	0.00	26.55	0	0.00	41.18	0	0.00
13.73	0	0.00	27.45	0	0.00	42.53	0	0.00
14.18	0	0.00	28.35	0	0.00	43.88	0	0.00
14.63	0	0.00	29.25	0	0.00	45.23	0	0.00
15.08	0	0.00	30.15	0	0.00	46.58	0	0.00
15.53	0	0.00	31.05	0	0.00	TOTAL	13,380	
15.98	0	0.00	31.95	0	0.00			
16.43	0	0.00	32.85	0	0.00			
16.88	0	0.00	33.75	0	0.00			
17.33	0	0.00	34.65	0	0.00			
17.78	0	0.00	35.55	0	0.00			
18.23	0	0.00	36.45	0	0.00			
TOTAL	13,380		TOTAL	349				

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA



CAMION TIPO "C08"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

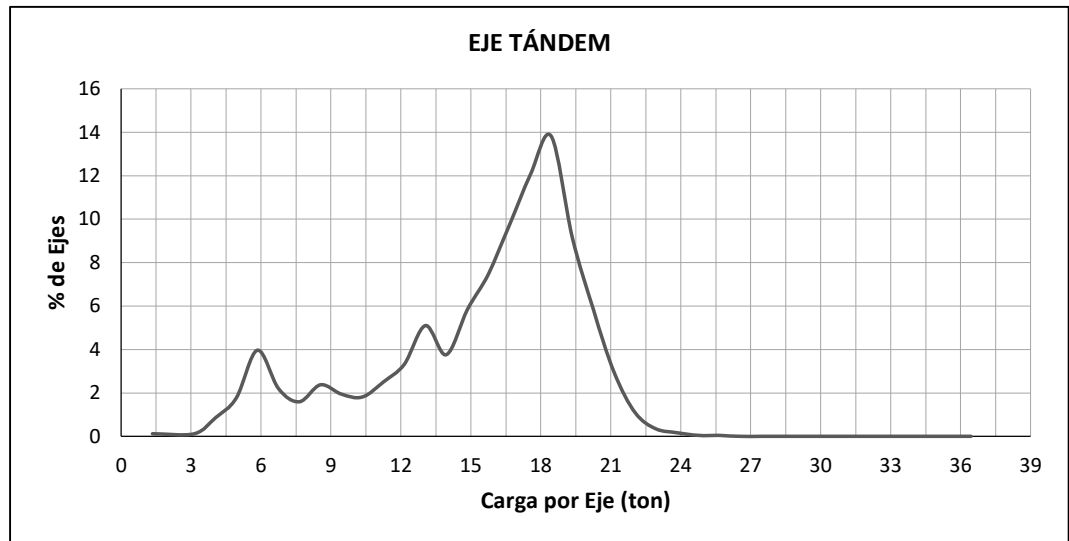
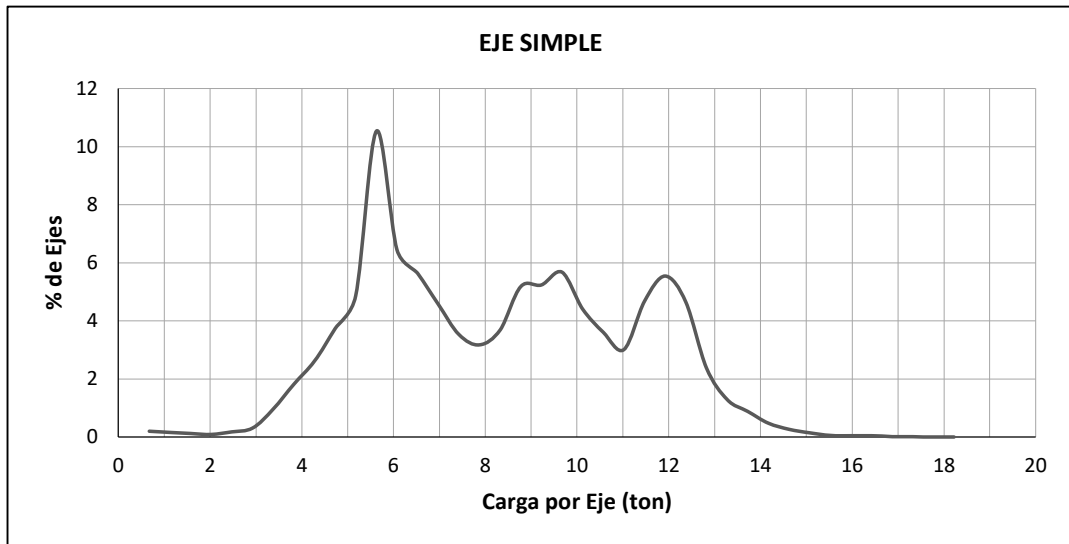
EJE SIMPLE

Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	27	0.20
1.58	16	0.12
2.03	12	0.09
2.48	24	0.18
2.93	41	0.30
3.38	129	0.96
3.83	246	1.82
4.28	352	2.61
4.73	504	3.73
5.18	656	4.86
5.63	1423	10.54
6.08	871	6.45
6.53	760	5.63
6.98	617	4.57
7.43	476	3.52
7.88	428	3.17
8.33	499	3.70
8.78	700	5.18
9.23	707	5.24
9.68	766	5.67
10.13	595	4.41
10.58	487	3.61
11.03	406	3.01
11.48	632	4.68
11.93	748	5.54
12.38	627	4.64
12.83	321	2.38
13.28	174	1.29
13.73	119	0.88
14.18	64	0.47
14.63	36	0.27
15.08	19	0.14
15.53	7	0.05
15.98	6	0.04
16.43	6	0.04
16.88	2	0.01
17.33	1	0.01
17.78	0	0.00
18.23	0	0.00
TOTAL	13,504	

EJE TÁNDEM

Carga (Ton.)	Cantidad	%
1.35	3	0.13
3.15	3	0.13
4.05	20	0.86
4.95	41	1.77
5.85	92	3.97
6.75	51	2.20
7.65	37	1.60
8.55	55	2.38
9.45	45	1.94
10.35	42	1.81
11.25	58	2.51
12.15	77	3.33
13.05	118	5.10
13.95	87	3.76
14.85	135	5.83
15.75	173	7.47
16.65	225	9.72
17.55	279	12.05
18.45	320	13.82
19.35	212	9.16
20.25	135	5.83
21.15	68	2.94
22.05	25	1.08
22.95	8	0.35
23.85	4	0.17
24.75	1	0.04
25.65	1	0.04
26.55	0	0.00
27.45	0	0.00
28.35	0	0.00
29.25	0	0.00
30.15	0	0.00
31.05	0	0.00
31.95	0	0.00
32.85	0	0.00
33.75	0	0.00
34.65	0	0.00
35.55	0	0.00
36.45	0	0.00
TOTAL	2,315	

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA



CAMION TIPO "C09"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

EJE SIMPLE

Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	192	0.55
1.58	60	0.17
2.03	116	0.33
2.48	227	0.64
2.93	222	0.63
3.38	271	0.77
3.83	1223	3.47
4.28	2687	7.63
4.73	3654	10.38
5.18	3774	10.72
5.63	2722	7.73
6.08	1363	3.87
6.53	1937	5.50
6.98	1455	4.13
7.43	798	2.27
7.88	295	0.84
8.33	308	0.88
8.78	455	1.29
9.23	617	1.75
9.68	822	2.34
10.13	1094	3.11
10.58	1677	4.76
11.03	1921	5.46
11.48	1936	5.50
11.93	1665	4.73
12.38	749	2.13
12.83	566	1.61
13.28	452	1.28
13.73	409	1.16
14.18	326	0.93
14.63	243	0.69
15.08	227	0.64
15.53	200	0.57
15.98	207	0.59
16.43	152	0.43
16.88	90	0.26
17.33	47	0.13
17.78	17	0.05
18.23	20	0.06
TOTAL	35,196	

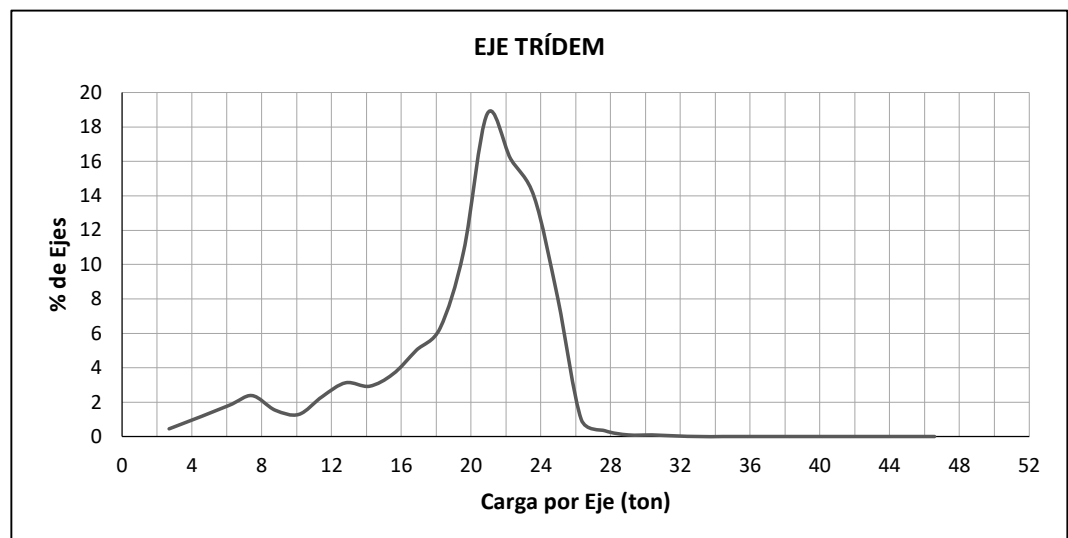
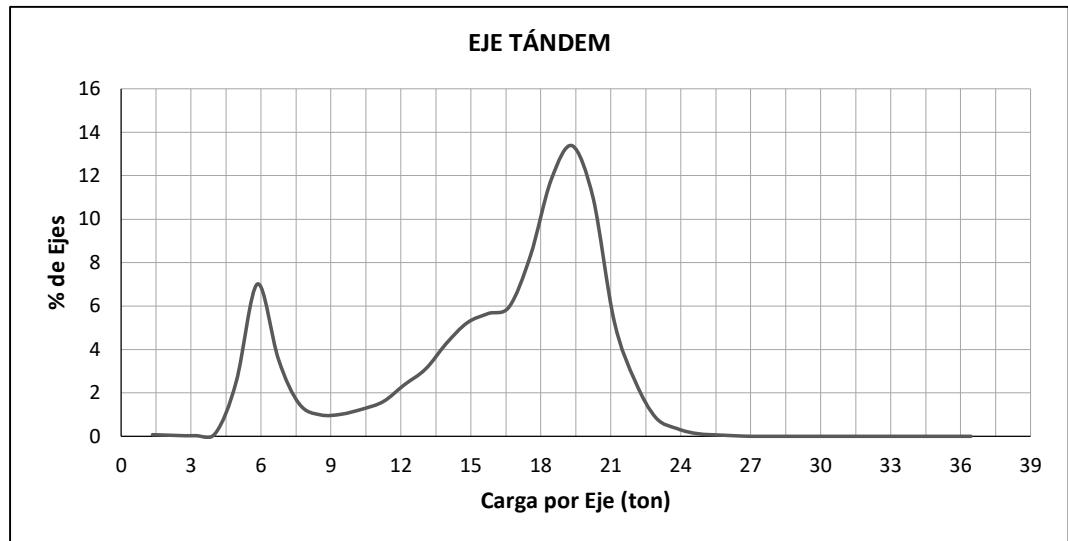
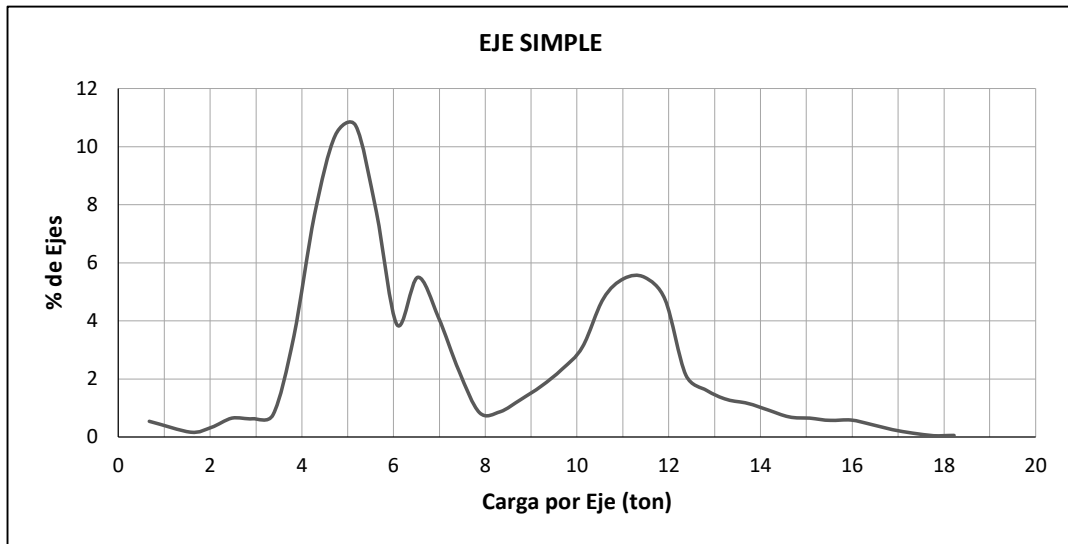
EJE TÁNDEM

Carga (Ton.)	Cantidad	%
1.35	20	0.08
3.15	8	0.03
4.05	39	0.16
4.95	627	2.54
5.85	1732	7.02
6.75	872	3.53
7.65	367	1.49
8.55	244	0.99
9.45	253	1.03
10.35	311	1.26
11.25	396	1.60
12.15	586	2.37
13.05	763	3.09
13.95	1056	4.28
14.85	1292	5.24
15.75	1396	5.66
16.65	1474	5.97
17.55	2052	8.32
18.45	2915	11.81
19.35	3302	13.38
20.25	2693	10.91
21.15	1307	5.30
22.05	622	2.52
22.95	209	0.85
23.85	87	0.35
24.75	31	0.13
25.65	15	0.06
26.55	5	0.02
27.45	1	0.00
28.35	0	0.00
29.25	0	0.00
30.15	0	0.00
31.05	0	0.00
31.95	0	0.00
32.85	0	0.00
33.75	0	0.00
34.65	0	0.00
35.55	0	0.00
36.45	0	0.00
TOTAL	24,675	

EJE TRÍDEM

Carga (Ton.)	Cantidad	%
2.70	9	0.45
6.08	36	1.79
7.43	48	2.39
8.78	31	1.54
10.13	26	1.29
11.48	47	2.34
12.83	63	3.13
14.18	59	2.93
15.53	73	3.63
16.88	101	5.02
18.23	127	6.32
19.58	216	10.74
20.93	377	18.75
22.28	325	16.16
23.63	280	13.92
24.98	161	8.01
26.33	20	0.99
27.68	7	0.35
29.03	2	0.10
30.38	2	0.10
31.73	1	0.05
33.08	0	0.00
34.43	0	0.00
35.78	0	0.00
37.13	0	0.00
38.48	0	0.00
39.83	0	0.00
41.18	0	0.00
42.53	0	0.00
43.88	0	0.00
45.23	0	0.00
46.58	0	0.00
TOTAL	2,011	

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

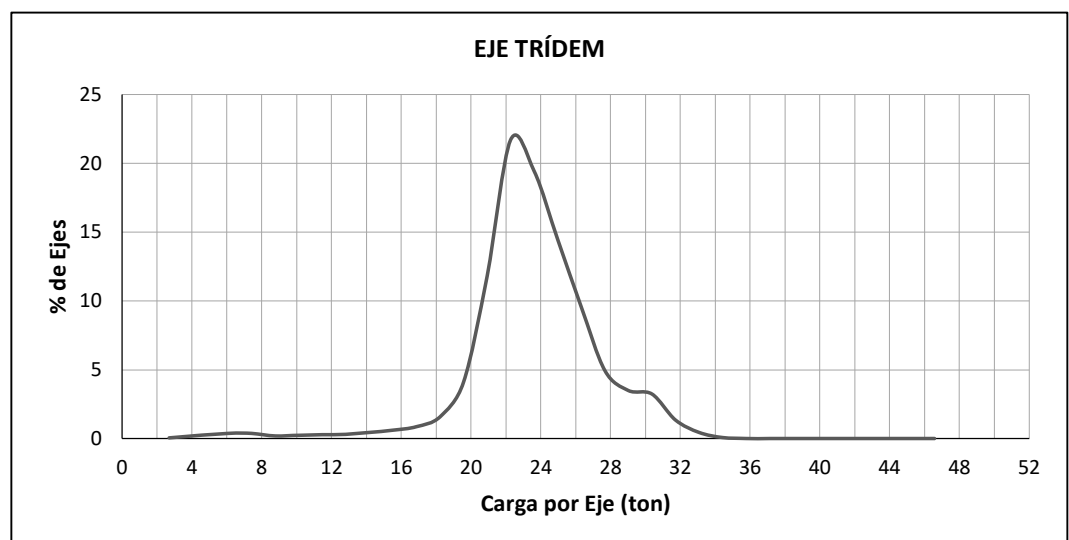
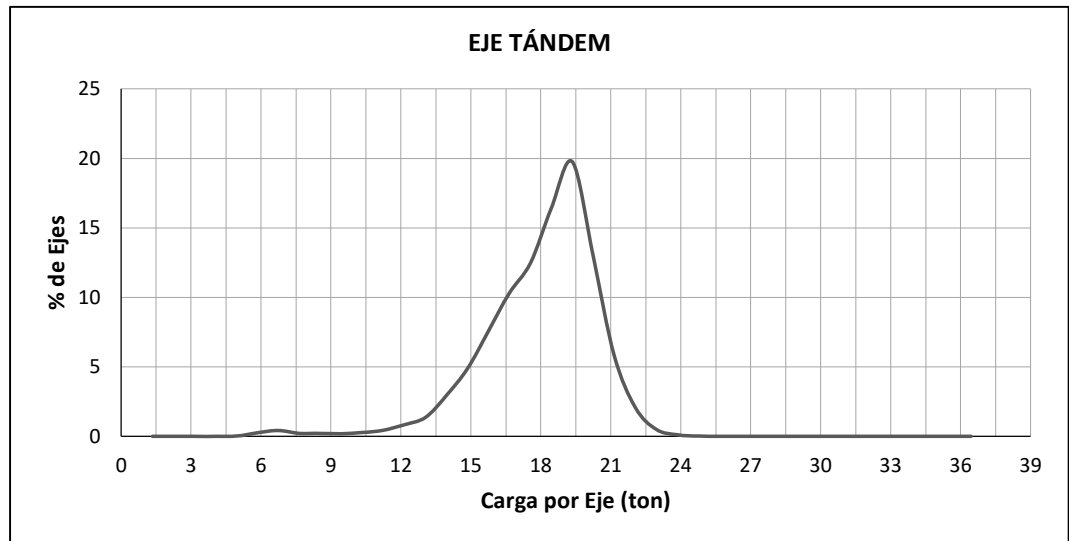
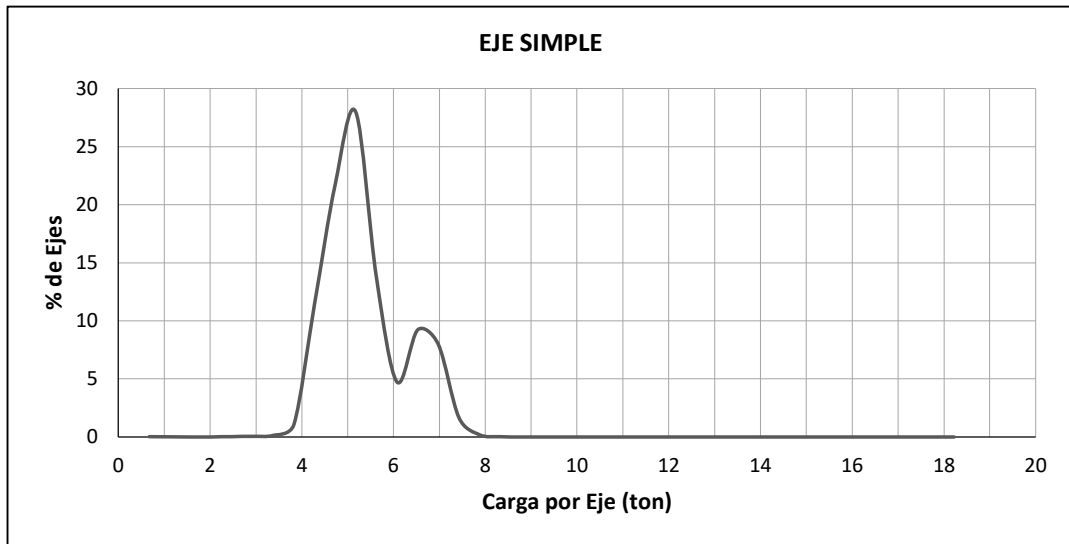


CAMION TIPO "C10"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRÍDEM		
Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	26	0.03	1.35	0	0.00	2.70	53	0.05
1.58	8	0.01	3.15	0	0.00	6.08	400	0.39
2.03	14	0.01	4.05	1	0.00	7.43	382	0.37
2.48	41	0.04	4.95	23	0.02	8.78	190	0.19
2.93	63	0.06	5.85	268	0.26	10.13	253	0.25
3.38	132	0.13	6.75	442	0.43	11.48	290	0.28
3.83	1095	1.07	7.65	233	0.23	12.83	329	0.32
4.28	11652	11.37	8.55	229	0.22	14.18	456	0.45
4.73	22273	21.74	9.45	205	0.20	15.53	633	0.62
5.18	28687	28.00	10.35	281	0.27	16.88	877	0.86
5.63	14052	13.71	11.25	449	0.44	18.23	1633	1.60
6.08	4842	4.73	12.15	865	0.84	19.58	4193	4.11
6.53	9459	9.23	13.05	1397	1.36	20.93	12067	11.82
6.98	8191	7.99	13.95	3015	2.94	22.28	22139	21.69
7.43	1691	1.65	14.85	4982	4.86	23.63	19816	19.42
7.88	203	0.20	15.75	7761	7.57	24.98	14732	14.43
8.33	30	0.03	16.65	10559	10.30	26.33	9763	9.57
8.78	4	0.00	17.55	12768	12.46	27.68	5050	4.95
9.23	1	0.00	18.45	16796	16.39	29.03	3571	3.50
9.68	0	0.00	19.35	20237	19.75	30.38	3307	3.24
10.13	2	0.00	20.25	13214	12.89	31.73	1377	1.35
10.58	0	0.00	21.15	5950	5.81	33.08	455	0.45
11.03	0	0.00	22.05	2126	2.07	34.43	86	0.08
11.48	0	0.00	22.95	521	0.51	35.78	8	0.01
11.93	0	0.00	23.85	118	0.12	37.13	1	0.00
12.38	1	0.00	24.75	25	0.02	38.48	0	0.00
12.83	0	0.00	25.65	5	0.00	39.83	0	0.00
13.28	0	0.00	26.55	5	0.00	41.18	0	0.00
13.73	0	0.00	27.45	1	0.00	42.53	0	0.00
14.18	0	0.00	28.35	0	0.00	43.88	0	0.00
14.63	0	0.00	29.25	0	0.00	45.23	0	0.00
15.08	0	0.00	30.15	0	0.00	46.58	0	0.00
15.53	0	0.00	31.05	0	0.00	TOTAL	102,061	
15.98	0	0.00	31.95	0	0.00			
16.43	0	0.00	32.85	0	0.00			
16.88	0	0.00	33.75	0	0.00			
17.33	0	0.00	34.65	0	0.00			
17.78	0	0.00	35.55	0	0.00			
18.23	0	0.00	36.45	0	0.00			
TOTAL	102,467		TOTAL	102,476				

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA



CAMION TIPO "C11"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

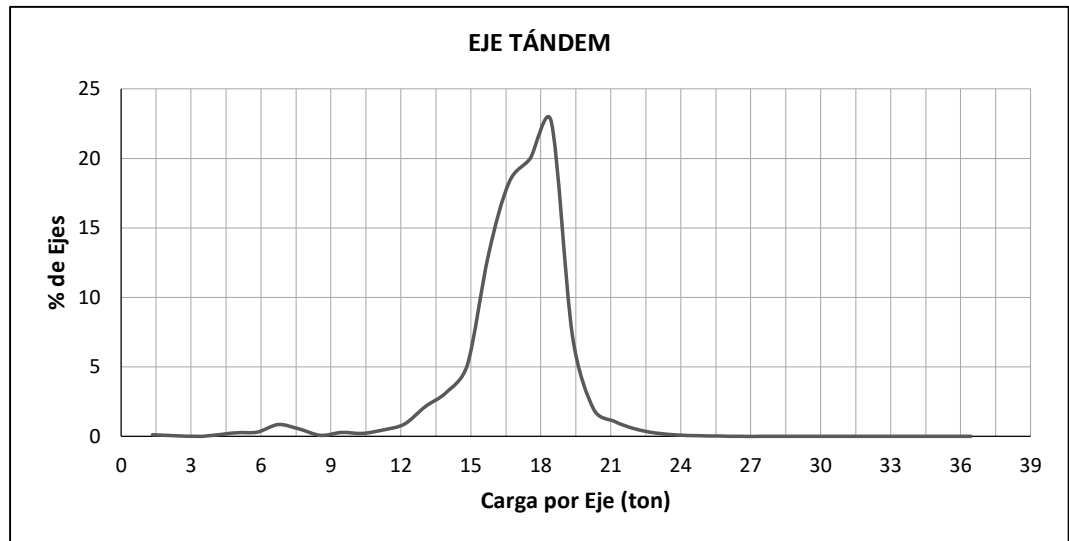
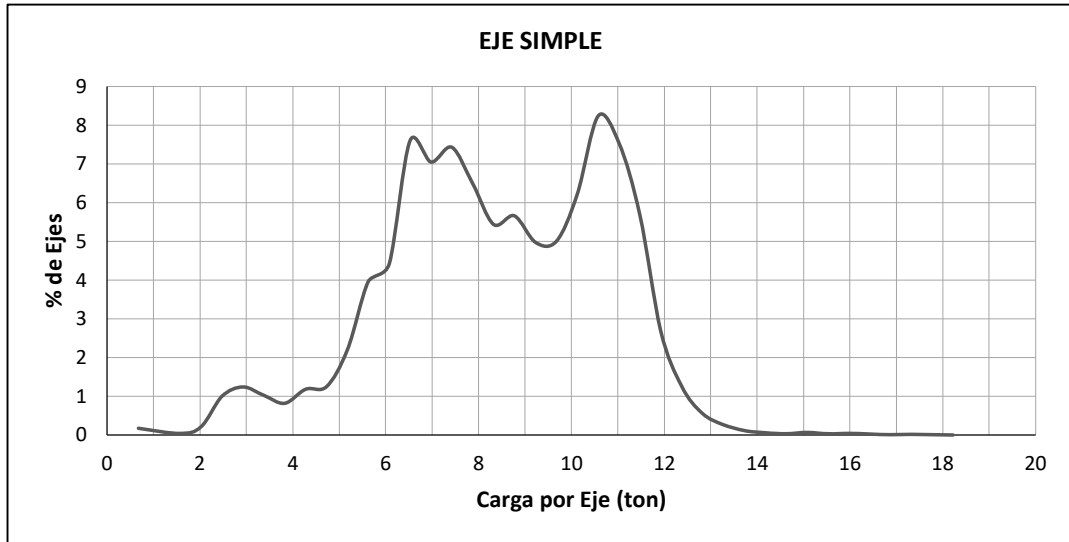
EJE SIMPLE

Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	21	0.17
1.58	5	0.04
2.03	26	0.21
2.48	123	1.00
2.93	153	1.24
3.38	126	1.02
3.83	101	0.82
4.28	146	1.18
4.73	154	1.25
5.18	271	2.20
5.63	488	3.96
6.08	545	4.42
6.53	938	7.61
6.98	869	7.05
7.43	916	7.43
7.88	800	6.49
8.33	671	5.44
8.78	698	5.66
9.23	614	4.98
9.68	617	5.00
10.13	765	6.20
10.58	1016	8.24
11.03	930	7.54
11.48	701	5.68
11.93	332	2.69
12.38	155	1.26
12.83	68	0.55
13.28	33	0.27
13.73	14	0.11
14.18	7	0.06
14.63	4	0.03
15.08	8	0.06
15.53	4	0.03
15.98	5	0.04
16.43	3	0.02
16.88	1	0.01
17.33	2	0.02
17.78	1	0.01
18.23	0	0.00
TOTAL	12,331	

EJE TÁNDEM

Carga (Ton.)	Cantidad	%
1.35	5	0.13
3.15	0	0.00
4.05	4	0.11
4.95	10	0.27
5.85	12	0.32
6.75	32	0.85
7.65	20	0.53
8.55	3	0.08
9.45	11	0.29
10.35	8	0.21
11.25	18	0.48
12.15	33	0.88
13.05	81	2.16
13.95	119	3.17
14.85	193	5.14
15.75	490	13.06
16.65	687	18.31
17.55	751	20.01
18.45	850	22.65
19.35	274	7.30
20.25	75	2.00
21.15	41	1.09
22.05	20	0.53
22.95	9	0.24
23.85	4	0.11
24.75	2	0.05
25.65	1	0.03
26.55	0	0.00
27.45	0	0.00
28.35	0	0.00
29.25	0	0.00
30.15	0	0.00
31.05	0	0.00
31.95	0	0.00
32.85	0	0.00
33.75	0	0.00
34.65	0	0.00
35.55	0	0.00
36.45	0	0.00
TOTAL	3,753	

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

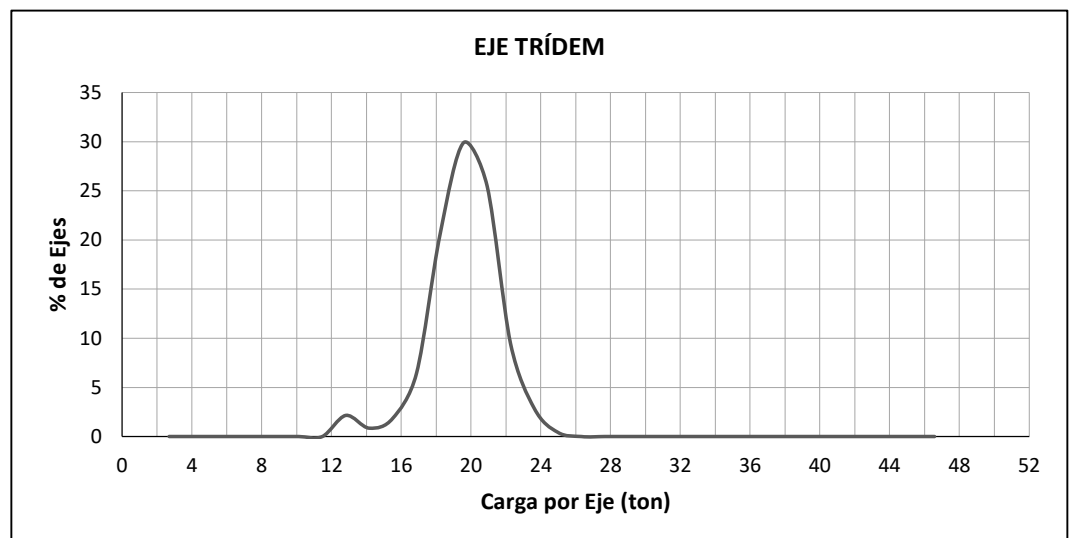
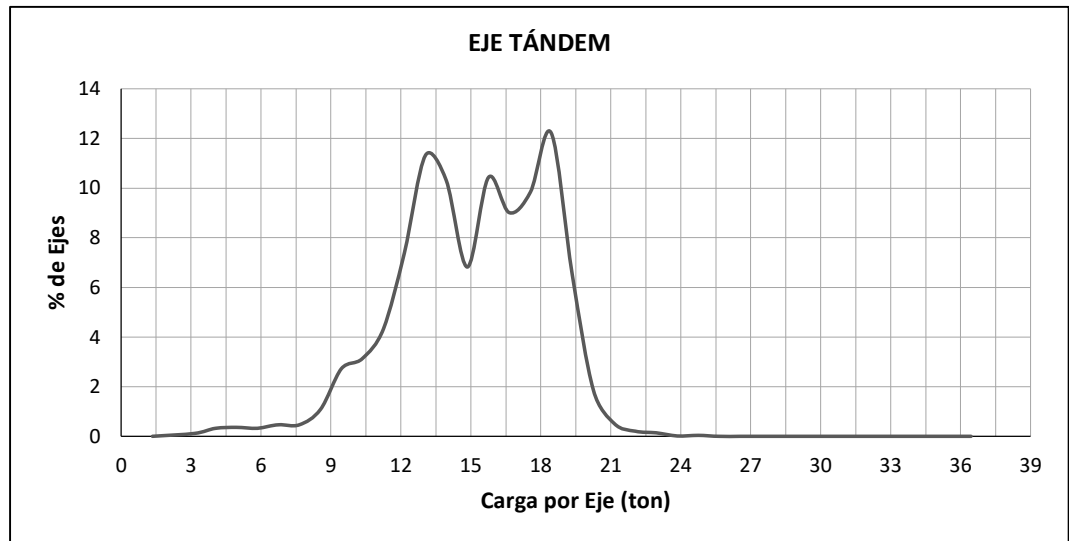
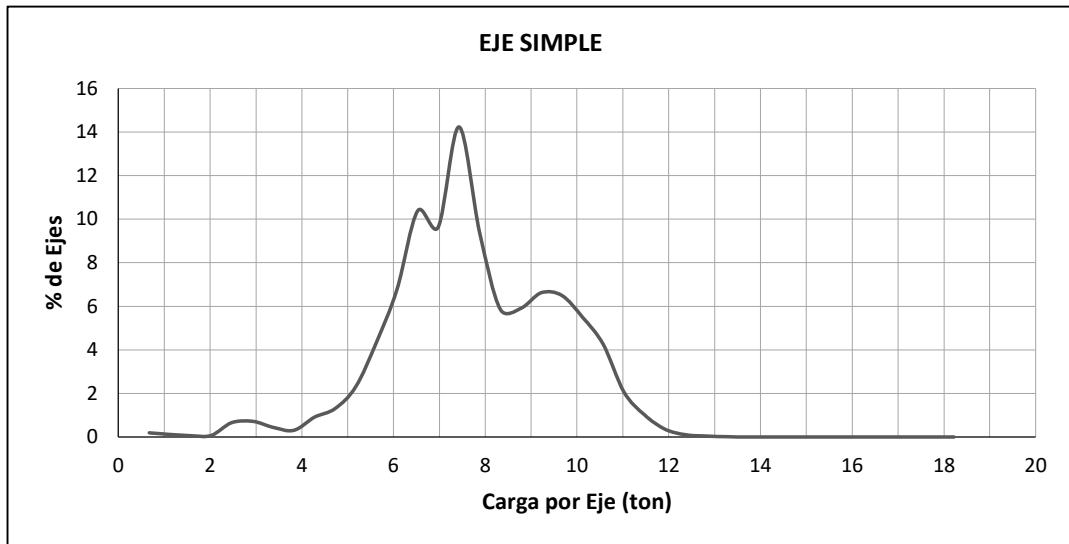


CAMION TIPO "C12"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRÍDEM		
Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	13	0.19	1.35	0	0.00	2.70	0	0.00
1.58	4	0.06	3.15	6	0.12	6.08	0	0.00
2.03	5	0.07	4.05	16	0.33	7.43	0	0.00
2.48	46	0.66	4.95	18	0.37	8.78	0	0.00
2.93	50	0.72	5.85	16	0.33	10.13	0	0.00
3.38	31	0.45	6.75	23	0.47	11.48	0	0.00
3.83	21	0.30	7.65	23	0.47	12.83	15	2.15
4.28	63	0.91	8.55	53	1.09	14.18	6	0.86
4.73	91	1.31	9.45	132	2.72	15.53	13	1.86
5.18	160	2.30	10.35	152	3.13	16.88	45	6.44
5.63	302	4.35	11.25	210	4.33	18.23	144	20.60
6.08	471	6.78	12.15	358	7.38	19.58	209	29.90
6.53	722	10.39	13.05	549	11.32	20.93	178	25.46
6.98	670	9.65	13.95	500	10.31	22.28	66	9.44
7.43	989	14.24	14.85	331	6.82	23.63	20	2.86
7.88	653	9.40	15.75	506	10.43	24.98	3	0.43
8.33	407	5.86	16.65	437	9.01	26.33	0	0.00
8.78	410	5.90	17.55	477	9.84	27.68	0	0.00
9.23	460	6.62	18.45	593	12.23	29.03	0	0.00
9.68	451	6.49	19.35	315	6.49	30.38	0	0.00
10.13	382	5.50	20.25	90	1.86	31.73	0	0.00
10.58	295	4.25	21.15	25	0.52	33.08	0	0.00
11.03	144	2.07	22.05	10	0.21	34.43	0	0.00
11.48	70	1.01	22.95	7	0.14	35.78	0	0.00
11.93	25	0.36	23.85	1	0.02	37.13	0	0.00
12.38	7	0.10	24.75	2	0.04	38.48	0	0.00
12.83	3	0.04	25.65	0	0.00	39.83	0	0.00
13.28	1	0.01	26.55	0	0.00	41.18	0	0.00
13.73	0	0.00	27.45	0	0.00	42.53	0	0.00
14.18	0	0.00	28.35	0	0.00	43.88	0	0.00
14.63	0	0.00	29.25	0	0.00	45.23	0	0.00
15.08	0	0.00	30.15	0	0.00	46.58	0	0.00
15.53	0	0.00	31.05	0	0.00	TOTAL	699	
15.98	0	0.00	31.95	0	0.00			
16.43	0	0.00	32.85	0	0.00			
16.88	0	0.00	33.75	0	0.00			
17.33	0	0.00	34.65	0	0.00			
17.78	0	0.00	35.55	0	0.00			
18.23	0	0.00	36.45	0	0.00			
TOTAL	6,946		TOTAL	4,850				

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

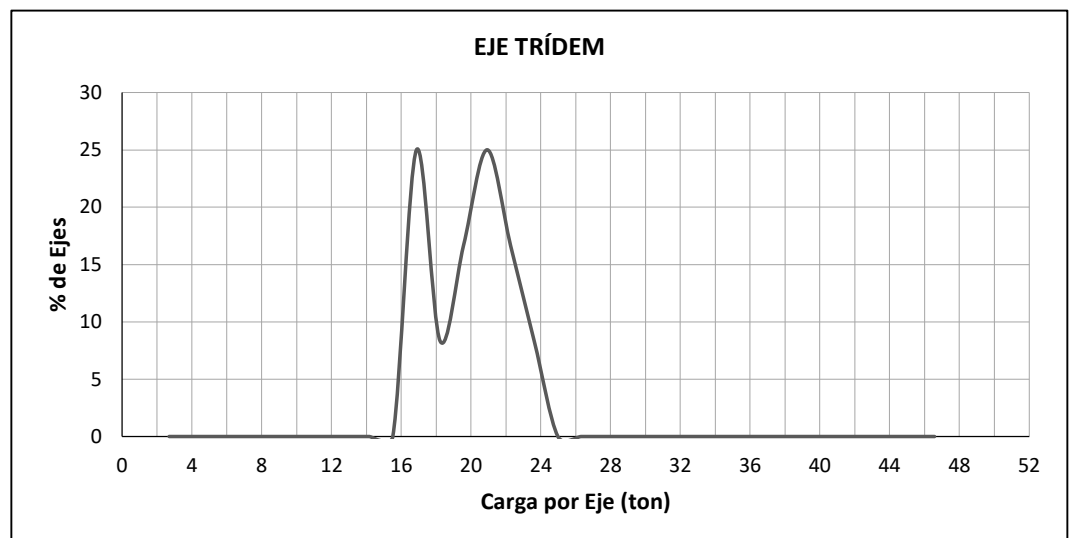
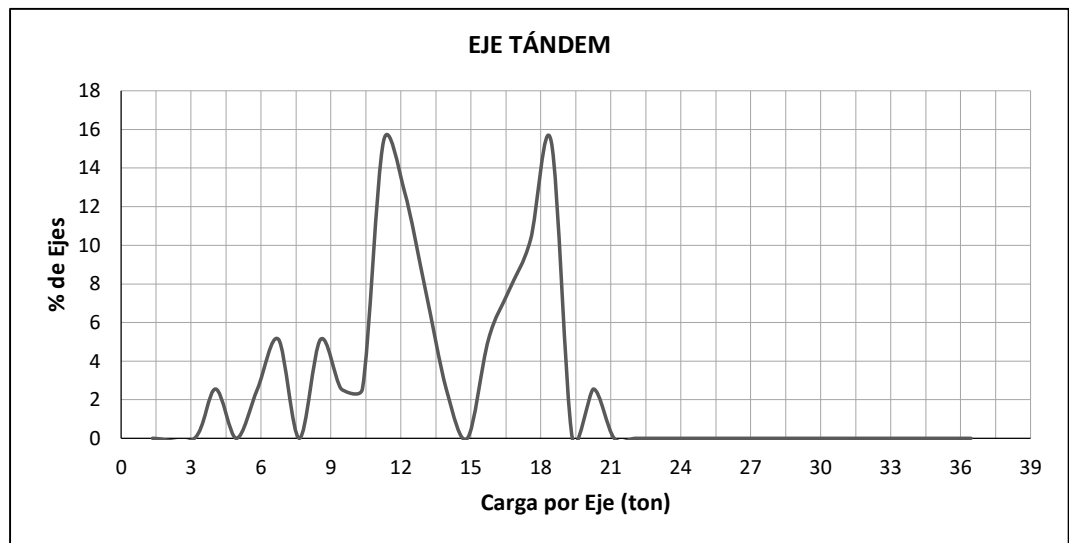
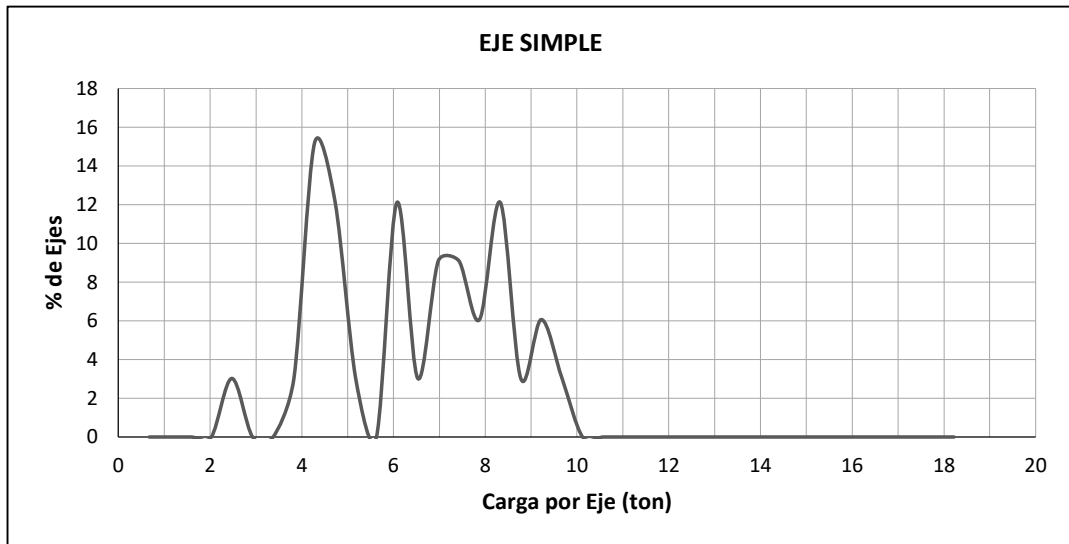


CAMION TIPO "C13"

I. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

EJE SIMPLE			EJE TÁNDEM			EJE TRÍDEM		
Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%	Carga (Ton.)	Cantidad	%
0.68	0	0.00	1.35	0	0.00	2.70	0	0.00
1.58	0	0.00	3.15	0	0.00	6.08	0	0.00
2.03	0	0.00	4.05	1	2.56	7.43	0	0.00
2.48	1	3.03	4.95	0	0.00	8.78	0	0.00
2.93	0	0.00	5.85	1	2.56	10.13	0	0.00
3.38	0	0.00	6.75	2	5.13	11.48	0	0.00
3.83	1	3.03	7.65	0	0.00	12.83	0	0.00
4.28	5	15.15	8.55	2	5.13	14.18	0	0.00
4.73	4	12.12	9.45	1	2.56	15.53	0	0.00
5.18	1	3.03	10.35	1	2.56	16.88	3	25.00
5.63	0	0.00	11.25	6	15.38	18.23	1	8.33
6.08	4	12.12	12.15	5	12.82	19.58	2	16.67
6.53	1	3.03	13.05	3	7.69	20.93	3	25.00
6.98	3	9.09	13.95	1	2.56	22.28	2	16.67
7.43	3	9.09	14.85	0	0.00	23.63	1	8.33
7.88	2	6.06	15.75	2	5.13	24.98	0	0.00
8.33	4	12.12	16.65	3	7.69	26.33	0	0.00
8.78	1	3.03	17.55	4	10.26	27.68	0	0.00
9.23	2	6.06	18.45	6	15.38	29.03	0	0.00
9.68	1	3.03	19.35	0	0.00	30.38	0	0.00
10.13	0	0.00	20.25	1	2.56	31.73	0	0.00
10.58	0	0.00	21.15	0	0.00	33.08	0	0.00
11.03	0	0.00	22.05	0	0.00	34.43	0	0.00
11.48	0	0.00	22.95	0	0.00	35.78	0	0.00
11.93	0	0.00	23.85	0	0.00	37.13	0	0.00
12.38	0	0.00	24.75	0	0.00	38.48	0	0.00
12.83	0	0.00	25.65	0	0.00	39.83	0	0.00
13.28	0	0.00	26.55	0	0.00	41.18	0	0.00
13.73	0	0.00	27.45	0	0.00	42.53	0	0.00
14.18	0	0.00	28.35	0	0.00	43.88	0	0.00
14.63	0	0.00	29.25	0	0.00	45.23	0	0.00
15.08	0	0.00	30.15	0	0.00	46.58	0	0.00
15.53	0	0.00	31.05	0	0.00	TOTAL	12	
15.98	0	0.00	31.95	0	0.00			
16.43	0	0.00	32.85	0	0.00			
16.88	0	0.00	33.75	0	0.00			
17.33	0	0.00	34.65	0	0.00			
17.78	0	0.00	35.55	0	0.00			
18.23	0	0.00	36.45	0	0.00			
TOTAL	33		TOTAL	39				

II. VALORES DE ESPECTRO DE CARGA

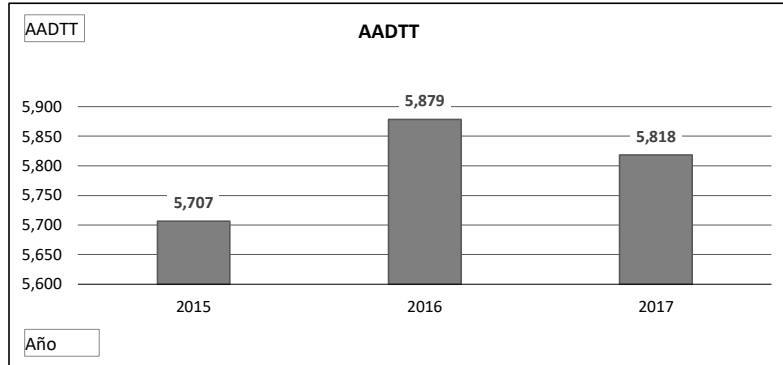


ANEXO 4

Datos de Entrada específicos para AASHTOWare

I. Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones (AADTT)

Año	AADTT
2015	5,706.6
2016	5,878.7
2017	5,818.4



AADTT	5,801.2
--------------	----------------

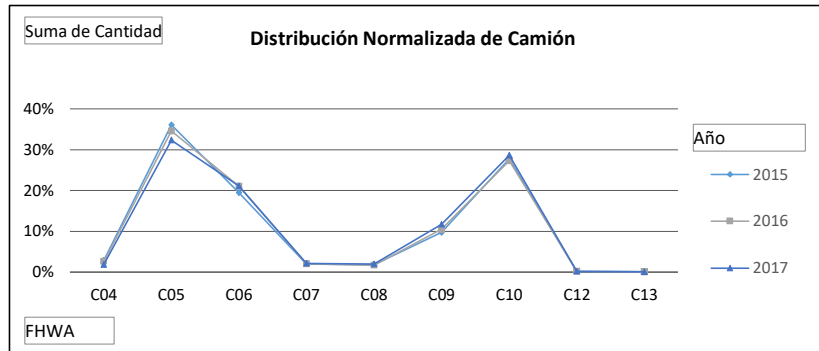
El tránsito medio diario anual de la calzada, del año base es 5,801

II. Distribución Normalizada de Camiones

Tipo de Camión FHWA	2015	2016	2017
C04	2.9%	2.6%	1.8%
C05	36.1%	34.6%	32.4%
C06	19.4%	21.0%	21.1%
C07	2.0%	2.1%	2.1%
C08	1.8%	1.7%	2.0%
C09	9.7%	10.5%	11.7%
C10	27.8%	27.3%	28.7%
C12	0.2%	0.2%	0.2%
C13	0.1%	0.1%	0.1%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%

FHWA	%
C04	2.4%
C05	34.4%
C06	20.5%
C07	2.1%
C08	1.8%
C09	10.6%
C10	27.9%
C12	0.2%
C13	0.1%
TOTAL	100.0%

C. Representativo	
C05	34.4%



El camión mas representativo de la calzada es C05

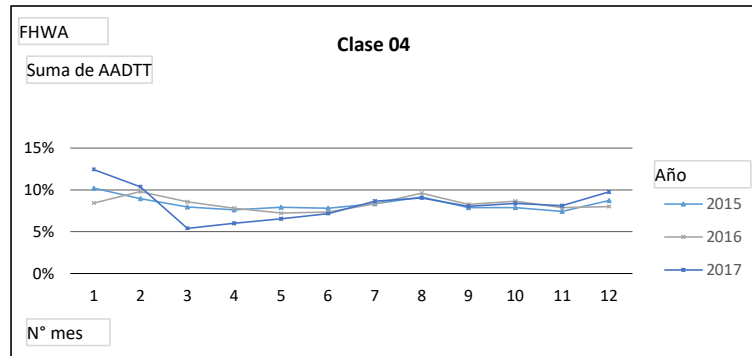
IV. Factor de Ajuste Mensual (MAF)

MES	CLASE DE VEHÍCULO									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6
2	1.2	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0
3	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	0.8	1.0
4	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
5	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2
6	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2
7	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
8	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	0.9
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9
10	1.0	1.0	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1
11	0.9	1.0	1.0	1.4	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0
12	1.1	1.0	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0

IV.1 Vehículo de Clase 04

MES	2015	2016	2017
1	10.2%	8.4%	12.5%
2	9.0%	9.8%	10.4%
3	8.0%	8.6%	5.4%
4	7.6%	7.8%	6.0%
5	7.9%	7.2%	6.5%
6	7.8%	7.3%	7.2%
7	8.4%	8.4%	8.7%
8	9.2%	9.6%	9.1%
9	7.9%	8.3%	8.0%
10	7.9%	8.7%	8.4%
11	7.4%	7.9%	8.1%
12	8.7%	8.0%	9.8%

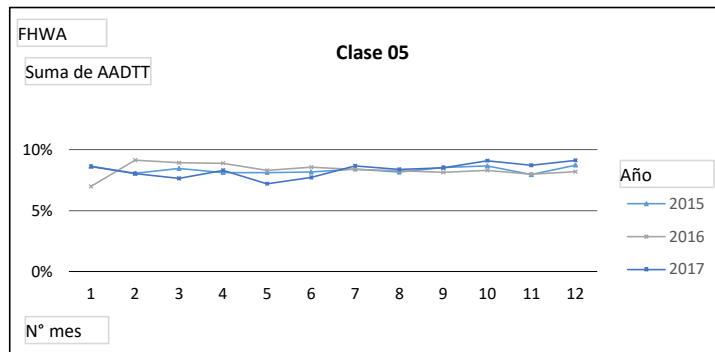
MES	MAF
1	1.2
2	1.2
3	0.9
4	0.9
5	0.9
6	0.9
7	1.0
8	1.1
9	1.0
10	1.0
11	0.9
12	1.1



IV.2 Vehículo de Clase 05

MES	2015	2016	2017
1	8.6%	7.0%	8.6%
2	8.1%	9.1%	8.0%
3	8.4%	8.9%	7.6%
4	8.1%	8.9%	8.3%
5	8.1%	8.3%	7.2%
6	8.2%	8.5%	7.7%
7	8.4%	8.4%	8.7%
8	8.2%	8.3%	8.4%
9	8.5%	8.1%	8.5%
10	8.7%	8.3%	9.1%
11	8.0%	8.0%	8.7%
12	8.7%	8.2%	9.1%

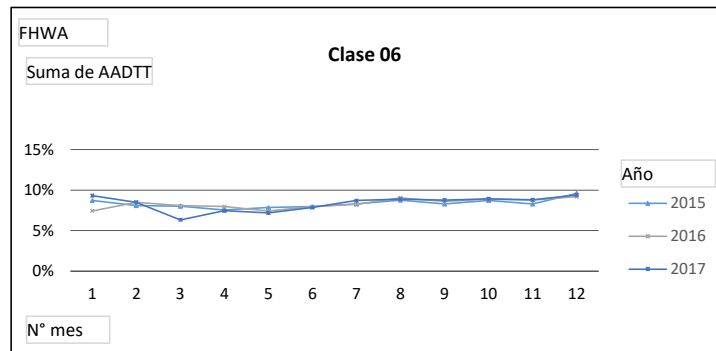
MES	MAF
1	1.0
2	1.0
3	1.0
4	1.0
5	0.9
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	1.0
10	1.0
11	1.0
12	1.0



IV.3 Vehículo de Clase 06

MES	2015	2016	2017
1	8.7%	7.4%	9.3%
2	8.1%	8.5%	8.5%
3	8.0%	8.1%	6.3%
4	7.5%	8.0%	7.5%
5	7.8%	7.4%	7.2%
6	8.0%	8.0%	7.8%
7	8.3%	8.2%	8.7%
8	8.7%	9.1%	8.9%
9	8.3%	8.6%	8.8%
10	8.7%	8.9%	8.9%
11	8.3%	8.8%	8.8%
12	9.6%	9.2%	9.4%

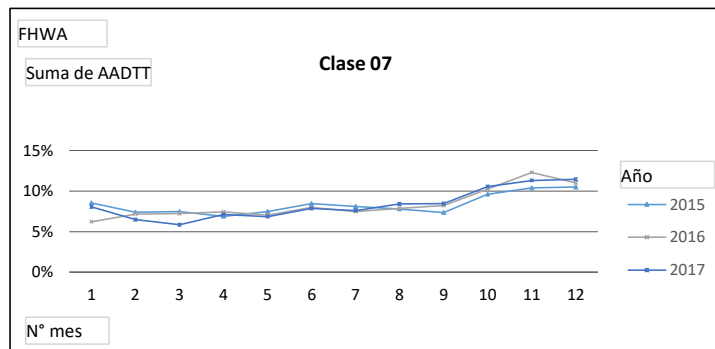
MES	MAF
1	1.0
2	1.0
3	0.9
4	0.9
5	0.9
6	0.9
7	1.0
8	1.1
9	1.0
10	1.1
11	1.0
12	1.1



IV.4 Vehículo de Clase 07

MES	2015	2016	2017
1	8.6%	6.2%	8.1%
2	7.4%	7.2%	6.5%
3	7.5%	7.2%	5.8%
4	6.9%	7.4%	7.1%
5	7.5%	7.0%	6.8%
6	8.5%	8.0%	7.9%
7	8.1%	7.5%	7.6%
8	7.8%	7.8%	8.4%
9	7.4%	8.2%	8.5%
10	9.6%	10.2%	10.6%
11	10.4%	12.3%	11.3%
12	10.5%	11.0%	11.5%

MES	MAF
1	0.9
2	0.8
3	0.8
4	0.9
5	0.9
6	1.0
7	0.9
8	1.0
9	1.0
10	1.2
11	1.4
12	1.3



IV. 5 Vehículo de Clase 08

MES	2015	2016	2017
1	6.1%	6.5%	8.4%
2	6.6%	8.6%	7.5%
3	7.7%	6.9%	6.3%
4	7.5%	8.8%	8.5%
5	8.3%	7.9%	8.3%
6	10.1%	8.8%	8.1%
7	9.1%	8.0%	8.3%
8	8.8%	8.5%	8.8%
9	9.3%	9.2%	8.6%
10	8.8%	8.5%	9.2%
11	8.7%	8.7%	8.2%
12	9.0%	9.6%	9.8%

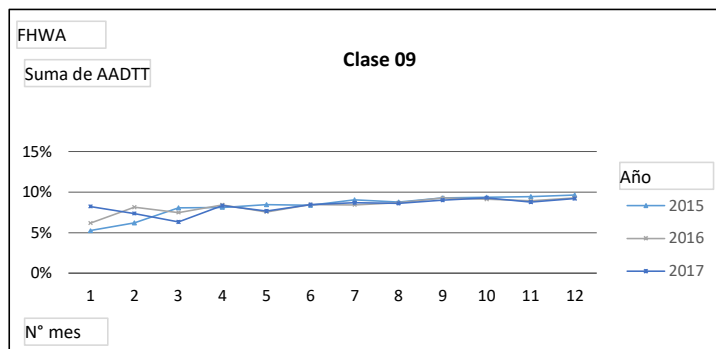
MES	MAF
1	0.8
2	0.9
3	0.8
4	1.0
5	1.0
6	1.1
7	1.0
8	1.0
9	1.1
10	1.1
11	1.0
12	1.1



IV.6 Vehículo de Clase 09

MES	2015	2016	2017
1	5.2%	6.2%	8.2%
2	6.2%	8.2%	7.4%
3	8.1%	7.5%	6.3%
4	8.1%	8.4%	8.3%
5	8.5%	7.6%	7.7%
6	8.4%	8.5%	8.5%
7	9.0%	8.4%	8.7%
8	8.8%	8.7%	8.6%
9	9.3%	9.3%	9.0%
10	9.3%	9.1%	9.3%
11	9.4%	8.9%	8.8%
12	9.6%	9.3%	9.2%

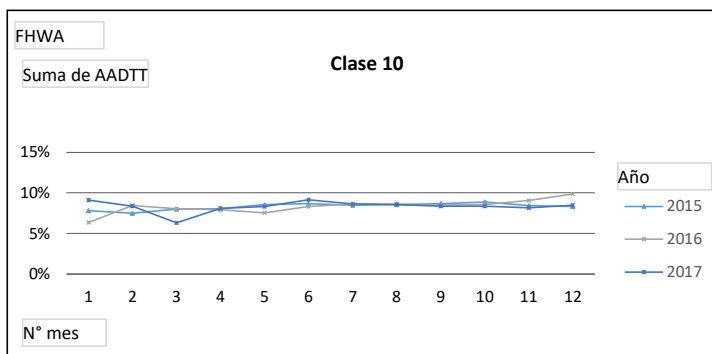
MES	MAF
1	0.8
2	0.9
3	0.9
4	1.0
5	0.9
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	1.1
10	1.1
11	1.1
12	1.1



IV.7 Vehículo de Clase 10

MES	2015	2016	2017
1	7.8%	6.4%	9.1%
2	7.5%	8.5%	8.4%
3	8.0%	8.0%	6.3%
4	8.1%	7.9%	8.1%
5	8.5%	7.5%	8.3%
6	8.7%	8.3%	9.1%
7	8.5%	8.6%	8.6%
8	8.6%	8.6%	8.6%
9	8.7%	8.5%	8.4%
10	8.9%	8.6%	8.4%
11	8.4%	9.1%	8.2%
12	8.3%	9.9%	8.5%

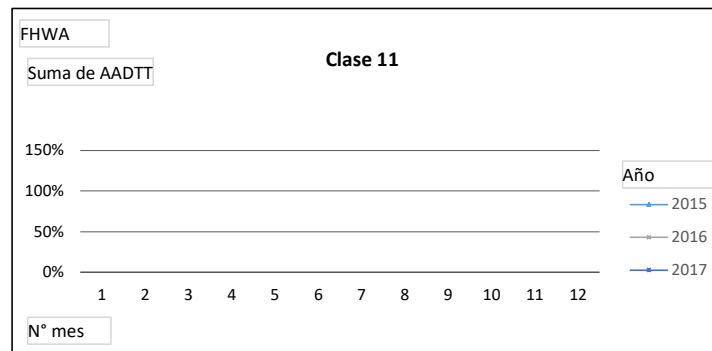
MES	MAF
1	0.9
2	1.0
3	0.9
4	1.0
5	1.0
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	1.0
10	1.0
11	1.0
12	1.1



IV.8 Vehículo de Clase 11

MES	2015	2016	2017
1	10%	10%	10%
2	10%	10%	10%
3	10%	10%	10%
4	10%	10%	10%
5	10%	10%	10%
6	10%	10%	10%
7	10%	10%	10%
8	10%	10%	10%
9	10%	10%	10%
10	10%	10%	10%
11	10%	10%	10%
12	10%	10%	10%

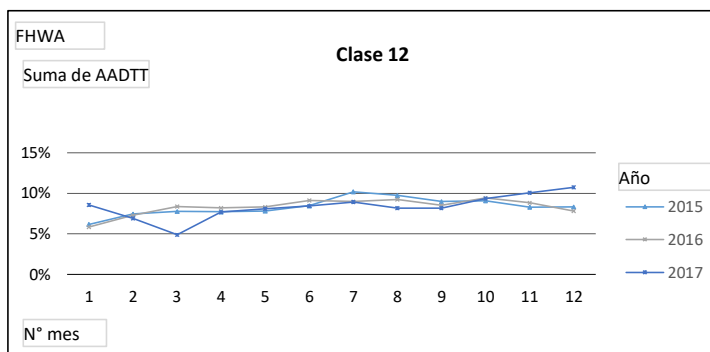
MES	MAF
1	1.0
2	1.0
3	1.0
4	1.0
5	1.0
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	1.0
10	1.0
11	1.0
12	1.0



IV.9 Vehículo de Clase 12

MES	2015	2016	2017
1	6.2%	5.9%	8.6%
2	7.5%	7.3%	6.9%
3	7.8%	8.4%	4.9%
4	7.7%	8.2%	7.7%
5	7.8%	8.3%	8.1%
6	8.5%	9.1%	8.4%
7	10.2%	9.0%	8.9%
8	9.7%	9.2%	8.2%
9	9.0%	8.5%	8.2%
10	9.1%	9.4%	9.4%
11	8.3%	8.8%	10.1%
12	8.3%	7.8%	10.7%

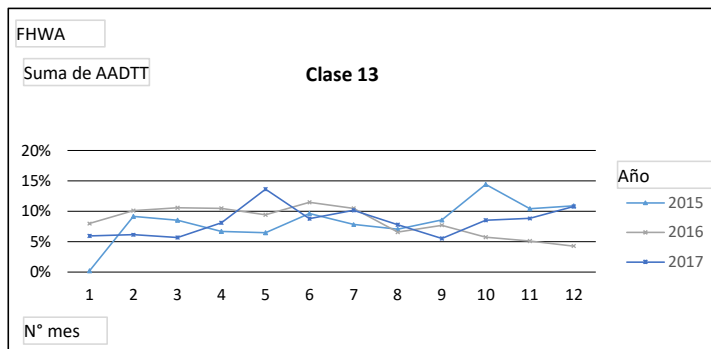
MES	MAF
1	0.8
2	0.9
3	0.8
4	0.9
5	1.0
6	1.0
7	1.1
8	1.1
9	1.0
10	1.1
11	1.1
12	1.1



IV.10 Vehículo de Clase 13

MES	2015	2016	2017
1	0.2%	8.0%	6.0%
2	9.2%	10.1%	6.2%
3	8.5%	10.6%	5.7%
4	6.7%	10.5%	8.1%
5	6.5%	9.4%	13.6%
6	9.6%	11.5%	8.8%
7	7.8%	10.5%	10.2%
8	7.0%	6.6%	7.8%
9	8.6%	7.7%	5.5%
10	14.4%	5.8%	8.5%
11	10.5%	5.1%	8.8%
12	10.9%	4.3%	10.8%

MES	MAF
1	0.6
2	1.0
3	1.0
4	1.0
5	1.2
6	1.2
7	1.1
8	0.9
9	0.9
10	1.1
11	1.0
12	1.0



V. Factor de Distribución Horario (HDF)

HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PORCENTAJE
12:00 am - 1:00 am	2.80%	3.71%	3.56%	3.39%	3.23%	3.70%	4.00%	3.97%	3.81%	4.89%	4.11%	3.74%	3.74%
1:00 am - 2:00 am	3.22%	3.74%	2.90%	2.29%	3.04%	3.13%	3.80%	3.95%	3.09%	4.51%	3.20%	3.76%	3.39%
2:00 am - 3:00 am	3.34%	3.20%	3.39%	3.39%	3.44%	3.40%	3.85%	3.31%	3.24%	3.15%	3.16%	3.31%	3.35%
3:00 am - 4:00 am	4.04%	3.71%	4.63%	3.95%	4.77%	4.58%	4.65%	4.79%	4.37%	4.12%	3.69%	3.81%	4.26%
4:00 am - 5:00 am	5.67%	4.04%	5.69%	4.51%	6.57%	5.73%	5.68%	6.36%	5.91%	5.36%	4.70%	4.91%	5.43%
5:00 am - 6:00 am	5.67%	5.21%	6.01%	5.85%	6.19%	5.79%	4.94%	6.15%	6.32%	4.55%	4.82%	4.75%	5.52%
6:00 am - 7:00 am	5.33%	5.85%	5.45%	5.58%	5.30%	5.26%	5.23%	4.68%	4.74%	5.34%	4.56%	4.03%	5.11%
7:00 am - 8:00 am	4.91%	5.28%	5.06%	5.67%	4.95%	4.34%	5.06%	4.61%	4.52%	4.46%	3.79%	3.83%	4.71%
8:00 am - 9:00 am	5.65%	6.11%	5.48%	5.23%	5.65%	4.83%	5.06%	5.17%	5.78%	4.73%	5.32%	5.02%	5.34%
9:00 am - 10:00 am	4.95%	4.97%	5.05%	5.03%	4.57%	4.64%	5.20%	5.16%	5.33%	5.37%	5.75%	4.77%	5.07%
10:00 am - 11:00 am	4.39%	4.33%	4.50%	6.25%	3.73%	4.65%	4.41%	4.66%	4.75%	4.25%	4.80%	4.34%	4.59%
11:00 am - 12:00 pm	3.97%	4.50%	3.97%	3.55%	4.46%	4.23%	3.82%	4.54%	4.18%	4.10%	4.30%	4.42%	4.17%
12:00 pm - 1:00 pm	3.69%	3.58%	3.59%	3.13%	4.07%	3.87%	3.69%	3.84%	3.88%	3.43%	3.61%	3.73%	3.68%
1:00 pm - 2:00 pm	3.83%	3.62%	3.58%	3.57%	3.55%	3.69%	3.40%	3.43%	3.77%	3.51%	3.64%	4.10%	3.64%
2:00 pm - 3:00 pm	3.69%	3.46%	3.80%	3.76%	3.45%	3.69%	3.50%	3.61%	4.15%	3.64%	3.33%	3.62%	3.64%
3:00 pm - 4:00 pm	3.02%	3.34%	3.19%	3.72%	3.15%	3.37%	3.29%	3.75%	3.48%	3.22%	3.64%	3.86%	3.42%
4:00 pm - 5:00 pm	3.38%	3.38%	3.58%	3.05%	3.63%	2.96%	3.07%	3.18%	3.01%	3.20%	3.11%	3.55%	3.26%
5:00 pm - 6:00 pm	3.77%	3.89%	3.66%	3.12%	3.57%	3.75%	3.77%	3.32%	3.02%	3.87%	3.07%	3.35%	3.51%
6:00 pm - 7:00 pm	4.32%	3.63%	3.79%	3.28%	3.37%	3.57%	3.39%	3.16%	3.60%	3.96%	4.07%	3.54%	3.64%
7:00 pm - 8:00 pm	4.21%	4.08%	3.77%	4.17%	3.81%	3.70%	3.84%	3.54%	4.22%	3.83%	5.01%	4.73%	4.08%
8:00 pm - 9:00 pm	4.69%	3.99%	3.69%	4.06%	3.75%	4.55%	4.04%	3.58%	3.95%	4.27%	5.10%	4.92%	4.22%
9:00 pm - 10:00 pm	4.09%	4.56%	4.40%	4.92%	4.39%	4.45%	4.19%	3.62%	3.49%	3.82%	4.95%	4.91%	4.32%
10:00 pm - 11:00 pm	3.71%	4.05%	3.64%	4.82%	3.52%	4.11%	3.84%	3.77%	3.55%	4.01%	4.33%	4.83%	4.02%
11:00 pm - 12:00 pm	3.66%	3.78%	3.60%	3.69%	3.84%	4.02%	4.26%	3.84%	3.86%	4.41%	3.94%	4.17%	3.92%

ANEXO 5

ESAL para los tipos de vehículos según clasificación FHWA, obtenidos a partir de espectros de carga

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C04	Simple	0.68	0.06	4.59E-05	2.60E-08	1.04	2.70E-08
2013	C04	Simple	1.58	0.01	1.36E-03	1.10E-07	1.04	1.15E-07
2013	C04	Simple	2.03	0.04	3.72E-03	1.50E-06	1.04	1.56E-06
2013	C04	Simple	2.48	0.10	8.30E-03	8.06E-06	1.04	8.38E-06
2013	C04	Simple	2.93	0.10	1.62E-02	1.57E-05	1.04	1.63E-05
2013	C04	Simple	3.38	0.14	2.87E-02	3.95E-05	1.04	4.11E-05
2013	C04	Simple	3.83	0.16	4.73E-02	7.66E-05	1.04	7.97E-05
2013	C04	Simple	4.28	0.21	7.39E-02	1.55E-04	1.04	1.62E-04
2013	C04	Simple	4.73	0.47	1.10E-01	5.17E-04	1.04	5.38E-04
2013	C04	Simple	5.18	0.63	1.59E-01	1.00E-03	1.04	1.04E-03
2013	C04	Simple	5.63	1.13	2.21E-01	2.51E-03	1.04	2.61E-03
2013	C04	Simple	6.08	2.48	3.01E-01	7.46E-03	1.04	7.76E-03
2013	C04	Simple	6.53	6.25	4.01E-01	2.50E-02	1.04	2.60E-02
2013	C04	Simple	6.98	14.58	5.24E-01	7.63E-02	1.04	7.94E-02
2013	C04	Simple	7.43	32.62	6.72E-01	2.19E-01	1.04	2.28E-01
2013	C04	Simple	7.88	20.50	8.51E-01	1.74E-01	1.04	1.81E-01
2013	C04	Simple	8.33	4.59	1.06E+00	4.87E-02	1.04	5.07E-02
2013	C04	Simple	8.78	2.10	1.31E+00	2.75E-02	1.04	2.86E-02
2013	C04	Simple	9.23	1.93	1.60E+00	3.10E-02	1.04	3.22E-02
2013	C04	Simple	9.68	1.91	1.94E+00	3.70E-02	1.04	3.85E-02
2013	C04	Simple	10.13	1.49	2.32E+00	3.46E-02	1.04	3.60E-02
2013	C04	Simple	10.58	1.40	2.77E+00	3.87E-02	1.04	4.03E-02
2013	C04	Simple	11.03	1.97	3.27E+00	6.43E-02	1.04	6.68E-02
2013	C04	Simple	11.48	2.71	3.83E+00	1.04E-01	1.04	1.08E-01
2013	C04	Simple	11.93	1.26	4.47E+00	5.65E-02	1.04	5.87E-02
2013	C04	Simple	12.38	0.57	5.19E+00	2.94E-02	1.04	3.06E-02
2013	C04	Simple	12.83	0.24	5.98E+00	1.45E-02	1.04	1.51E-02
2013	C04	Simple	13.28	0.14	6.87E+00	9.45E-03	1.04	9.83E-03
2013	C04	Simple	13.73	0.15	7.85E+00	1.21E-02	1.04	1.25E-02
2013	C04	Simple	14.18	0.06	8.93E+00	5.78E-03	1.04	6.01E-03
2013	C04	Simple	14.63	0.00	1.01E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	15.08	0.02	1.14E+01	1.85E-03	1.04	1.92E-03
2013	C04	Simple	15.53	0.00	1.28E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	15.98	0.00	1.44E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	16.43	0.00	1.61E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	16.88	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	1.04	0.00E+00
2013	C04	Tándem	1.35	0.00	6.39E-05	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	3.15	0.00	1.89E-03	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	4.05	0.00	5.18E-03	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	4.95	0.01	1.15E-02	1.02E-06	0.96	9.80E-07
2013	C04	Tándem	5.85	0.04	2.25E-02	9.96E-06	0.96	9.56E-06
2013	C04	Tándem	6.75	0.02	3.99E-02	7.06E-06	0.96	6.78E-06
2013	C04	Tándem	7.65	0.10	6.59E-02	6.41E-05	0.96	6.15E-05
2013	C04	Tándem	8.55	0.56	1.03E-01	5.73E-04	0.96	5.50E-04
2013	C04	Tándem	9.45	3.49	1.53E-01	5.36E-03	0.96	5.14E-03
2013	C04	Tándem	10.35	5.96	2.21E-01	1.32E-02	0.96	1.26E-02
2013	C04	Tándem	11.25	3.51	3.08E-01	1.08E-02	0.96	1.04E-02
2013	C04	Tándem	12.15	1.16	4.19E-01	4.85E-03	0.96	4.66E-03
2013	C04	Tándem	13.05	3.66	5.58E-01	2.04E-02	0.96	1.96E-02
2013	C04	Tándem	13.95	11.37	7.28E-01	8.28E-02	0.96	7.95E-02
2013	C04	Tándem	14.85	20.48	9.35E-01	1.92E-01	0.96	1.84E-01
2013	C04	Tándem	15.75	24.22	1.18E+00	2.87E-01	0.96	2.75E-01
2013	C04	Tándem	16.65	19.25	1.48E+00	2.85E-01	0.96	2.73E-01
2013	C04	Tándem	17.55	5.07	1.82E+00	9.26E-02	0.96	8.89E-02

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C04	Tándem	18.45	0.97	2.23E+00	2.17E-02	0.96	2.08E-02
2013	C04	Tándem	19.35	0.11	2.70E+00	2.86E-03	0.96	2.75E-03
2013	C04	Tándem	20.25	0.00	3.23E+00	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	21.15	0.01	3.85E+00	3.40E-04	0.96	3.27E-04
2013	C04	Tándem	22.05	0.01	4.55E+00	4.02E-04	0.96	3.86E-04
2013	C04	Tándem	22.95	0.01	5.34E+00	4.72E-04	0.96	4.53E-04
2013	C04	Tándem	23.85	0.00	6.22E+00	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	24.75	0.00	7.22E+00	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	25.65	0.00	8.33E+00	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C04	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	0.96	0.00E+00
2013	C05	Simple	0.68	0.80	4.59E-05	3.67E-07	2	7.34E-07
2013	C05	Simple	1.58	0.41	1.36E-03	5.57E-06	2	1.11E-05
2013	C05	Simple	2.03	0.88	3.72E-03	3.27E-05	2	6.54E-05
2013	C05	Simple	2.48	1.82	8.30E-03	1.51E-04	2	3.03E-04
2013	C05	Simple	2.93	2.17	1.62E-02	3.51E-04	2	7.02E-04
2013	C05	Simple	3.38	3.37	2.87E-02	9.67E-04	2	1.93E-03
2013	C05	Simple	3.83	6.41	4.73E-02	3.03E-03	2	6.06E-03
2013	C05	Simple	4.28	10.56	7.39E-02	7.80E-03	2	1.56E-02
2013	C05	Simple	4.73	10.36	1.10E-01	1.14E-02	2	2.28E-02
2013	C05	Simple	5.18	6.74	1.59E-01	1.07E-02	2	2.14E-02
2013	C05	Simple	5.63	4.26	2.21E-01	9.44E-03	2	1.89E-02
2013	C05	Simple	6.08	2.38	3.01E-01	7.18E-03	2	1.44E-02
2013	C05	Simple	6.53	1.33	4.01E-01	5.32E-03	2	1.06E-02
2013	C05	Simple	6.98	0.66	5.24E-01	3.45E-03	2	6.90E-03
2013	C05	Simple	7.43	0.67	6.72E-01	4.48E-03	2	8.95E-03
2013	C05	Simple	7.88	0.71	8.51E-01	6.00E-03	2	1.20E-02
2013	C05	Simple	8.33	0.77	1.06E+00	8.15E-03	2	1.63E-02
2013	C05	Simple	8.78	0.76	1.31E+00	9.97E-03	2	1.99E-02
2013	C05	Simple	9.23	1.03	1.60E+00	1.65E-02	2	3.30E-02
2013	C05	Simple	9.68	1.05	1.94E+00	2.03E-02	2	4.05E-02
2013	C05	Simple	10.13	1.29	2.32E+00	2.99E-02	2	5.99E-02
2013	C05	Simple	10.58	1.78	2.77E+00	4.91E-02	2	9.83E-02
2013	C05	Simple	11.03	3.51	3.27E+00	1.15E-01	2	2.29E-01
2013	C05	Simple	11.48	6.77	3.83E+00	2.60E-01	2	5.19E-01
2013	C05	Simple	11.93	8.92	4.47E+00	3.99E-01	2	7.98E-01
2013	C05	Simple	12.38	8.83	5.19E+00	4.58E-01	2	9.16E-01
2013	C05	Simple	12.83	5.90	5.98E+00	3.53E-01	2	7.06E-01
2013	C05	Simple	13.28	3.15	6.87E+00	2.16E-01	2	4.33E-01
2013	C05	Simple	13.73	1.71	7.85E+00	1.34E-01	2	2.68E-01
2013	C05	Simple	14.18	0.63	8.93E+00	5.59E-02	2	1.12E-01
2013	C05	Simple	14.63	0.21	1.01E+01	2.09E-02	2	4.17E-02
2013	C05	Simple	15.08	0.11	1.14E+01	1.24E-02	2	2.48E-02
2013	C05	Simple	15.53	0.04	1.28E+01	4.65E-03	2	9.30E-03
2013	C05	Simple	15.98	0.02	1.44E+01	2.61E-03	2	5.21E-03
2013	C05	Simple	16.43	0.01	1.61E+01	2.33E-03	2	4.66E-03
2013	C05	Simple	16.88	0.02	1.79E+01	3.25E-03	2	6.49E-03

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C05	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	7.21E-04	2	1.44E-03
2013	C05	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	2	0.00E+00
2013	C05	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	2	0.00E+00
2013	C06	Simple	0.68	0.02	4.59E-05	9.78E-09	1	9.78E-09
2013	C06	Simple	1.58	0.02	1.36E-03	2.17E-07	1	2.17E-07
2013	C06	Simple	2.03	0.05	3.72E-03	1.78E-06	1	1.78E-06
2013	C06	Simple	2.48	0.22	8.30E-03	1.86E-05	1	1.86E-05
2013	C06	Simple	2.93	0.70	1.62E-02	1.13E-04	1	1.13E-04
2013	C06	Simple	3.38	2.04	2.87E-02	5.85E-04	1	5.85E-04
2013	C06	Simple	3.83	4.61	4.73E-02	2.18E-03	1	2.18E-03
2013	C06	Simple	4.28	8.00	7.39E-02	5.91E-03	1	5.91E-03
2013	C06	Simple	4.73	10.00	1.10E-01	1.10E-02	1	1.10E-02
2013	C06	Simple	5.18	11.21	1.59E-01	1.78E-02	1	1.78E-02
2013	C06	Simple	5.63	10.14	2.21E-01	2.25E-02	1	2.25E-02
2013	C06	Simple	6.08	9.23	3.01E-01	2.78E-02	1	2.78E-02
2013	C06	Simple	6.53	9.10	4.01E-01	3.65E-02	1	3.65E-02
2013	C06	Simple	6.98	8.48	5.24E-01	4.44E-02	1	4.44E-02
2013	C06	Simple	7.43	11.22	6.72E-01	7.54E-02	1	7.54E-02
2013	C06	Simple	7.88	8.85	8.51E-01	7.53E-02	1	7.53E-02
2013	C06	Simple	8.33	3.63	1.06E+00	3.85E-02	1	3.85E-02
2013	C06	Simple	8.78	1.43	1.31E+00	1.88E-02	1	1.88E-02
2013	C06	Simple	9.23	0.69	1.60E+00	1.10E-02	1	1.10E-02
2013	C06	Simple	9.68	0.24	1.94E+00	4.75E-03	1	4.75E-03
2013	C06	Simple	10.13	0.08	2.32E+00	1.86E-03	1	1.86E-03
2013	C06	Simple	10.58	0.04	2.77E+00	1.03E-03	1	1.03E-03
2013	C06	Simple	11.03	0.01	3.27E+00	1.74E-04	1	1.74E-04
2013	C06	Simple	11.48	0.01	3.83E+00	2.04E-04	1	2.04E-04
2013	C06	Simple	11.93	0.00	4.47E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	12.38	0.00	5.19E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	12.83	0.00	5.98E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	13.28	0.00	6.87E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	13.73	0.00	7.85E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	14.18	0.00	8.93E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	14.63	0.00	1.01E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	15.08	0.00	1.14E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	15.53	0.00	1.28E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	15.98	0.00	1.44E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	16.43	0.00	1.61E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	16.88	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Tándem	1.35	0.01	6.39E-05	6.80E-09	1	6.80E-09
2013	C06	Tándem	3.15	0.08	1.89E-03	1.51E-06	1	1.51E-06
2013	C06	Tándem	4.05	0.17	5.18E-03	8.82E-06	1	8.82E-06
2013	C06	Tándem	4.95	0.14	1.15E-02	1.66E-05	1	1.66E-05
2013	C06	Tándem	5.85	0.30	2.25E-02	6.72E-05	1	6.72E-05
2013	C06	Tándem	6.75	0.30	3.99E-02	1.21E-04	1	1.21E-04
2013	C06	Tándem	7.65	0.41	6.59E-02	2.70E-04	1	2.70E-04
2013	C06	Tándem	8.55	0.42	1.03E-01	4.27E-04	1	4.27E-04
2013	C06	Tándem	9.45	0.63	1.53E-01	9.64E-04	1	9.64E-04
2013	C06	Tándem	10.35	1.11	2.21E-01	2.44E-03	1	2.44E-03
2013	C06	Tándem	11.25	1.40	3.08E-01	4.31E-03	1	4.31E-03
2013	C06	Tándem	12.15	2.19	4.19E-01	9.19E-03	1	9.19E-03
2013	C06	Tándem	13.05	3.01	5.58E-01	1.68E-02	1	1.68E-02
2013	C06	Tándem	13.95	4.58	7.28E-01	3.34E-02	1	3.34E-02
2013	C06	Tándem	14.85	6.65	9.35E-01	6.22E-02	1	6.22E-02

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C06	Tándem	15.75	11.26	1.18E+00	1.33E-01	1	1.33E-01
2013	C06	Tándem	16.65	13.87	1.48E+00	2.05E-01	1	2.05E-01
2013	C06	Tándem	17.55	14.02	1.82E+00	2.56E-01	1	2.56E-01
2013	C06	Tándem	18.45	18.06	2.23E+00	4.02E-01	1	4.02E-01
2013	C06	Tándem	19.35	12.85	2.70E+00	3.47E-01	1	3.47E-01
2013	C06	Tándem	20.25	5.66	3.23E+00	1.83E-01	1	1.83E-01
2013	C06	Tándem	21.15	1.78	3.85E+00	6.84E-02	1	6.84E-02
2013	C06	Tándem	22.05	0.56	4.55E+00	2.57E-02	1	2.57E-02
2013	C06	Tándem	22.95	0.21	5.34E+00	1.11E-02	1	1.11E-02
2013	C06	Tándem	23.85	0.12	6.22E+00	7.29E-03	1	7.29E-03
2013	C06	Tándem	24.75	0.06	7.22E+00	4.23E-03	1	4.23E-03
2013	C06	Tándem	25.65	0.05	8.33E+00	3.99E-03	1	3.99E-03
2013	C06	Tándem	26.55	0.03	9.56E+00	2.54E-03	1	2.54E-03
2013	C06	Tándem	27.45	0.02	1.09E+01	1.74E-03	1	1.74E-03
2013	C06	Tándem	28.35	0.01	1.24E+01	1.32E-03	1	1.32E-03
2013	C06	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C06	Tándem	30.15	0.01	1.59E+01	1.69E-03	1	1.69E-03
2013	C06	Tándem	31.05	0.01	1.79E+01	9.52E-04	1	9.52E-04
2013	C06	Tándem	31.95	0.01	2.00E+01	1.07E-03	1	1.07E-03
2013	C06	Tándem	32.85	0.01	2.24E+01	1.19E-03	1	1.19E-03
2013	C06	Tándem	33.75	0.01	2.50E+01	1.33E-03	1	1.33E-03
2013	C06	Tándem	34.65	0.01	2.77E+01	1.48E-03	1	1.48E-03
2013	C06	Tándem	35.55	0.02	3.07E+01	4.91E-03	1	4.91E-03
2013	C06	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C07	Simple	0.68	0.00	4.59E-05	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	1.58	0.02	1.36E-03	3.05E-07	0.99	3.02E-07
2013	C07	Simple	2.03	0.05	3.72E-03	1.95E-06	0.99	1.93E-06
2013	C07	Simple	2.48	0.13	8.30E-03	1.12E-05	0.99	1.11E-05
2013	C07	Simple	2.93	0.26	1.62E-02	4.24E-05	0.99	4.19E-05
2013	C07	Simple	3.38	0.53	2.87E-02	1.52E-04	0.99	1.51E-04
2013	C07	Simple	3.83	1.00	4.73E-02	4.74E-04	0.99	4.69E-04
2013	C07	Simple	4.28	1.08	7.39E-02	7.95E-04	0.99	7.87E-04
2013	C07	Simple	4.73	1.45	1.10E-01	1.60E-03	0.99	1.58E-03
2013	C07	Simple	5.18	2.31	1.59E-01	3.66E-03	0.99	3.63E-03
2013	C07	Simple	5.63	4.03	2.21E-01	8.92E-03	0.99	8.83E-03
2013	C07	Simple	6.08	7.17	3.01E-01	2.16E-02	0.99	2.14E-02
2013	C07	Simple	6.53	9.59	4.01E-01	3.84E-02	0.99	3.81E-02
2013	C07	Simple	6.98	12.13	5.24E-01	6.35E-02	0.99	6.29E-02
2013	C07	Simple	7.43	16.72	6.72E-01	1.12E-01	0.99	1.11E-01
2013	C07	Simple	7.88	17.47	8.51E-01	1.49E-01	0.99	1.47E-01
2013	C07	Simple	8.33	13.59	1.06E+00	1.44E-01	0.99	1.43E-01
2013	C07	Simple	8.78	7.02	1.31E+00	9.20E-02	0.99	9.11E-02
2013	C07	Simple	9.23	3.22	1.60E+00	5.16E-02	0.99	5.11E-02
2013	C07	Simple	9.68	1.26	1.94E+00	2.45E-02	0.99	2.42E-02
2013	C07	Simple	10.13	0.60	2.32E+00	1.39E-02	0.99	1.38E-02
2013	C07	Simple	10.58	0.23	2.77E+00	6.41E-03	0.99	6.34E-03
2013	C07	Simple	11.03	0.10	3.27E+00	3.18E-03	0.99	3.14E-03
2013	C07	Simple	11.48	0.02	3.83E+00	8.60E-04	0.99	8.51E-04
2013	C07	Simple	11.93	0.01	4.47E+00	3.34E-04	0.99	3.31E-04
2013	C07	Simple	12.38	0.00	5.19E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	12.83	0.00	5.98E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	13.28	0.00	6.87E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	13.73	0.00	7.85E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	14.18	0.00	8.93E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	14.63	0.00	1.01E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	15.08	0.00	1.14E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	15.53	0.00	1.28E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C07	Simple	15.98	0.00	1.44E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	16.43	0.00	1.61E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	16.88	0.00	1.79E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tándem	1.35	0.00	6.39E-05	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	3.15	0.00	1.89E-03	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	4.05	0.00	5.18E-03	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	4.95	0.00	1.15E-02	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	5.85	0.00	2.25E-02	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	6.75	0.29	3.99E-02	1.14E-04	0.03	3.43E-06
2013	C07	Tándem	7.65	0.29	6.59E-02	1.89E-04	0.03	5.66E-06
2013	C07	Tándem	8.55	2.29	1.03E-01	2.36E-03	0.03	7.07E-05
2013	C07	Tándem	9.45	10.32	1.53E-01	1.58E-02	0.03	4.75E-04
2013	C07	Tándem	10.35	15.19	2.21E-01	3.35E-02	0.03	1.01E-03
2013	C07	Tándem	11.25	13.47	3.08E-01	4.15E-02	0.03	1.24E-03
2013	C07	Tándem	12.15	4.01	4.19E-01	1.68E-02	0.03	5.04E-04
2013	C07	Tándem	13.05	2.01	5.58E-01	1.12E-02	0.03	3.36E-04
2013	C07	Tándem	13.95	4.87	7.28E-01	3.55E-02	0.03	1.06E-03
2013	C07	Tándem	14.85	6.02	9.35E-01	5.63E-02	0.03	1.69E-03
2013	C07	Tándem	15.75	6.88	1.18E+00	8.14E-02	0.03	2.44E-03
2013	C07	Tándem	16.65	14.04	1.48E+00	2.08E-01	0.03	6.23E-03
2013	C07	Tándem	17.55	10.03	1.82E+00	1.83E-01	0.03	5.49E-03
2013	C07	Tándem	18.45	2.01	2.23E+00	4.47E-02	0.03	1.34E-03
2013	C07	Tándem	19.35	2.01	2.70E+00	5.41E-02	0.03	1.62E-03
2013	C07	Tándem	20.25	3.44	3.23E+00	1.11E-01	0.03	3.34E-03
2013	C07	Tándem	21.15	1.15	3.85E+00	4.41E-02	0.03	1.32E-03
2013	C07	Tándem	22.05	0.00	4.55E+00	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	22.95	0.29	5.34E+00	1.53E-02	0.03	4.59E-04
2013	C07	Tándem	23.85	1.15	6.22E+00	7.13E-02	0.03	2.14E-03
2013	C07	Tándem	24.75	0.29	7.22E+00	2.07E-02	0.03	6.20E-04
2013	C07	Tándem	25.65	0.00	8.33E+00	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	0.03	0.00E+00
2013	C07	Trídem	2.70	0.00	2.90E-04	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Trídem	6.08	0.01	6.85E-03	5.12E-07	0.99	5.07E-07
2013	C07	Trídem	7.43	0.11	1.50E-02	1.68E-05	0.99	1.66E-05
2013	C07	Trídem	8.78	0.41	2.88E-02	1.18E-04	0.99	1.17E-04
2013	C07	Trídem	10.13	0.68	5.02E-02	3.42E-04	0.99	3.38E-04
2013	C07	Trídem	11.48	0.50	8.19E-02	4.10E-04	0.99	4.06E-04
2013	C07	Trídem	12.83	0.74	1.26E-01	9.35E-04	0.99	9.25E-04
2013	C07	Trídem	14.18	1.17	1.87E-01	2.19E-03	0.99	2.17E-03
2013	C07	Trídem	15.53	2.12	2.66E-01	5.65E-03	0.99	5.59E-03
2013	C07	Trídem	16.88	3.25	3.68E-01	1.20E-02	0.99	1.19E-02
2013	C07	Trídem	18.23	4.07	4.97E-01	2.03E-02	0.99	2.01E-02
2013	C07	Trídem	19.58	6.70	6.57E-01	4.41E-02	0.99	4.36E-02

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C07	Tridem	20.93	14.99	8.52E-01	1.28E-01	0.99	1.27E-01
2013	C07	Tridem	22.28	26.30	1.09E+00	2.86E-01	0.99	2.83E-01
2013	C07	Tridem	23.63	26.15	1.37E+00	3.58E-01	0.99	3.54E-01
2013	C07	Tridem	24.98	10.60	1.70E+00	1.80E-01	0.99	1.78E-01
2013	C07	Tridem	26.33	2.02	2.09E+00	4.21E-02	0.99	4.17E-02
2013	C07	Tridem	27.68	0.10	2.54E+00	2.46E-03	0.99	2.44E-03
2013	C07	Tridem	29.03	0.04	3.05E+00	1.37E-03	0.99	1.36E-03
2013	C07	Tridem	30.38	0.01	3.65E+00	2.73E-04	0.99	2.70E-04
2013	C07	Tridem	31.73	0.00	4.32E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	33.08	0.00	5.08E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	34.43	0.01	5.94E+00	4.44E-04	0.99	4.40E-04
2013	C07	Tridem	35.78	0.00	6.90E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	37.13	0.01	7.97E+00	5.96E-04	0.99	5.90E-04
2013	C07	Tridem	38.48	0.00	9.17E+00	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	39.83	0.00	1.05E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	41.18	0.00	1.19E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	42.53	0.00	1.35E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	43.88	0.00	1.53E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	45.23	0.00	1.72E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C07	Tridem	46.58	0.00	1.93E+01	0.00E+00	0.99	0.00E+00
2013	C08	Simple	0.68	0.20	4.59E-05	9.18E-08	2.93	2.69E-07
2013	C08	Simple	1.58	0.12	1.36E-03	1.61E-06	2.93	4.72E-06
2013	C08	Simple	2.03	0.09	3.72E-03	3.30E-06	2.93	9.68E-06
2013	C08	Simple	2.48	0.18	8.30E-03	1.48E-05	2.93	4.32E-05
2013	C08	Simple	2.93	0.30	1.62E-02	4.92E-05	2.93	1.44E-04
2013	C08	Simple	3.38	0.96	2.87E-02	2.74E-04	2.93	8.03E-04
2013	C08	Simple	3.83	1.82	4.73E-02	8.62E-04	2.93	2.53E-03
2013	C08	Simple	4.28	2.61	7.39E-02	1.93E-03	2.93	5.64E-03
2013	C08	Simple	4.73	3.73	1.10E-01	4.11E-03	2.93	1.21E-02
2013	C08	Simple	5.18	4.86	1.59E-01	7.71E-03	2.93	2.26E-02
2013	C08	Simple	5.63	10.54	2.21E-01	2.33E-02	2.93	6.84E-02
2013	C08	Simple	6.08	6.45	3.01E-01	1.94E-02	2.93	5.69E-02
2013	C08	Simple	6.53	5.63	4.01E-01	2.26E-02	2.93	6.61E-02
2013	C08	Simple	6.98	4.57	5.24E-01	2.39E-02	2.93	7.01E-02
2013	C08	Simple	7.43	3.52	6.72E-01	2.37E-02	2.93	6.94E-02
2013	C08	Simple	7.88	3.17	8.51E-01	2.70E-02	2.93	7.90E-02
2013	C08	Simple	8.33	3.70	1.06E+00	3.93E-02	2.93	1.15E-01
2013	C08	Simple	8.78	5.18	1.31E+00	6.80E-02	2.93	1.99E-01
2013	C08	Simple	9.23	5.24	1.60E+00	8.39E-02	2.93	2.46E-01
2013	C08	Simple	9.68	5.67	1.94E+00	1.10E-01	2.93	3.22E-01
2013	C08	Simple	10.13	4.41	2.32E+00	1.02E-01	2.93	3.00E-01
2013	C08	Simple	10.58	3.61	2.77E+00	9.98E-02	2.93	2.92E-01
2013	C08	Simple	11.03	3.01	3.27E+00	9.82E-02	2.93	2.88E-01
2013	C08	Simple	11.48	4.68	3.83E+00	1.79E-01	2.93	5.26E-01
2013	C08	Simple	11.93	5.54	4.47E+00	2.48E-01	2.93	7.26E-01
2013	C08	Simple	12.38	4.64	5.19E+00	2.41E-01	2.93	7.06E-01
2013	C08	Simple	12.83	2.38	5.98E+00	1.42E-01	2.93	4.17E-01
2013	C08	Simple	13.28	1.29	6.87E+00	8.85E-02	2.93	2.59E-01
2013	C08	Simple	13.73	0.88	7.85E+00	6.92E-02	2.93	2.03E-01
2013	C08	Simple	14.18	0.47	8.93E+00	4.23E-02	2.93	1.24E-01
2013	C08	Simple	14.63	0.27	1.01E+01	2.70E-02	2.93	7.90E-02
2013	C08	Simple	15.08	0.14	1.14E+01	1.61E-02	2.93	4.71E-02
2013	C08	Simple	15.53	0.05	1.28E+01	6.66E-03	2.93	1.95E-02
2013	C08	Simple	15.98	0.04	1.44E+01	6.40E-03	2.93	1.88E-02
2013	C08	Simple	16.43	0.04	1.61E+01	7.15E-03	2.93	2.10E-02
2013	C08	Simple	16.88	0.01	1.79E+01	2.66E-03	2.93	7.78E-03
2013	C08	Simple	17.33	0.01	1.99E+01	1.48E-03	2.93	4.32E-03

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C08	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	2.93	0.00E+00
2013	C08	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	2.93	0.00E+00
2013	C08	Tándem	1.35	0.13	6.39E-05	8.28E-08	0.5	4.14E-08
2013	C08	Tándem	3.15	0.13	1.89E-03	2.45E-06	0.5	1.23E-06
2013	C08	Tándem	4.05	0.86	5.18E-03	4.47E-05	0.5	2.24E-05
2013	C08	Tándem	4.95	1.77	1.15E-02	2.05E-04	0.5	1.02E-04
2013	C08	Tándem	5.85	3.97	2.25E-02	8.95E-04	0.5	4.48E-04
2013	C08	Tándem	6.75	2.20	3.99E-02	8.80E-04	0.5	4.40E-04
2013	C08	Tándem	7.65	1.60	6.59E-02	1.05E-03	0.5	5.26E-04
2013	C08	Tándem	8.55	2.38	1.03E-01	2.44E-03	0.5	1.22E-03
2013	C08	Tándem	9.45	1.94	1.53E-01	2.98E-03	0.5	1.49E-03
2013	C08	Tándem	10.35	1.81	2.21E-01	4.00E-03	0.5	2.00E-03
2013	C08	Tándem	11.25	2.51	3.08E-01	7.72E-03	0.5	3.86E-03
2013	C08	Tándem	12.15	3.33	4.19E-01	1.39E-02	0.5	6.97E-03
2013	C08	Tándem	13.05	5.10	5.58E-01	2.84E-02	0.5	1.42E-02
2013	C08	Tándem	13.95	3.76	7.28E-01	2.74E-02	0.5	1.37E-02
2013	C08	Tándem	14.85	5.83	9.35E-01	5.45E-02	0.5	2.73E-02
2013	C08	Tándem	15.75	7.47	1.18E+00	8.85E-02	0.5	4.42E-02
2013	C08	Tándem	16.65	9.72	1.48E+00	1.44E-01	0.5	7.18E-02
2013	C08	Tándem	17.55	12.05	1.82E+00	2.20E-01	0.5	1.10E-01
2013	C08	Tándem	18.45	13.82	2.23E+00	3.08E-01	0.5	1.54E-01
2013	C08	Tándem	19.35	9.16	2.70E+00	2.47E-01	0.5	1.23E-01
2013	C08	Tándem	20.25	5.83	3.23E+00	1.89E-01	0.5	9.43E-02
2013	C08	Tándem	21.15	2.94	3.85E+00	1.13E-01	0.5	5.65E-02
2013	C08	Tándem	22.05	1.08	4.55E+00	4.91E-02	0.5	2.46E-02
2013	C08	Tándem	22.95	0.35	5.34E+00	1.84E-02	0.5	9.22E-03
2013	C08	Tándem	23.85	0.17	6.22E+00	1.08E-02	0.5	5.38E-03
2013	C08	Tándem	24.75	0.04	7.22E+00	3.12E-03	0.5	1.56E-03
2013	C08	Tándem	25.65	0.04	8.33E+00	3.60E-03	0.5	1.80E-03
2013	C08	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C08	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	0.5	0.00E+00
2013	C09	Simple	0.68	0.55	4.59E-05	2.50E-07	1.94	4.86E-07
2013	C09	Simple	1.58	0.17	1.36E-03	2.32E-06	1.94	4.50E-06
2013	C09	Simple	2.03	0.33	3.72E-03	1.23E-05	1.94	2.38E-05
2013	C09	Simple	2.48	0.64	8.30E-03	5.35E-05	1.94	1.04E-04
2013	C09	Simple	2.93	0.63	1.62E-02	1.02E-04	1.94	1.98E-04
2013	C09	Simple	3.38	0.77	2.87E-02	2.21E-04	1.94	4.29E-04
2013	C09	Simple	3.83	3.47	4.73E-02	1.65E-03	1.94	3.19E-03
2013	C09	Simple	4.28	7.63	7.39E-02	5.64E-03	1.94	1.09E-02
2013	C09	Simple	4.73	10.38	1.10E-01	1.14E-02	1.94	2.22E-02
2013	C09	Simple	5.18	10.72	1.59E-01	1.70E-02	1.94	3.30E-02
2013	C09	Simple	5.63	7.73	2.21E-01	1.71E-02	1.94	3.32E-02
2013	C09	Simple	6.08	3.87	3.01E-01	1.17E-02	1.94	2.26E-02
2013	C09	Simple	6.53	5.50	4.01E-01	2.21E-02	1.94	4.28E-02
2013	C09	Simple	6.98	4.13	5.24E-01	2.16E-02	1.94	4.20E-02
2013	C09	Simple	7.43	2.27	6.72E-01	1.52E-02	1.94	2.96E-02
2013	C09	Simple	7.88	0.84	8.51E-01	7.13E-03	1.94	1.38E-02

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C09	Simple	8.33	0.88	1.06E+00	9.30E-03	1.94	1.80E-02
2013	C09	Simple	8.78	1.29	1.31E+00	1.70E-02	1.94	3.29E-02
2013	C09	Simple	9.23	1.75	1.60E+00	2.81E-02	1.94	5.45E-02
2013	C09	Simple	9.68	2.34	1.94E+00	4.53E-02	1.94	8.78E-02
2013	C09	Simple	10.13	3.11	2.32E+00	7.23E-02	1.94	1.40E-01
2013	C09	Simple	10.58	4.76	2.77E+00	1.32E-01	1.94	2.56E-01
2013	C09	Simple	11.03	5.46	3.27E+00	1.78E-01	1.94	3.46E-01
2013	C09	Simple	11.48	5.50	3.83E+00	2.11E-01	1.94	4.09E-01
2013	C09	Simple	11.93	4.73	4.47E+00	2.12E-01	1.94	4.10E-01
2013	C09	Simple	12.38	2.13	5.19E+00	1.10E-01	1.94	2.14E-01
2013	C09	Simple	12.83	1.61	5.98E+00	9.62E-02	1.94	1.87E-01
2013	C09	Simple	13.28	1.28	6.87E+00	8.82E-02	1.94	1.71E-01
2013	C09	Simple	13.73	1.16	7.85E+00	9.12E-02	1.94	1.77E-01
2013	C09	Simple	14.18	0.93	8.93E+00	8.27E-02	1.94	1.60E-01
2013	C09	Simple	14.63	0.69	1.01E+01	6.99E-02	1.94	1.36E-01
2013	C09	Simple	15.08	0.64	1.14E+01	7.37E-02	1.94	1.43E-01
2013	C09	Simple	15.53	0.57	1.28E+01	7.30E-02	1.94	1.42E-01
2013	C09	Simple	15.98	0.59	1.44E+01	8.47E-02	1.94	1.64E-01
2013	C09	Simple	16.43	0.43	1.61E+01	6.95E-02	1.94	1.35E-01
2013	C09	Simple	16.88	0.26	1.79E+01	4.59E-02	1.94	8.90E-02
2013	C09	Simple	17.33	0.13	1.99E+01	2.66E-02	1.94	5.16E-02
2013	C09	Simple	17.78	0.05	2.21E+01	1.07E-02	1.94	2.07E-02
2013	C09	Simple	18.23	0.06	2.44E+01	1.39E-02	1.94	2.69E-02
2013	C09	Tándem	1.35	0.08	6.39E-05	5.18E-08	1.36	7.04E-08
2013	C09	Tándem	3.15	0.03	1.89E-03	6.14E-07	1.36	8.35E-07
2013	C09	Tándem	4.05	0.16	5.18E-03	8.18E-06	1.36	1.11E-05
2013	C09	Tándem	4.95	2.54	1.15E-02	2.93E-04	1.36	3.99E-04
2013	C09	Tándem	5.85	7.02	2.25E-02	1.58E-03	1.36	2.15E-03
2013	C09	Tándem	6.75	3.53	3.99E-02	1.41E-03	1.36	1.92E-03
2013	C09	Tándem	7.65	1.49	6.59E-02	9.80E-04	1.36	1.33E-03
2013	C09	Tándem	8.55	0.99	1.03E-01	1.02E-03	1.36	1.38E-03
2013	C09	Tándem	9.45	1.03	1.53E-01	1.57E-03	1.36	2.14E-03
2013	C09	Tándem	10.35	1.26	2.21E-01	2.78E-03	1.36	3.78E-03
2013	C09	Tándem	11.25	1.60	3.08E-01	4.94E-03	1.36	6.72E-03
2013	C09	Tándem	12.15	2.37	4.19E-01	9.95E-03	1.36	1.35E-02
2013	C09	Tándem	13.05	3.09	5.58E-01	1.73E-02	1.36	2.35E-02
2013	C09	Tándem	13.95	4.28	7.28E-01	3.12E-02	1.36	4.24E-02
2013	C09	Tándem	14.85	5.24	9.35E-01	4.90E-02	1.36	6.66E-02
2013	C09	Tándem	15.75	5.66	1.18E+00	6.70E-02	1.36	9.11E-02
2013	C09	Tándem	16.65	5.97	1.48E+00	8.83E-02	1.36	1.20E-01
2013	C09	Tándem	17.55	8.32	1.82E+00	1.52E-01	1.36	2.06E-01
2013	C09	Tándem	18.45	11.81	2.23E+00	2.63E-01	1.36	3.58E-01
2013	C09	Tándem	19.35	13.38	2.70E+00	3.61E-01	1.36	4.91E-01
2013	C09	Tándem	20.25	10.91	3.23E+00	3.53E-01	1.36	4.80E-01
2013	C09	Tándem	21.15	5.30	3.85E+00	2.04E-01	1.36	2.77E-01
2013	C09	Tándem	22.05	2.52	4.55E+00	1.15E-01	1.36	1.56E-01
2013	C09	Tándem	22.95	0.85	5.34E+00	4.52E-02	1.36	6.15E-02
2013	C09	Tándem	23.85	0.35	6.22E+00	2.19E-02	1.36	2.98E-02
2013	C09	Tándem	24.75	0.13	7.22E+00	9.07E-03	1.36	1.23E-02
2013	C09	Tándem	25.65	0.06	8.33E+00	5.06E-03	1.36	6.88E-03
2013	C09	Tándem	26.55	0.02	9.56E+00	1.94E-03	1.36	2.63E-03
2013	C09	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	4.43E-04	1.36	6.02E-04
2013	C09	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C09	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	1.36	0.00E+00
2013	C09	Trídem	2.70	0.45	2.90E-04	1.30E-06	0.11	1.43E-07
2013	C09	Trídem	6.08	1.79	6.85E-03	1.23E-04	0.11	1.35E-05
2013	C09	Trídem	7.43	2.39	1.50E-02	3.58E-04	0.11	3.94E-05
2013	C09	Trídem	8.78	1.54	2.88E-02	4.43E-04	0.11	4.88E-05
2013	C09	Trídem	10.13	1.29	5.02E-02	6.50E-04	0.11	7.15E-05
2013	C09	Trídem	11.48	2.34	8.19E-02	1.91E-03	0.11	2.10E-04
2013	C09	Trídem	12.83	3.13	1.26E-01	3.96E-03	0.11	4.35E-04
2013	C09	Trídem	14.18	2.93	1.87E-01	5.48E-03	0.11	6.02E-04
2013	C09	Trídem	15.53	3.63	2.66E-01	9.66E-03	0.11	1.06E-03
2013	C09	Trídem	16.88	5.02	3.68E-01	1.85E-02	0.11	2.04E-03
2013	C09	Trídem	18.23	6.32	4.97E-01	3.14E-02	0.11	3.45E-03
2013	C09	Trídem	19.58	10.74	6.57E-01	7.06E-02	0.11	7.76E-03
2013	C09	Trídem	20.93	18.75	8.52E-01	1.60E-01	0.11	1.76E-02
2013	C09	Trídem	22.28	16.16	1.09E+00	1.76E-01	0.11	1.93E-02
2013	C09	Trídem	23.63	13.92	1.37E+00	1.91E-01	0.11	2.10E-02
2013	C09	Trídem	24.98	8.01	1.70E+00	1.36E-01	0.11	1.50E-02
2013	C09	Trídem	26.33	0.99	2.09E+00	2.08E-02	0.11	2.28E-03
2013	C09	Trídem	27.68	0.35	2.54E+00	8.83E-03	0.11	9.71E-04
2013	C09	Trídem	29.03	0.10	3.05E+00	3.04E-03	0.11	3.34E-04
2013	C09	Trídem	30.38	0.10	3.65E+00	3.63E-03	0.11	3.99E-04
2013	C09	Trídem	31.73	0.05	4.32E+00	2.15E-03	0.11	2.36E-04
2013	C09	Trídem	33.08	0.00	5.08E+00	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	34.43	0.00	5.94E+00	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	35.78	0.00	6.90E+00	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	37.13	0.00	7.97E+00	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	38.48	0.00	9.17E+00	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	39.83	0.00	1.05E+01	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	41.18	0.00	1.19E+01	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	42.53	0.00	1.35E+01	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	43.88	0.00	1.53E+01	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	45.23	0.00	1.72E+01	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C09	Trídem	46.58	0.00	1.93E+01	0.00E+00	0.11	0.00E+00
2013	C10	Simple	0.68	0.03	4.59E-05	1.17E-08	1	1.17E-08
2013	C10	Simple	1.58	0.01	1.36E-03	1.06E-07	1	1.06E-07
2013	C10	Simple	2.03	0.01	3.72E-03	5.08E-07	1	5.08E-07
2013	C10	Simple	2.48	0.04	8.30E-03	3.32E-06	1	3.32E-06
2013	C10	Simple	2.93	0.06	1.62E-02	9.95E-06	1	9.95E-06
2013	C10	Simple	3.38	0.13	2.87E-02	3.70E-05	1	3.70E-05
2013	C10	Simple	3.83	1.07	4.73E-02	5.06E-04	1	5.06E-04
2013	C10	Simple	4.28	11.37	7.39E-02	8.40E-03	1	8.40E-03
2013	C10	Simple	4.73	21.74	1.10E-01	2.40E-02	1	2.40E-02
2013	C10	Simple	5.18	28.00	1.59E-01	4.44E-02	1	4.44E-02
2013	C10	Simple	5.63	13.71	2.21E-01	3.04E-02	1	3.04E-02
2013	C10	Simple	6.08	4.73	3.01E-01	1.42E-02	1	1.42E-02
2013	C10	Simple	6.53	9.23	4.01E-01	3.70E-02	1	3.70E-02
2013	C10	Simple	6.98	7.99	5.24E-01	4.18E-02	1	4.18E-02
2013	C10	Simple	7.43	1.65	6.72E-01	1.11E-02	1	1.11E-02
2013	C10	Simple	7.88	0.20	8.51E-01	1.69E-03	1	1.69E-03
2013	C10	Simple	8.33	0.03	1.06E+00	3.11E-04	1	3.11E-04
2013	C10	Simple	8.78	0.00	1.31E+00	5.12E-05	1	5.12E-05
2013	C10	Simple	9.23	0.00	1.60E+00	1.56E-05	1	1.56E-05
2013	C10	Simple	9.68	0.00	1.94E+00	0.00E+00	1	0.00E+00

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C10	Simple	10.13	0.00	2.32E+00	4.54E-05	1	4.54E-05
2013	C10	Simple	10.58	0.00	2.77E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	11.03	0.00	3.27E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	11.48	0.00	3.83E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	11.93	0.00	4.47E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	12.38	0.00	5.19E+00	5.06E-05	1	5.06E-05
2013	C10	Simple	12.83	0.00	5.98E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	13.28	0.00	6.87E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	13.73	0.00	7.85E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	14.18	0.00	8.93E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	14.63	0.00	1.01E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	15.08	0.00	1.14E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	15.53	0.00	1.28E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	15.98	0.00	1.44E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	16.43	0.00	1.61E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	16.88	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	1.35	0.00	6.39E-05	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	3.15	0.00	1.89E-03	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	4.05	0.00	5.18E-03	5.05E-08	1	5.05E-08
2013	C10	Tándem	4.95	0.02	1.15E-02	2.59E-06	1	2.59E-06
2013	C10	Tándem	5.85	0.26	2.25E-02	5.89E-05	1	5.89E-05
2013	C10	Tándem	6.75	0.43	3.99E-02	1.72E-04	1	1.72E-04
2013	C10	Tándem	7.65	0.23	6.59E-02	1.50E-04	1	1.50E-04
2013	C10	Tándem	8.55	0.22	1.03E-01	2.30E-04	1	2.30E-04
2013	C10	Tándem	9.45	0.20	1.53E-01	3.07E-04	1	3.07E-04
2013	C10	Tándem	10.35	0.27	2.21E-01	6.05E-04	1	6.05E-04
2013	C10	Tándem	11.25	0.44	3.08E-01	1.35E-03	1	1.35E-03
2013	C10	Tándem	12.15	0.84	4.19E-01	3.54E-03	1	3.54E-03
2013	C10	Tándem	13.05	1.36	5.58E-01	7.61E-03	1	7.61E-03
2013	C10	Tándem	13.95	2.94	7.28E-01	2.14E-02	1	2.14E-02
2013	C10	Tándem	14.85	4.86	9.35E-01	4.55E-02	1	4.55E-02
2013	C10	Tándem	15.75	7.57	1.18E+00	8.96E-02	1	8.96E-02
2013	C10	Tándem	16.65	10.30	1.48E+00	1.52E-01	1	1.52E-01
2013	C10	Tándem	17.55	12.46	1.82E+00	2.27E-01	1	2.27E-01
2013	C10	Tándem	18.45	16.39	2.23E+00	3.65E-01	1	3.65E-01
2013	C10	Tándem	19.35	19.75	2.70E+00	5.33E-01	1	5.33E-01
2013	C10	Tándem	20.25	12.89	3.23E+00	4.17E-01	1	4.17E-01
2013	C10	Tándem	21.15	5.81	3.85E+00	2.23E-01	1	2.23E-01
2013	C10	Tándem	22.05	2.07	4.55E+00	9.43E-02	1	9.43E-02
2013	C10	Tándem	22.95	0.51	5.34E+00	2.71E-02	1	2.71E-02
2013	C10	Tándem	23.85	0.12	6.22E+00	7.17E-03	1	7.17E-03
2013	C10	Tándem	24.75	0.02	7.22E+00	1.76E-03	1	1.76E-03
2013	C10	Tándem	25.65	0.00	8.33E+00	4.06E-04	1	4.06E-04
2013	C10	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	4.66E-04	1	4.66E-04
2013	C10	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	1.07E-04	1	1.07E-04
2013	C10	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	1	0.00E+00

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C10	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	2.70	0.05	2.90E-04	1.51E-07	1	1.51E-07
2013	C10	Trídem	6.08	0.39	6.85E-03	2.69E-05	1	2.69E-05
2013	C10	Trídem	7.43	0.37	1.50E-02	5.61E-05	1	5.61E-05
2013	C10	Trídem	8.78	0.19	2.88E-02	5.35E-05	1	5.35E-05
2013	C10	Trídem	10.13	0.25	5.02E-02	1.25E-04	1	1.25E-04
2013	C10	Trídem	11.48	0.28	8.19E-02	2.33E-04	1	2.33E-04
2013	C10	Trídem	12.83	0.32	1.26E-01	4.07E-04	1	4.07E-04
2013	C10	Trídem	14.18	0.45	1.87E-01	8.34E-04	1	8.34E-04
2013	C10	Trídem	15.53	0.62	2.66E-01	1.65E-03	1	1.65E-03
2013	C10	Trídem	16.88	0.86	3.68E-01	3.17E-03	1	3.17E-03
2013	C10	Trídem	18.23	1.60	4.97E-01	7.96E-03	1	7.96E-03
2013	C10	Trídem	19.58	4.11	6.57E-01	2.70E-02	1	2.70E-02
2013	C10	Trídem	20.93	11.82	8.52E-01	1.01E-01	1	1.01E-01
2013	C10	Trídem	22.28	21.69	1.09E+00	2.36E-01	1	2.36E-01
2013	C10	Trídem	23.63	19.42	1.37E+00	2.66E-01	1	2.66E-01
2013	C10	Trídem	24.98	14.43	1.70E+00	2.45E-01	1	2.45E-01
2013	C10	Trídem	26.33	9.57	2.09E+00	2.00E-01	1	2.00E-01
2013	C10	Trídem	27.68	4.95	2.54E+00	1.25E-01	1	1.25E-01
2013	C10	Trídem	29.03	3.50	3.05E+00	1.07E-01	1	1.07E-01
2013	C10	Trídem	30.38	3.24	3.65E+00	1.18E-01	1	1.18E-01
2013	C10	Trídem	31.73	1.35	4.32E+00	5.83E-02	1	5.83E-02
2013	C10	Trídem	33.08	0.45	5.08E+00	2.27E-02	1	2.27E-02
2013	C10	Trídem	34.43	0.08	5.94E+00	5.01E-03	1	5.01E-03
2013	C10	Trídem	35.78	0.01	6.90E+00	5.41E-04	1	5.41E-04
2013	C10	Trídem	37.13	0.00	7.97E+00	7.81E-05	1	7.81E-05
2013	C10	Trídem	38.48	0.00	9.17E+00	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	39.83	0.00	1.05E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	41.18	0.00	1.19E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	42.53	0.00	1.35E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	43.88	0.00	1.53E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	45.23	0.00	1.72E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C10	Trídem	46.58	0.00	1.93E+01	0.00E+00	1	0.00E+00
2013	C11	Simple	0.68	0.17	4.59E-05	7.82E-08	3.07	2.40E-07
2013	C11	Simple	1.58	0.04	1.36E-03	5.52E-07	3.07	1.69E-06
2013	C11	Simple	2.03	0.21	3.72E-03	7.84E-06	3.07	2.41E-05
2013	C11	Simple	2.48	1.00	8.30E-03	8.28E-05	3.07	2.54E-04
2013	C11	Simple	2.93	1.24	1.62E-02	2.01E-04	3.07	6.17E-04
2013	C11	Simple	3.38	1.02	2.87E-02	2.93E-04	3.07	9.00E-04
2013	C11	Simple	3.83	0.82	4.73E-02	3.88E-04	3.07	1.19E-03
2013	C11	Simple	4.28	1.18	7.39E-02	8.75E-04	3.07	2.69E-03
2013	C11	Simple	4.73	1.25	1.10E-01	1.38E-03	3.07	4.23E-03
2013	C11	Simple	5.18	2.20	1.59E-01	3.49E-03	3.07	1.07E-02
2013	C11	Simple	5.63	3.96	2.21E-01	8.76E-03	3.07	2.69E-02
2013	C11	Simple	6.08	4.42	3.01E-01	1.33E-02	3.07	4.09E-02
2013	C11	Simple	6.53	7.61	4.01E-01	3.05E-02	3.07	9.36E-02
2013	C11	Simple	6.98	7.05	5.24E-01	3.69E-02	3.07	1.13E-01
2013	C11	Simple	7.43	7.43	6.72E-01	4.99E-02	3.07	1.53E-01
2013	C11	Simple	7.88	6.49	8.51E-01	5.52E-02	3.07	1.69E-01
2013	C11	Simple	8.33	5.44	1.06E+00	5.78E-02	3.07	1.77E-01
2013	C11	Simple	8.78	5.66	1.31E+00	7.42E-02	3.07	2.28E-01
2013	C11	Simple	9.23	4.98	1.60E+00	7.98E-02	3.07	2.45E-01
2013	C11	Simple	9.68	5.00	1.94E+00	9.70E-02	3.07	2.98E-01
2013	C11	Simple	10.13	6.20	2.32E+00	1.44E-01	3.07	4.43E-01
2013	C11	Simple	10.58	8.24	2.77E+00	2.28E-01	3.07	7.00E-01
2013	C11	Simple	11.03	7.54	3.27E+00	2.46E-01	3.07	7.57E-01
2013	C11	Simple	11.48	5.68	3.83E+00	2.18E-01	3.07	6.69E-01

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C11	Simple	11.93	2.69	4.47E+00	1.20E-01	3.07	3.70E-01
2013	C11	Simple	12.38	1.26	5.19E+00	6.52E-02	3.07	2.00E-01
2013	C11	Simple	12.83	0.55	5.98E+00	3.30E-02	3.07	1.01E-01
2013	C11	Simple	13.28	0.27	6.87E+00	1.84E-02	3.07	5.64E-02
2013	C11	Simple	13.73	0.11	7.85E+00	8.91E-03	3.07	2.74E-02
2013	C11	Simple	14.18	0.06	8.93E+00	5.07E-03	3.07	1.56E-02
2013	C11	Simple	14.63	0.03	1.01E+01	3.28E-03	3.07	1.01E-02
2013	C11	Simple	15.08	0.06	1.14E+01	7.41E-03	3.07	2.28E-02
2013	C11	Simple	15.53	0.03	1.28E+01	4.17E-03	3.07	1.28E-02
2013	C11	Simple	15.98	0.04	1.44E+01	5.84E-03	3.07	1.79E-02
2013	C11	Simple	16.43	0.02	1.61E+01	3.92E-03	3.07	1.20E-02
2013	C11	Simple	16.88	0.01	1.79E+01	1.45E-03	3.07	4.47E-03
2013	C11	Simple	17.33	0.02	1.99E+01	3.23E-03	3.07	9.92E-03
2013	C11	Simple	17.78	0.01	2.21E+01	1.79E-03	3.07	5.50E-03
2013	C11	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	3.07	0.00E+00
2013	C11	Tándem	1.35	0.13	6.39E-05	8.51E-08	0.93	7.92E-08
2013	C11	Tándem	3.15	0.00	1.89E-03	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	4.05	0.11	5.18E-03	5.52E-06	0.93	5.13E-06
2013	C11	Tándem	4.95	0.27	1.15E-02	3.08E-05	0.93	2.86E-05
2013	C11	Tándem	5.85	0.32	2.25E-02	7.20E-05	0.93	6.70E-05
2013	C11	Tándem	6.75	0.85	3.99E-02	3.40E-04	0.93	3.17E-04
2013	C11	Tándem	7.65	0.53	6.59E-02	3.51E-04	0.93	3.26E-04
2013	C11	Tándem	8.55	0.08	1.03E-01	8.22E-05	0.93	7.64E-05
2013	C11	Tándem	9.45	0.29	1.53E-01	4.50E-04	0.93	4.18E-04
2013	C11	Tándem	10.35	0.21	2.21E-01	4.71E-04	0.93	4.38E-04
2013	C11	Tándem	11.25	0.48	3.08E-01	1.48E-03	0.93	1.37E-03
2013	C11	Tándem	12.15	0.88	4.19E-01	3.69E-03	0.93	3.43E-03
2013	C11	Tándem	13.05	2.16	5.58E-01	1.20E-02	0.93	1.12E-02
2013	C11	Tándem	13.95	3.17	7.28E-01	2.31E-02	0.93	2.15E-02
2013	C11	Tándem	14.85	5.14	9.35E-01	4.81E-02	0.93	4.47E-02
2013	C11	Tándem	15.75	13.06	1.18E+00	1.55E-01	0.93	1.44E-01
2013	C11	Tándem	16.65	18.31	1.48E+00	2.71E-01	0.93	2.52E-01
2013	C11	Tándem	17.55	20.01	1.82E+00	3.65E-01	0.93	3.40E-01
2013	C11	Tándem	18.45	22.65	2.23E+00	5.05E-01	0.93	4.69E-01
2013	C11	Tándem	19.35	7.30	2.70E+00	1.97E-01	0.93	1.83E-01
2013	C11	Tándem	20.25	2.00	3.23E+00	6.46E-02	0.93	6.01E-02
2013	C11	Tándem	21.15	1.09	3.85E+00	4.20E-02	0.93	3.91E-02
2013	C11	Tándem	22.05	0.53	4.55E+00	2.42E-02	0.93	2.25E-02
2013	C11	Tándem	22.95	0.24	5.34E+00	1.28E-02	0.93	1.19E-02
2013	C11	Tándem	23.85	0.11	6.22E+00	6.63E-03	0.93	6.17E-03
2013	C11	Tándem	24.75	0.05	7.22E+00	3.85E-03	0.93	3.58E-03
2013	C11	Tándem	25.65	0.03	8.33E+00	2.22E-03	0.93	2.06E-03
2013	C11	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C11	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	0.93	0.00E+00
2013	C12	Simple	0.68	0.19	4.59E-05	8.59E-08	2.22	1.91E-07
2013	C12	Simple	1.58	0.06	1.36E-03	7.84E-07	2.22	1.74E-06
2013	C12	Simple	2.03	0.07	3.72E-03	2.68E-06	2.22	5.94E-06

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C12	Simple	2.48	0.66	8.30E-03	5.50E-05	2.22	1.22E-04
2013	C12	Simple	2.93	0.72	1.62E-02	1.17E-04	2.22	2.59E-04
2013	C12	Simple	3.38	0.45	2.87E-02	1.28E-04	2.22	2.84E-04
2013	C12	Simple	3.83	0.30	4.73E-02	1.43E-04	2.22	3.18E-04
2013	C12	Simple	4.28	0.91	7.39E-02	6.70E-04	2.22	1.49E-03
2013	C12	Simple	4.73	1.31	1.10E-01	1.44E-03	2.22	3.21E-03
2013	C12	Simple	5.18	2.30	1.59E-01	3.65E-03	2.22	8.11E-03
2013	C12	Simple	5.63	4.35	2.21E-01	9.63E-03	2.22	2.14E-02
2013	C12	Simple	6.08	6.78	3.01E-01	2.04E-02	2.22	4.53E-02
2013	C12	Simple	6.53	10.39	4.01E-01	4.17E-02	2.22	9.25E-02
2013	C12	Simple	6.98	9.65	5.24E-01	5.05E-02	2.22	1.12E-01
2013	C12	Simple	7.43	14.24	6.72E-01	9.57E-02	2.22	2.12E-01
2013	C12	Simple	7.88	9.40	8.51E-01	8.00E-02	2.22	1.78E-01
2013	C12	Simple	8.33	5.86	1.06E+00	6.23E-02	2.22	1.38E-01
2013	C12	Simple	8.78	5.90	1.31E+00	7.74E-02	2.22	1.72E-01
2013	C12	Simple	9.23	6.62	1.60E+00	1.06E-01	2.22	2.35E-01
2013	C12	Simple	9.68	6.49	1.94E+00	1.26E-01	2.22	2.79E-01
2013	C12	Simple	10.13	5.50	2.32E+00	1.28E-01	2.22	2.84E-01
2013	C12	Simple	10.58	4.25	2.77E+00	1.17E-01	2.22	2.61E-01
2013	C12	Simple	11.03	2.07	3.27E+00	6.77E-02	2.22	1.50E-01
2013	C12	Simple	11.48	1.01	3.83E+00	3.86E-02	2.22	8.58E-02
2013	C12	Simple	11.93	0.36	4.47E+00	1.61E-02	2.22	3.57E-02
2013	C12	Simple	12.38	0.10	5.19E+00	5.23E-03	2.22	1.16E-02
2013	C12	Simple	12.83	0.04	5.98E+00	2.58E-03	2.22	5.74E-03
2013	C12	Simple	13.28	0.01	6.87E+00	9.89E-04	2.22	2.20E-03
2013	C12	Simple	13.73	0.00	7.85E+00	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	14.18	0.00	8.93E+00	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	14.63	0.00	1.01E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	15.08	0.00	1.14E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	15.53	0.00	1.28E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	15.98	0.00	1.44E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	16.43	0.00	1.61E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	16.88	0.00	1.79E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	2.22	0.00E+00
2013	C12	Tándem	1.35	0.00	6.39E-05	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	3.15	0.12	1.89E-03	2.34E-06	1.55	3.63E-06
2013	C12	Tándem	4.05	0.33	5.18E-03	1.71E-05	1.55	2.65E-05
2013	C12	Tándem	4.95	0.37	1.15E-02	4.29E-05	1.55	6.64E-05
2013	C12	Tándem	5.85	0.33	2.25E-02	7.43E-05	1.55	1.15E-04
2013	C12	Tándem	6.75	0.47	3.99E-02	1.89E-04	1.55	2.94E-04
2013	C12	Tándem	7.65	0.47	6.59E-02	3.12E-04	1.55	4.84E-04
2013	C12	Tándem	8.55	1.09	1.03E-01	1.12E-03	1.55	1.74E-03
2013	C12	Tándem	9.45	2.72	1.53E-01	4.17E-03	1.55	6.47E-03
2013	C12	Tándem	10.35	3.13	2.21E-01	6.92E-03	1.55	1.07E-02
2013	C12	Tándem	11.25	4.33	3.08E-01	1.33E-02	1.55	2.07E-02
2013	C12	Tándem	12.15	7.38	4.19E-01	3.09E-02	1.55	4.80E-02
2013	C12	Tándem	13.05	11.32	5.58E-01	6.31E-02	1.55	9.79E-02
2013	C12	Tándem	13.95	10.31	7.28E-01	7.51E-02	1.55	1.16E-01
2013	C12	Tándem	14.85	6.82	9.35E-01	6.38E-02	1.55	9.90E-02
2013	C12	Tándem	15.75	10.43	1.18E+00	1.23E-01	1.55	1.91E-01
2013	C12	Tándem	16.65	9.01	1.48E+00	1.33E-01	1.55	2.06E-01
2013	C12	Tándem	17.55	9.84	1.82E+00	1.79E-01	1.55	2.78E-01
2013	C12	Tándem	18.45	12.23	2.23E+00	2.73E-01	1.55	4.22E-01
2013	C12	Tándem	19.35	6.49	2.70E+00	1.75E-01	1.55	2.71E-01
2013	C12	Tándem	20.25	1.86	3.23E+00	6.00E-02	1.55	9.30E-02

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C12	Tándem	21.15	0.52	3.85E+00	1.98E-02	1.55	3.08E-02
2013	C12	Tándem	22.05	0.21	4.55E+00	9.38E-03	1.55	1.45E-02
2013	C12	Tándem	22.95	0.14	5.34E+00	7.70E-03	1.55	1.19E-02
2013	C12	Tándem	23.85	0.02	6.22E+00	1.28E-03	1.55	1.99E-03
2013	C12	Tándem	24.75	0.04	7.22E+00	2.98E-03	1.55	4.61E-03
2013	C12	Tándem	25.65	0.00	8.33E+00	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	1.55	0.00E+00
2013	C12	Trídem	2.70	0.00	2.90E-04	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	6.08	0.00	6.85E-03	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	7.43	0.00	1.50E-02	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	8.78	0.00	2.88E-02	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	10.13	0.00	5.02E-02	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	11.48	0.00	8.19E-02	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	12.83	2.15	1.26E-01	2.71E-03	0.22	5.96E-04
2013	C12	Trídem	14.18	0.86	1.87E-01	1.60E-03	0.22	3.52E-04
2013	C12	Trídem	15.53	1.86	2.66E-01	4.95E-03	0.22	1.09E-03
2013	C12	Trídem	16.88	6.44	3.68E-01	2.37E-02	0.22	5.22E-03
2013	C12	Trídem	18.23	20.60	4.97E-01	1.02E-01	0.22	2.25E-02
2013	C12	Trídem	19.58	29.90	6.57E-01	1.96E-01	0.22	4.32E-02
2013	C12	Trídem	20.93	25.46	8.52E-01	2.17E-01	0.22	4.78E-02
2013	C12	Trídem	22.28	9.44	1.09E+00	1.03E-01	0.22	2.26E-02
2013	C12	Trídem	23.63	2.86	1.37E+00	3.91E-02	0.22	8.61E-03
2013	C12	Trídem	24.98	0.43	1.70E+00	7.29E-03	0.22	1.60E-03
2013	C12	Trídem	26.33	0.00	2.09E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	27.68	0.00	2.54E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	29.03	0.00	3.05E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	30.38	0.00	3.65E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	31.73	0.00	4.32E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	33.08	0.00	5.08E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	34.43	0.00	5.94E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	35.78	0.00	6.90E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	37.13	0.00	7.97E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	38.48	0.00	9.17E+00	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	39.83	0.00	1.05E+01	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	41.18	0.00	1.19E+01	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	42.53	0.00	1.35E+01	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	43.88	0.00	1.53E+01	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	45.23	0.00	1.72E+01	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C12	Trídem	46.58	0.00	1.93E+01	0.00E+00	0.22	0.00E+00
2013	C13	Simple	0.68	0.00	4.59E-05	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	1.58	0.00	1.36E-03	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	2.03	0.00	3.72E-03	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	2.48	3.03	8.30E-03	2.51E-04	1.57	3.95E-04
2013	C13	Simple	2.93	0.00	1.62E-02	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	3.38	0.00	2.87E-02	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	3.83	3.03	4.73E-02	1.43E-03	1.57	2.25E-03

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C13	Simple	4.28	15.15	7.39E-02	1.12E-02	1.57	1.76E-02
2013	C13	Simple	4.73	12.12	1.10E-01	1.34E-02	1.57	2.10E-02
2013	C13	Simple	5.18	3.03	1.59E-01	4.81E-03	1.57	7.55E-03
2013	C13	Simple	5.63	0.00	2.21E-01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	6.08	12.12	3.01E-01	3.65E-02	1.57	5.73E-02
2013	C13	Simple	6.53	3.03	4.01E-01	1.21E-02	1.57	1.91E-02
2013	C13	Simple	6.98	9.09	5.24E-01	4.76E-02	1.57	7.47E-02
2013	C13	Simple	7.43	9.09	6.72E-01	6.11E-02	1.57	9.59E-02
2013	C13	Simple	7.88	6.06	8.51E-01	5.16E-02	1.57	8.09E-02
2013	C13	Simple	8.33	12.12	1.06E+00	1.29E-01	1.57	2.02E-01
2013	C13	Simple	8.78	3.03	1.31E+00	3.97E-02	1.57	6.24E-02
2013	C13	Simple	9.23	6.06	1.60E+00	9.71E-02	1.57	1.52E-01
2013	C13	Simple	9.68	3.03	1.94E+00	5.87E-02	1.57	9.22E-02
2013	C13	Simple	10.13	0.00	2.32E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	10.58	0.00	2.77E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	11.03	0.00	3.27E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	11.48	0.00	3.83E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	11.93	0.00	4.47E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	12.38	0.00	5.19E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	12.83	0.00	5.98E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	13.28	0.00	6.87E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	13.73	0.00	7.85E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	14.18	0.00	8.93E+00	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	14.63	0.00	1.01E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	15.08	0.00	1.14E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	15.53	0.00	1.28E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	15.98	0.00	1.44E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	16.43	0.00	1.61E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	16.88	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	17.33	0.00	1.99E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	17.78	0.00	2.21E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Simple	18.23	0.00	2.44E+01	0.00E+00	1.57	0.00E+00
2013	C13	Tándem	1.35	0.00	6.39E-05	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	3.15	0.00	1.89E-03	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	4.05	2.56	5.18E-03	1.33E-04	1.86	2.47E-04
2013	C13	Tándem	4.95	0.00	1.15E-02	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	5.85	2.56	2.25E-02	5.78E-04	1.86	1.07E-03
2013	C13	Tándem	6.75	5.13	3.99E-02	2.05E-03	1.86	3.81E-03
2013	C13	Tándem	7.65	0.00	6.59E-02	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	8.55	5.13	1.03E-01	5.27E-03	1.86	9.80E-03
2013	C13	Tándem	9.45	2.56	1.53E-01	3.93E-03	1.86	7.32E-03
2013	C13	Tándem	10.35	2.56	2.21E-01	5.66E-03	1.86	1.05E-02
2013	C13	Tándem	11.25	15.38	3.08E-01	4.74E-02	1.86	8.82E-02
2013	C13	Tándem	12.15	12.82	4.19E-01	5.37E-02	1.86	1.00E-01
2013	C13	Tándem	13.05	7.69	5.58E-01	4.29E-02	1.86	7.98E-02
2013	C13	Tándem	13.95	2.56	7.28E-01	1.87E-02	1.86	3.47E-02
2013	C13	Tándem	14.85	0.00	9.35E-01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	15.75	5.13	1.18E+00	6.07E-02	1.86	1.13E-01
2013	C13	Tándem	16.65	7.69	1.48E+00	1.14E-01	1.86	2.12E-01
2013	C13	Tándem	17.55	10.26	1.82E+00	1.87E-01	1.86	3.48E-01
2013	C13	Tándem	18.45	15.38	2.23E+00	3.43E-01	1.86	6.38E-01
2013	C13	Tándem	19.35	0.00	2.70E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	20.25	2.56	3.23E+00	8.29E-02	1.86	1.54E-01
2013	C13	Tándem	21.15	0.00	3.85E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	22.05	0.00	4.55E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	22.95	0.00	5.34E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	23.85	0.00	6.22E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00

Año	Clase	Tipo de Eje	Carga (ton)	Espectro de Carga (A)	LEF (B)	(C)=A*B	Número de Ejes (D)	ESAL C*D
2013	C13	Tándem	24.75	0.00	7.22E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	25.65	0.00	8.33E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	26.55	0.00	9.56E+00	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	27.45	0.00	1.09E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	28.35	0.00	1.24E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	29.25	0.00	1.41E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	30.15	0.00	1.59E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	31.05	0.00	1.79E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	31.95	0.00	2.00E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	32.85	0.00	2.24E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	33.75	0.00	2.50E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	34.65	0.00	2.77E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	35.55	0.00	3.07E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tándem	36.45	0.00	3.40E+01	0.00E+00	1.86	0.00E+00
2013	C13	Tridem	2.70	0.00	2.90E-04	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	6.08	0.00	6.85E-03	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	7.43	0.00	1.50E-02	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	8.78	0.00	2.88E-02	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	10.13	0.00	5.02E-02	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	11.48	0.00	8.19E-02	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	12.83	0.00	1.26E-01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	14.18	0.00	1.87E-01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	15.53	0.00	2.66E-01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	16.88	25.00	3.68E-01	9.21E-02	0.57	5.25E-02
2013	C13	Tridem	18.23	8.33	4.97E-01	4.14E-02	0.57	2.36E-02
2013	C13	Tridem	19.58	16.67	6.57E-01	1.10E-01	0.57	6.24E-02
2013	C13	Tridem	20.93	25.00	8.52E-01	2.13E-01	0.57	1.21E-01
2013	C13	Tridem	22.28	16.67	1.09E+00	1.81E-01	0.57	1.03E-01
2013	C13	Tridem	23.63	8.33	1.37E+00	1.14E-01	0.57	6.50E-02
2013	C13	Tridem	24.98	0.00	1.70E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	26.33	0.00	2.09E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	27.68	0.00	2.54E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	29.03	0.00	3.05E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	30.38	0.00	3.65E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	31.73	0.00	4.32E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	33.08	0.00	5.08E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	34.43	0.00	5.94E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	35.78	0.00	6.90E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	37.13	0.00	7.97E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	38.48	0.00	9.17E+00	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	39.83	0.00	1.05E+01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	41.18	0.00	1.19E+01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	42.53	0.00	1.35E+01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	43.88	0.00	1.53E+01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	45.23	0.00	1.72E+01	0.00E+00	0.57	0.00E+00
2013	C13	Tridem	46.58	0.00	1.93E+01	0.00E+00	0.57	0.00E+00

ANEXO 6

Las plantillas de trabajo elaboradas en la presente investigación son las siguientes:

1. Plantilla de trabajo para hallar los valores y curvas de espectros de carga

Hoja de registro de la información de la estación de pesaje.



Hoja de resultado de los espectros de carga anual de las 10 clases de vehículo.

	L.O. INICIAL			L.O. FINAL		
	Carga (Ton)	Cantidad	%	Carga (Ton)	Cantidad	%
1	4.00	1	0.00	1.00	0	0.00
2	4.50	1	0.00	1.50	0	0.00
3	5.00	1	0.00	2.00	0	0.00
4	5.50	1	0.00	2.50	0	0.00
5	6.00	1	0.00	3.00	0	0.00
6	6.50	1	0.00	3.50	0	0.00
7	7.00	1	0.00	4.00	0	0.00
8	7.50	1	0.00	4.50	0	0.00
9	8.00	1	0.00	5.00	0	0.00
10	8.50	1	0.00	5.50	0	0.00

2. Plantilla de trabajo para hallar los datos de entrada específicos

Hoja de registro de la información de conteo vehicular.



Hoja de resultado de:

- Tránsito Medio Diario Anual Inicial de Camiones
- Distribución Normalizada de Camiones
- Porcentaje de camiones en la dirección de diseño
- Factor de Ajuste Mensual

Año	AADT
2017	1,112.2
2018	
2019	
2020	
2021	
2022	
2023	
2024	
2025	
2026	
2027	
2028	
2029	
2030	
2031	
2032	
2033	
2034	
2035	
2036	
2037	
2038	
2039	
2040	
2041	
2042	
2043	
2044	
2045	
2046	
2047	
2048	
2049	
2050	

3. Plantilla de trabajo para hallar factor de distribución horaria

Hoja de registro de la información de la estación de pesaje.



Hoja de resultado del factor de distribución mensual de determinado año

Mes	Factor
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	

4. Plantilla de trabajo para hallar ESAL a partir de espectros de carga

Hoja de registro de los espectros de carga anual obtenidos.

Hoja de resultado de ESAL obtenido a partir de espectros de carga.

Año	Cm	Tipo de Tránsito	Carga (t)	Espectro de Carga (t)	LÍM (t)	ESAL	Número de Eje (t)	ESAL
2012	204	Servicio	210	0.00	4.00E+00	1.00E+00	1.00	2.00E+00
2012	204	Servicio	150	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	170	0.00	2.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	140	0.00	3.00E+00	1.00E+00	1.00	3.00E+00
2012	204	Servicio	200	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	130	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	180	0.00	4.00E+00	1.00E+00	1.00	4.00E+00
2012	204	Servicio	160	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	190	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	120	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	220	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	110	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	100	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	90	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	80	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	70	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	60	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	50	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	40	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	30	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	20	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	10	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00
2012	204	Servicio	0	0.00	1.00E+00	1.00E+00	1.00	1.00E+00

ESAL por Tipo de Vehículo	ESAL
TRAMA	2.04
C04	2.04
C05	4.40
C06	2.10
C07	1.84
C08	6.24
C09	6.24
C10	3.90
C11	6.42
C12	4.42
C13	3.11