

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**GENERACIÓN DE LOS ESPECTROS DE CARGA  
VEHICULAR DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2016  
PARA EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR:

**MARVIN VITALICIO LÓPEZ ROMERO.**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIA GENERAL :

**LIC. CRISTOBAL HERNÁN RIOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

DIRECTOR :

**ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO CIVIL**

Título :

**GENERACIÓN DE LOS ESPECTROS DE CARGA  
VEHICULAR DE LOS AÑOS 2014, 2015 Y 2016  
PARA EL SALVADOR.**

Presentado por :

**MARVIN VITALICIO LÓPEZ ROMERO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**ING. MARURICIO ERNESTO VALENCIA**

San Salvador, noviembre de 2017

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

**ING. MAURICIO ERENESTO VALENCIA**

## DEDICATORIA.

Este momento que llena de alegría a todo aquel que con mucho esfuerzo logra dar uno de los pasos más importantes en su vida, es de cierta forma indescriptible, y hay muchos seres queridos a los que desearía nombrar para poder compartir esta felicidad, y de alguna manera hacer saber la importancia que tuvieron en mi vida personal y en mis momentos de formación profesional, pero de forma resumida diré que este Trabajo de Graduación está dedicado a:

Dios Todopoderoso, porque a Él le doy la gloria, todo lo obtenido es porque Él nos lo ha concedido, y este triunfo no sería posible sin su ayuda, sin su infinita misericordia y sin su amor incomparable.

"Porque Yavé da la sabiduría, de su boca salen el saber y la verdad."

Proverbios, 2 - 6

Con mucha alegría, a mis padres, Marcos López y María Marcos Romero de López, por su apoyo incondicional, su confianza y su amor en todo momento y por fomentar en mí el deseo de superación.

A mis hermanos y hermanas, comparto con todos ustedes: Fátima, Nuvia, Adonay, Beatriz y Antony este logro, sabiendo que sin su ayuda esto no sería posible.

A mis sobrinos, esperando que, en algún momento de su vida, este logro que comparto con ustedes, sirva de inspiración para poder esforzarse y lograr sus metas.

A todos mis amigos que creyeron en mí y que en algún momento me alentaron para poder conseguir mi objetivo.

A todos los compañeros y amigos de la Universidad, Michelle Macías, Milagro Castaneda, Jaasiel Portillo, Ángel García, Aldo Gutiérrez, Francisco Renderos, Ulises Lopez, Jonathan Villeda, Wilfredo Trigueros, Jorge Hernández, Javier Soriano, Ronald

Menjívar, Luis Tobar, Carlos Menjívar, Francisco Juárez y todos aquellos que en algún momento de la carrera brindaron su ayuda.

Al docente director Ingeniero Mauricio Ernesto Valencia que tuvo la paciencia para orientarme durante todo el desarrollo de este Trabajo de Graduación.

De manera especial, dedico este Trabajo de Graduación a mi novia Rocío Escobar, por su apoyo en los momentos finales, que implicaron muchas horas de trabajo en las cuales estuvo a mi lado, por su paciencia y su amor, que me ayudaron a cumplir con esta meta.

Con todo el amor de mi corazón dedico este Trabajo de Graduación a Rodrigo Alejandro López Escobar, mi hijo, que sin lugar a duda trajo lo necesario, para llenar mi vida de felicidad, orgullo y amor.

Marvin Vitalicio López Romero.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Describir con unas cuantas palabras, lo profundamente agradecido que estoy con todos mis seres queridos, familiares y amigos, por haber formado parte y haber colaborado de alguna u otra manera para la culminación de mi formación profesional, y mencionar a todos los que lo han hecho posible, resulta difícil, pero con mucho cariño mencionaré a algunas personas con quien estoy gratamente agradecido.

Primeramente, agradecer a Dios Todopoderoso, porque de él viene la sabiduría, y es en Dios en quien confié mi meta de poder ser Ingeniero, en los momentos más difíciles, se que estuvo ahí.

Agradezco a mis padres, Marcos López y María Marcos Romero de López, mi padre que a pesar de las dificultades siempre lucha por la Familia López Romero y es un ejemplo de hombre trabajador, responsable con su familia y un padre amoroso, mi madre que siempre se caracteriza por ser una mujer luchadora, por sus cuidados, sus consejos, su confianza, sus oraciones, su paciencia, en fin, por todo ese amor incondicional de madre, ambos son una inspiración y un orgullo.

Le doy gracias a mis hermanos, que están pendientes de mí en todo momento, de manera especial a mi hermana Nuvia y a su esposo José, sin su ayuda durante todo este tiempo, esto no sería posible, de verdad gracias. A Fátima que siempre está dispuesta a ayudar, a Adonay que siempre se interesó y me animó a seguir y a optar siempre por mis estudios antes que cualquier otra alternativa, a Beatriz que me ayudó a buscar soluciones a las dificultades que se presentaban, y a Antony que me motivaba a echarle ganas y siempre seguir adelante. A todos muchísimas gracias.

A familiares y amigos, que de entre todos a los que quisiera agradecer mencionaré a mi prima Luci Romero por su apoyo y su amistad, a mi amigo Alexander Rubio que en muchos momentos brindó su apoyo, a Guadalupe Hernández que colaboró para la elaboración de este Trabajo de Graduación, a la Señora Margoth Dayci Laínez y familia, que siempre me animaba a continuar luchando por mi sueño de ser Ingeniero, y pedía por mí en sus oraciones.

A todos mis profesores, que siempre están en la lucha de enseñar y formar profesionales, son muchos los profesores y las profesoras que se vienen a mi mente, pero de manera especial agradezco al Ingeniero Mauricio Ernesto Valencia quien fue un profesor, instructor, orientador, amigo y que, sin su valiosa ayuda, no podría haber realizado este Trabajo.

Agradezco también al Ingeniero Dilber Sánchez, al Ingeniero Oswaldo Rivera Flores, al Ingeniero Joaquín Serrano Choto, a la Ingeniera Lesly Mendoza, al Ingeniero Ranulfo Cárcamo, al ingeniero Fredy Orellana y a todos los de la Escuela de Ingeniería Civil, a Roxana López que amablemente colabora con todos los estudiantes, como también agradezco al Ingeniero Ricardo Humberto Herrera Mirón quien aparte de ser mi profesor fue un amigo.

Al Ingeniero Ángel García, que, durante el desarrollo del Trabajo de Graduación, estuvo presto para brindar valiosos aportes.

A la Universidad de El Salvador, por brindar la oportunidad de formarme como profesional de Ingeniería Civil.

Al Dr. Paul Garnica Anguas y al Ingeniero Roberto Hernández del Instituto Mexicano de Transporte por la información brindada.

Finalmente agradezco a mi novia Rocío Escobar, quien me ha brindado su apoyo y paciencia, que ha estado conmigo llenándome de amor y de felicidad.

De la forma más sincera a todos les digo Gracias.



## **RECONOCIMIENTOS:**

Dirección General de Transporte de Carga por Carretera del Viceministerio de Transporte.

Casa de la Transparencia del Ministerio de Obras Públicas.

## Tabla de contenido

CAPITULO I:.....	1
GENERALIDADES. -.....	1
1.1 INTRODUCCION. ....	2
1.2 ANTECEDENTES. ....	4
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	8
1.4 OBJETIVOS. ....	9
1.4.1 OBJETIVO GENERAL: .....	9
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	9
1.5 ALCANCES. ....	10
1.6 LIMITACIONES. ....	11
1.7 JUSTIFICACIÓN. ....	12
CAPITULO II: DEFINICIONES, CONCEPTOS E INFORMACION GENERAL RELACIONADA CON LOS ESPECTROS DE CARGA. -.....	13
2.1 PAVIMENTOS.....	14
2.2 TIPOS DE PAVIMENTOS. ....	14
2.2.1 Pavimento rígido.....	15
2.2.2 Pavimento flexible.....	15
2.3 DISEÑO DE PAVIMENTOS Y METODOS DE DISEÑO.....	17
2.3.1 Diseño de pavimentos: .....	17
2.3.2 Método Empírico:.....	18
2.3.3 Método Mecanicista: .....	18
2.3.4 Métodos Mecanicista Empírico: .....	18
2.4 LA TRANSICION EMPIRICO MECANICISTA.....	19
2.4.1 La Prueba de la AASHO .....	19
2.4.2 Factores de Carga Equivalente. ....	21
2.4.3 Ejes equivalentes.....	22
2.4.4 Desventajas de la Metodología Empírica.....	23
2.5 METODOLOGÍA MECANICISTA-EMPIRICA.....	26
2.6 VENTAJAS DEL MÉTODO MECANICISTA EMPÍRICO SOBRE EL MÉTODO EMPÍRICO TRADICIONAL. ....	27
2.7 FACTORES QUE AFECTAN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	27
2.8 LOS MÉTODOS MECANICISTAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS Y EL TRÁNSITO. ....	28

2.9 ESPECTROS DE CARGA. ....	30
2.9.1 Definición de espectro de carga. ....	31
2.9.2 Características de los espectros de carga. ....	32
2.9.3 Obtención de datos para la generación de los espectros de carga. ....	32
2.9.3.1 Instrumentos para toma de datos de pesos de los vehículos de carga. ....	35
2.10 PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS EN EL SALVADOR. ....	37
2.11 CONFIGURACIONES DE EJES PARA ELABORACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA. ....	45
2.12 DATOS QUE INTERVIENEN EN LAS GRÁFICAS DE LOS ESPECTROS DE CARGA. ....	47
CAPITULO III: PROCESAMIENTO DE DATOS PARA GENERACION DE ESPECTROS DE CARGA VEHICULAR. - .....	48
3.1 DATOS BRINDADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DE CARGA DGTC. ...	49
3.2 USO DE SOFTWARE PARA PROCESAMIENTO DE DATOS. ....	51
3.3 ORDENAMIENTO DE DATOS. ....	51
3.4 TABULACION DE DATOS. ....	51
3.5 GRAFICAS. ....	53
CAPITULO IV: GENERACION DE ESPECTROS DE CARGA VEHICULAR Y ANALISIS DE RESULTADOS. - .....	54
4.1 Espectros de carga vehicular del año 2014 para El Salvador. ....	55
4.1.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO DIRECCIONAL 2014. ....	55
4.1.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL 2014. ....	57
4.1.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM del año 2014. ....	59
4.1.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM del año 2014. ....	61
4.1.5 Espectro de carga vehicular de EJES COMBINADOS del año 2014. ....	63
4.1.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante el año 2014 en El Salvador. ....	64
4.2 Espectros de carga vehicular del año 2015 para El Salvador. ....	65
4.2.1 Espectro de carga vehicular de eje S. DIRECCIONAL del año 2015. ....	65
4.2.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL del año 2015. ....	67
4.2.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM del año 2015. ....	69
4.2.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM del año 2015. ....	71
4.2.5 Espectro de carga vehicular de EJES COMBINADOS del año 2015. ....	73
4.2.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante el año 2015 en El Salvador. ....	74
4.3 Espectros de carga vehicular del año 2016 para El Salvador. ....	75
4.3.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO direccional del año 2016. ....	75

4.3.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL del año 2016. ....	77
4.3.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM del año 2016. ....	79
4.3.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM del año 2016. ....	81
4.3.5 Espectro de carga vehicular de EJES COMBINADOS del año 2016. ....	83
4.3.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante el año 2016 en El Salvador. ....	84
4.4 Espectros de carga vehicular de la ZAFRA 2015-2016 El Salvador. ....	85
4.4.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO direccional de la zafra 2015-2016. ....	85
4.4.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL de la zafra 2015-2016. ....	87
4.4.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM de la ZAFRA 2015-2016. ....	89
4.4.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM de la ZAFRA 2015-2016. ....	91
4.4.5 Espectro de carga vehicular de COMBINADOS de la zafra 2015-2016. ....	93
4.4.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante la zafra 2015-2016 en El Salvador. ...	94
4.5 Comparativa de espectros de carga de diferentes años. ....	95
4.5.1 Espectros de carga vehicular de eje SENCILLO, DUAL, TANDEM Y TRIDEM, del año 2012. 95	
4.5.2 Espectros de carga vehicular de eje SENCILLO, DUAL, TANDEM Y TRIDEM, del año 2013. 98	
4.5.3 Comparativa de espectros de carga por eje de los años 2012-2016. ....	101
4.5.3.1 Espectros de carga de ejes sencillo direccional (2012-2016). ....	101
4.5.3.2 Espectros de carga de ejes sencillo dual (2012-2016) ....	102
4.5.3.3 Espectros de carga de ejes tándem (2012-2016) ....	103
4.5.3.4 Espectros de carga de ejes tridem (2012-2016) ....	104
4.5.4 Comparativa de espectros de carga por ejes de los años 2012 al 2016, incluyendo los espectros de carga de la Zafra 2015-2016. ....	105
4.5.4.1 Espectros de carga de ejes sencillo (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016 ....	105
4.5.4.2 Espectros de carga de ejes sencillo dual (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016 .....	106
4.5.4.3 Espectros de carga de ejes tándem (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016 .....	107
4.5.4.4 Espectros de carga de ejes tridem (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016 .....	108
4.6 ANALISIS DE RESULTADOS. ....	109
4.6.1 Muestras utilizadas para generar los espectros de carga. ....	109
4.6.2 Rangos de las cargas más representativas y las cargas máximas procesadas por eje. ....	110
4.6.3 Porcentajes promedio de ejes con sobrepeso. ....	111
4.6.4 Tendencia de las cargas. ....	111
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. - .....	113
5.1 CONCLUSIONES. ....	114

5.2 RECOMENDACIONES .....	116
BIBLIOGRAFIA .....	118
ANEXOS.....	136

## INDICE DE FIGURAS.

<b>FIGURA 2.1</b> CAMINO DE PAVIMENTO RÍGIDO.....	15
<b>FIGURA 2.2</b> CAMINO DE PAVIMENTO FLEXIBLE. ....	16
<b>FIGURA 2.3</b> SECCIÓN DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	17
<b>FIGURA 2.4</b> FACTORES QUE AFECTAN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS. ....	28
<b>FIGURA 2.5.</b> ESPECTRO DE CARGA CARACTERÍSTICO DE UN EJE SENCILLO DUAL. ....	31
<b>FIGURA 2.6.</b> CAPTURA DE PANTALLA DE LOS DATOS DE ESTACIONES DE PESAJE.....	36
<b>FIGURA 3.1</b> REGISTRO DE DATOS DE CONTROL DE PESO EN ESTACIÓN MÓVIL.....	50
<b>FIGURA 3.2</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL.....	53
<b>FIGURA 4.1.1</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL DE 2014. ....	56
<b>FIGURA 4.1.2</b> GRAFICA DE ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL DE 2014.....	58
<b>FIGURA 4.1.3</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM DE 2014.....	60
<b>FIGURA 4.1.4</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM DE 2014.....	62
<b>FIGURA 4.1.5</b> ESPECTRO DE CARGA COMBINADOS DE 2014. ....	64
<b>FIGURA 4.2.1</b> DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DEL EJE SENCILLO DE 2015. ....	66
<b>FIGURA 4.2.2</b> ESPECTRO DEL EJE SENCILLO DUAL DE 2015. ....	68
<b>FIGURA 4.2.3</b> ESPECTRO DEL EJE TÁNDEM DE 2015.....	70
<b>FIGURA 4.2.4</b> ESPECTRO DEL EJE TRIDEM DE 2015.....	72
<b>FIGURA 4.2.5</b> ESPECTRO DE CARGA COMBINADOS DE 2015. ....	74
<b>FIGURA 4.3.1</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2016. ....	76
<b>FIGURA 4.3.2</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL 2016. ....	78
<b>FIGURA 4.3.3</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM 2016. ....	80
<b>FIGURA 4.3.4</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM 2016. ....	82
<b>FIGURA 4.3.5</b> DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA COMBINADOS DE 2015.....	84
<b>FIGURA 4.4.1</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL.....	86
<b>FIGURA 4.4.2</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL.....	88
<b>FIGURA 4.4.3</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM.....	90
<b>FIGURA 4.4.4</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM DE LA ZAFRA 2015-2016.....	92
<b>FIGURA 4.4.5</b> ESPECTROS DE CARGA DE EJES COMBINADOS DE ZAFRA 2015-2016. ....	94
<b>FIGURA 4.5.1.1</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2012. ....	95
<b>FIGURA 4.5.1.2</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL 2012. ....	96
<b>FIGURA 4.5.1.3</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM 2012.....	96
<b>FIGURA 4.5.1.4</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM 2012.....	97
<b>FIGURA 4.5.1.5</b> ESPECTROS DE CARGA DE EJES COMBINADOS 2012. ....	97
<b>FIGURA 4.5.2.1</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2013. ....	98
<b>FIGURA 4.5.2.2</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL 2013. ....	98
<b>FIGURA 4.5.2.3</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM 2013.....	99
<b>FIGURA 4.5.2.4</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM 2013.....	99
<b>FIGURA 4.5.2.5</b> ESPECTRO DE CARGA DE EJES COMBINADOS 2013. ....	100
<b>FIGURA 4.5.3.1</b> ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES SENCILLOS SOBREPUESTOS. ....	101
<b>FIGURA 4.5.3.2</b> ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES SENCILLO DUAL SOBREPUESTOS....	102
<b>FIGURA 4.5.3.3</b> ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES TÁNDEM SOBREPUESTOS. ....	103

<b>FIGURA 4.5.3.4</b>	ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES TÁNDEM SOBREPUESTOS. ....	104
<b>FIGURA 4.5.4.1</b>	ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES SENCILLOS SOBREPUESTOS. ....	105
<b>FIGURA 4.5.4.2</b>	ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES SENCILLO DUAL SOBREPUESTOS....	106
<b>FIGURA 4.5.4.3</b>	ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES TÁNDEM SOBREPUESTOS. ....	107
<b>FIGURA 4.5.4.4</b>	ESPECTROS DE CARGA DE LOS EJES TÁNDEM SOBREPUESTOS. ....	108

## INDICE DE TABLAS.

<b>TABLA 2.1</b>	COMPARATIVA DE CONDICIONES DE LA PRUEBA AASHO VS CONDICIONES ACTUALES...	25
<b>TABLA 2.2.</b>	NIVELES DE EXIGENCIA PARA EL TRÁNSITO DE LA GUÍA AASHTO .....	34
<b>TABLA 2.3</b>	PESOS MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL SALVADOR .....	38
<b>TABLA 2.3.1</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO C2-A.....	39
<b>TABLA 2.3.2</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO C2 .....	40
<b>TABLA 2.3.3</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO C3 .....	40
<b>TABLA 2.3.4</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO C4 .....	41
<b>TABLA 2.3.5</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T2-S1 .....	41
<b>TABLA 2.3.6</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T2-S2 .....	42
<b>TABLA 2.3.7</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T2-S3 .....	42
<b>TABLA 2.3.8</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T3-S1 .....	43
<b>TABLA 2.3.9</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T3-S2 .....	43
<b>TABLA 2.3.7</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T3-S3 .....	44
<b>TABLA 2.3.7</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T3-S2-R4 .....	44
<b>TABLA 2.3.7</b>	PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS Y DIMENSIONES DE VEHÍCULO T3-S3-R4 .....	45
<b>TABLA 2.4</b>	CONFIGURACIONES DE EJES, CARGAS MÁXIMAS PERMITIDAS POR TIPO DE EJE. ....	46
<b>TABLA 3.1</b>	DATOS DEL EJE SENCILLO DIRECCIONAL .....	52
<b>TABLA 4.1.1</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2014..	55
<b>TABLA 4.1.2</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL 2014.....	57
<b>TABLA 4.1.3</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM 2014.....	59
<b>TABLA 4.1.4</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM 2014.....	61
<b>TABLA 4.1.5</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DE CARGA DE CADA EJE 2014.....	63
<b>TABLA 4.2.1</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DEL EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2015.....	65
<b>TABLA 4.2.2</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DEL EJE SENCILLO DUAL 2015.....	67
<b>TABLA 4.2.3</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DEL EJE TÁNDEM DE 2015.....	69
<b>TABLA 4.2.4</b>	DATOS PARA GENERAR EL ESPECTRO DE CARGA DEL EJE TRIDEM 2015.....	71
<b>TABLA 4.2.5</b>	DATOS PARA GENERAR LOS ESPECTROS DE LOS EJES DE 2015.....	73
<b>TABLA 4.3.1</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DEL EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2016.....	75
<b>TABLA 4.3.2</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DEL EJE SENCILLO DUAL DE 2016.....	77
<b>TABLA 4.3.3</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DEL EJE TÁNDEM DE 2016.....	79
<b>TABLA 4.3.4</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DEL EJE TRIDEM DE 2016.....	81
<b>TABLA 4.3.5</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA COMBINADOS DE 2016.....	83
<b>TABLA 4.4.1</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DE ZAFRA 2015-2016.....	85
<b>TABLA 4.4.2</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL DE ZAFRA 2015-2016.....	87
<b>TABLA 4.4.3</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DE EJE TÁNDEM DE ZAFRA 2015-2016.....	89
<b>TABLA 4.4.4</b>	DATOS PARA ESPECTRO DE CARGA DE EJE TRIDEM DE ZAFRA 2015-2016.....	91



## INDICE DE ANEXOS.

### **ANEXO A TABLAS DE DATOS PARA ESPECTROS DE CARGA DE LOS AÑOS 2012 Y 2013**

<b>ANEXO 1</b> TABLA A-1 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2012. ....	119
<b>ANEXO 2</b> TABLA A-2 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJE SENCILLO DUAL 2012. ....	120
<b>ANEXO 3</b> TABLA A-3 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJE TÁNDEM 2012. ....	121
<b>ANEXO 4</b> TABLA A-4 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJE TRIDEM 2012. ....	122
<b>ANEXO 5</b> TABLA A-5 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJES COMBINADOS 2012. ....	123
<b>ANEXO 6</b> TABLA A-6 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJES SENCILLOS DIRECCIONAL 2013. ....	124
<b>ANEXO 7</b> TABLA A-7 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJES SENCILLOS DUAL 2013. ....	125
<b>ANEXO 8</b> TABLA A-8 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJES TÁNDEM 2013. ....	126
<b>ANEXO 9</b> TABLA A-9 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA DE EJES TRIDEM 2013. ....	127
<b>ANEXO 10</b> TABLA A-10 DATOS PARA GENERACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA COMBINADOS DE 2013. ....	128
<b>ANEXO B CARTAS DE RESPUESTAS DE PARTE DEL VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE.</b>	
<b>ANEXO 11</b> RESOLUCIÓN 1 RESPUESTA DEL VMT CON DATOS INCORRECTOS PARA EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN. ....	133
<b>ANEXO 12</b> RESOLUCIÓN 2 RESPUESTA DEL VMT PARA OBTENCIÓN DE DATOS PARA EL DESARROLLO DE ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN. ....	136

# **CAPITULO I: GENERALIDADES. -**

## 1.1 INTRODUCCION.

A lo largo de la historia, desde la aparición de las primeras ciudades hasta las ciudades actuales, muchas cosas han ido cambiando, ha habido hábitos y costumbres que se han olvidado, pero también hay necesidades que se han mantenido, tal es el caso de la necesidad de trasladarse de un lugar a otro, aunque los métodos y los medios para moverse vayan cambiando, la necesidad de moverse o de transportarse se mantiene, y a lo largo del tiempo y a medida que crecen las poblaciones, la necesidad de moverse ha ido creciendo y exigiendo mejoras en las vías de comunicación. Lo mencionado anteriormente puede ser fácilmente comprobable, al buscar en los libros de historia de las culturas, ciudades e imperios antiguos, y contrastando lo que dice la historia con la situación actual de la civilización.

Tradicionalmente, los métodos de diseño de pavimentos, han sido empíricos; es decir, que la experiencia representaba un papel importante. Se requería que el ingeniero tuviese muchos años de experiencia en el área para, de alguna manera, poder interpretar los resultados de las investigaciones de campo y realizar el diseño. Ahora también se cuenta con métodos modernos que van con un enfoque científico, el método mecanicista y con métodos que son una combinación de estos, el método mecanicista-empírico.

En la actualidad, el uso de los pavimentos flexibles sigue siendo de gran importancia, y por esta razón existe la necesidad de profundizar en la investigación, tanto como en el mejoramiento de los métodos actuales, como en la creación de alternativas a estos métodos de diseño de estructuras de pavimentos.

Cualquier modelo estructural para el diseño de pavimentos acepta que cada carga aplicada sobre los mismos, considerada individualmente, ejerce un determinado grado de deterioro no recuperable. Este deterioro es acumulativo durante la vida de la sección, y cuando alcanza un valor determinado se considera que el pavimento ha alcanzado el final de su vida de servicio, es decir, que está agotado estructuralmente.

Evidentemente, por tanto, el dimensionamiento de un pavimento requiere la cuantificación de las cargas que solicitarán la sección durante el periodo de diseño de la misma. Esta evaluación del tráfico, se puede llevar a cabo básicamente de dos formas: mediante la consideración de **un eje equivalente de referencia** o a través del **espectro de cargas**.

Los métodos más modernos para el dimensionamiento de pavimentos han abandonado el concepto de eje equivalente para adoptar la caracterización del tráfico mediante el denominado espectro de cargas. Razón por la cual en el desarrollo de este Trabajo de Graduación se generarán los espectros de carga de los años 2014, 2015 y 2016, con los datos obtenidos en el Viceministerio de Transporte de estaciones de pesaje del país.

## 1.2 ANTECEDENTES.

La historia plantea que la roca fue de los primeros materiales con los que conto y trabajo la humanidad, ya que esta sirvió de materia prima para la construcción de diferentes objetos y estructuras, entre estas las vías de comunicación.

En los primeros periodos históricos, las personas por satisfacer sus necesidades se veían envueltas en grandes migraciones, que involucraban grandes números de personas y cubrían considerables distancias, con lo cual se establecieron rutas más o menos regulares y con ello se abrieron brechas, se formaron veredas y senderos y se constituyeron caminos. La historia cuenta que los primeros viajes se realizaron a pie, después, los humanos aprendieron a domesticar animales, con los cuales se les hizo más fácil transportar cargas, aparecen las primeras creaciones de rústicos trineos, diseñan las primeras carretas de dos ruedas, que fueron arrastradas, algunas por personas y otras por animales de tiro.

Conforme las diferentes civilizaciones fueron alcanzando un nivel de desarrollo más alto, muchos pueblos antiguos tomaron conciencia de la importancia de mejorar los caminos. Se estima que fue alrededor del año 3000 a.C. que el Imperio Hitita (en la península de Anatonía) construyó los primeros caminos a suelo firme, y que el sistema de caminos más avanzado del mundo antiguo fue el de Roma. Cuando la civilización romana alcanzo su apogeo, un gran sistema de caminos militares llegaba hasta los límites del Imperio. muchos de estos caminos fueron construidos de piedra y tenían 0.90 metros o más de espesor.

Las órdenes religiosas que florecen en Europa durante la Edad Media fomentan la construcción de caminos para los peregrinajes, en poblados de Francia, Italia y España.

A mediados del siglo XVIII se desarrolla el uso de la cal en países como Inglaterra, a través del trabajo de hombres como el ingeniero John Smeaton. Constructor del Faro de Eddystone, Smeaton fue uno de los responsables del cambio vial en la ciudad británica.

Durante el siglo XIX, Inglaterra fue pionera en implementar leyes de pavimentación, con la creación del Comisionado de Pavimentación, dependiente del Parlamento del Reino Unido. Su tarea se remitía al cuidado y mejora de la red vial.

La Europa del siglo XIX se caracteriza por un desarrollo en la construcción de caminos pavimentados. En pueblos como de Francia se observaron los primeros caminos realizados a base de piedras de gran tamaño.

Con la llegada de la Era Industrial se explora con mayor cuidado la realización de rutas de pavimento, utilizando piedras más pequeñas (adoquines).

La aparición del automóvil fomenta la diagramación de caminos más extensos y aptos para el traslado de vehículos de peso.

El alquitrán se incorpora al pavimento de calles de Londres y Madrid. Pero los grandes avances en la materia se dan en los Estados Unidos, a través de la fabricación de nuevas capas asfálticas, que permiten una mayor flexibilidad en el desplazamiento de los autos.

El uso de los pavimentos flexibles se dio en Estados Unidos, debido a la necesidad del país del Norte de caminos y rutas transitables para el transporte masivo. El crecimiento demográfico experimentado durante el siglo XIX procuraba nuevas vías de transporte.

Durante el siglo XX se empiezan a desarrollar nuevas técnicas en la construcción de nuevas carreteras, por lo cual se empiezan a desarrollar métodos de diseño.

Los primeros métodos de diseño se remontan a tiempos antes de 1920. En ese tiempo los diseños se hacían en base a la experiencia y al sentido común del ingeniero, a veces los resultados eran buenos, pero, cuando se extrapolaban a diferentes condiciones, es decir, zonas de diferente tipo de suelo, tráfico y clima, los resultados en estos casos se convierten en dudosos, por lo que los métodos eran poco confiables.

El dimensionamiento de la estructura de un pavimento flexible es un tema que ha ocupado a los ingenieros de carreteras desde el comienzo del siglo pasado; durante mucho tiempo, se han utilizado métodos que tienen gran correlación experimental y considerable tiempo de uso para su verificación, estos métodos suelen clasificarse en tres grupos:

- a) Métodos empíricos
- b) Métodos mecanicistas
- c) Métodos mecanicistas-empíricos.

Debido a que, en algunos países incluido el nuestro, no se cuenta con los recursos para el desarrollo de las tecnologías necesarias, se buscan y utilizan alternativas de estos métodos. Estas alternativas de métodos consideran muchos factores para el análisis estructural y el diseño de pavimentos, entre estos factores el tránsito vehicular es uno de los más importantes, su caracterización adecuada es fundamental para poder concebir estructuras de pavimento que sean capaces de ofrecer altos desempeños en términos de durabilidad. Dentro de este factor un punto de gran importancia es la carga que el tráfico vehicular le transmite a la estructura de la carretera.

La mayoría de métodos de diseño actuales, están basados en relaciones empíricas que vienen de varias décadas atrás. El daño causado por las nuevas configuraciones de vehículos y el aumento en la magnitud de las cargas puede

ser diferente a las observadas al momento de la generación de los métodos empíricos.

El avance en los procedimientos en los diseños de pavimentos, que tienen actualmente la tendencia de incorporar conceptos mecanicistas, en lugar de la fundamentación empírica de los procedimientos anteriores, lleva a la tendencia de caracterizar de manera más precisa los requerimientos del tránsito que se utilizarán en el análisis y diseño de pavimentos.

Para el análisis de la carga se cuenta con los siguientes métodos: Método de ejes equivalentes y Método de espectro de carga.

El método del espectro de cargas permite diseñar y revisar la capacidad estructural de un pavimento con datos representativos acerca del tráfico; es la caracterización más precisa del mismo. Además, el uso del espectro de carga permite adaptar el dimensionamiento a las nuevas tendencias o adelantos técnicos en cuanto a configuración de ejes y en general en diseño de vehículos pesados, para los cuales no hay fórmula estándar de equivalencia con un eje tipo.



### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En la actualidad, en muchos países es muy común el uso de los pavimentos flexibles, El Salvador no es la excepción. Según datos del Ministerio de Obras Públicas, en el año 2015 se tenían 3,459.96 kilómetros de carretera pavimentados con concreto asfáltico, que representaba un 85.75% del total de las carreteras pavimentadas, razón por la cual las instituciones nacionales e internacionales, profundizan en la investigación, así como en la creación de nuevos métodos y alternativas de diseño, para crear estructuras de pavimentos, que sean cada vez más funcionales y económicas.

Los métodos más modernos para el dimensionamiento de pavimentos han abandonado el concepto de eje equivalente para adoptar la caracterización del tráfico mediante el denominado espectro de cargas.

Evidentemente, el método del espectro de cargas permite diseñar y revisar la capacidad estructural de un pavimento con datos realmente representativos acerca del tráfico; es sin duda la caracterización más precisa del mismo, y no requiere un análisis mucho más complejo que la caracterización mediante ejes equivalentes, además de emplear para su definición los mismos datos de partida.

Lo expuesto anteriormente se consideran razones suficientes que motivan a la elaboración de este Trabajo de Graduación, debido al alto porcentaje de uso de carreteras de pavimento flexible en el país y por ser la caracterización del tráfico mediante el Espectro de Carga, una caracterización eficiente y más moderna, al generar los espectros de carga para los años 2014, 2015 y 2016 la Universidad de El Salvador estaría generando un valioso aporte a nuestro país.

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL:**

- ✓ Generar los espectros de carga vehicular de los años 2014, 2015 y 2016 para nuestro país.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Adquirir los datos reales de las estaciones de pesajes disponibles en el país a través del Viceministerio de Transporte.
- ✓ Con los datos que se obtengan, generar de manera eficiente y efectiva los espectros de carga vehicular de los años 2014, 2015 y 2016 para El Salvador.
- ✓ Elaborar una comparación, entre las solicitudes de carga encontradas en los espectros de carga vehicular versus el peso permitido a circular en las carreteras de El Salvador.
- ✓ Generar graficas en las que se pueda observar la tendencia de las cargas en las carreteras de El Salvador, durante los últimos cinco años (2012-2016)

## **1.5 ALCANCES.**

- ✓ Ordenar y procesar los datos de pesos que brinde el Viceministerio de Transporte (VMT), de las estaciones de pesaje disponibles en el país, para la obtención de los espectros de carga vehicular de los años 2014, 2015 y 2016.
- ✓ Graficar los espectros de carga vehicular de los años 2014, 2015 y 2016 para El Salvador.
- ✓ Analizar los resultados y poder concluir sobre la existencia de sobrepeso, vehicular en las calles de El Salvador.
- ✓ Generar gráficos en los que se pueda observar si existen tendencia de aumento o de disminución en las cargas.

## **1.6 LIMITACIONES.**

- ✓ No se generarán espectros de carga vehicular individualizados por carretera, sino generales para las carreteras de El Salvador.
  
- ✓ El tiempo para el análisis de todos los datos que se obtengan del Viceministerio de Transporte (VMT), será el tiempo que permite la ley orgánica de la Universidad de El Salvador (UES) para la elaboración del Trabajo de Graduación.

## 1.7 JUSTIFICACIÓN.

Dado que el tráfico es un factor influyente en el diseño estructural de pavimentos, se hace necesaria la determinación de la magnitud de las cargas transmitidas al pavimento, la frecuencia con que son transmitidas durante el horizonte de proyecto establecido, la caracterización correcta de los datos de tráfico es fundamental para poder desarrollar carreteras con pavimentos capaces de poder ofrecer altos desempeños con respecto a su durabilidad.

La mayor carga es obviamente representada por el tráfico pesado, por esta razón este tipo de tráfico es decisivo en el proceso de diseño. Para fines de diseño, rehabilitación, modernización, reconstrucción, preservación y operación de carreteras, para tener una mejor caracterización del tránsito vehicular, es necesaria la cuantificación de las cargas, ya sea por el método de eje equivalente de referencia o por medio de la elaboración de espectros de carga.

Como ya se ha mencionado, el método de espectros de carga es la caracterización más precisa, ya que permite diseñar y revisar la capacidad estructural de un pavimento con datos representativos, además de adecuarse a la tendencia actual que incluye conceptos mecanicistas, y de adaptarse a las nuevas configuraciones vehiculares.

Por estas razones, es que se ve la necesidad de generar los espectros de carga vehicular para los años 2014, 2015 y 2016 como se está proponiendo en este Trabajo de Graduación.

**CAPITULO II: DEFINICIONES,  
CONCEPTOS E INFORMACION  
GENERAL RELACIONADA CON LOS  
ESPECTROS DE CARGA. -**

## **2.1 PAVIMENTOS.**

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados comprendida(s) entre el nivel superior de las terracerías (subrasante) y la superficie de rodamiento cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales; así como de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial.

## **2.2 TIPOS DE PAVIMENTOS.**

En la actualidad, la superficie terrestre o terreno natural, no ofrece las condiciones para que los vehículos automotores actuales puedan ser conducidos a grandes distancias y con la velocidad que estos pueden desarrollar brindando comodidad y seguridad, dichos vehículos requieren de una pista o camino que proporcione curvas horizontales y verticales con la geometría adecuada para ello, además de pendientes ascendentes y descendentes controladas y sobre todo para tener en todo momento, la distancia de visibilidad necesaria, permitir maniobras de rebase o para frenar con seguridad aún en condiciones adversas, además la superficie de rodamiento debe ser suave y tener las condiciones de textura y color adecuadas, en los diferentes tipos de pavimentos.

Los pavimentos se diseñan para funcionar dentro de un periodo de diseño o más bien para un número de repeticiones de cargas esperadas, con un comportamiento previsto por el mismo diseño, es decir, al final del periodo o cuando las repeticiones de carga se cumplan deberá presentar un estado de fallas que el mismo diseño consideró.

Los dos tipos principales de pavimentos son:

- PAVIMENTOS FLEXIBLES, y
- PAVIMENTOS RIGIDOS.

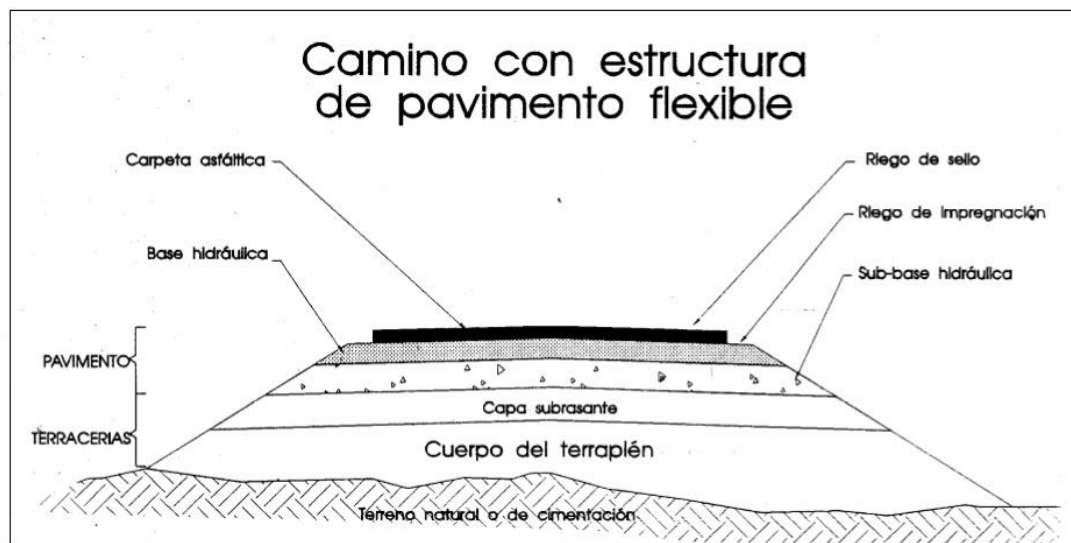
**2.2.1 Pavimento rígido:** Es aquel cuyo elemento resistente principal es una losa de concreto hidráulico, que puede o no tener una sub-base entre la losa y la subrasante. (Ver **figura 2.1**)



**Figura 2.1** Camino de pavimento rígido.

**2.2.2 Pavimento flexible:** Es aquel cuyo elemento principal y elemento resistente es una capa asfáltica, y consiste en una superficie de desgaste o una carpeta relativamente delgada, construido sobre las capas base y sub base, y este conjunto apoyadas sobre la subrasante compactada; por lo tanto, se dice que la base, sub base y la superficie de desgaste o carpeta asfáltica componen la estructura del pavimento. (Ver **figura 2.2**)

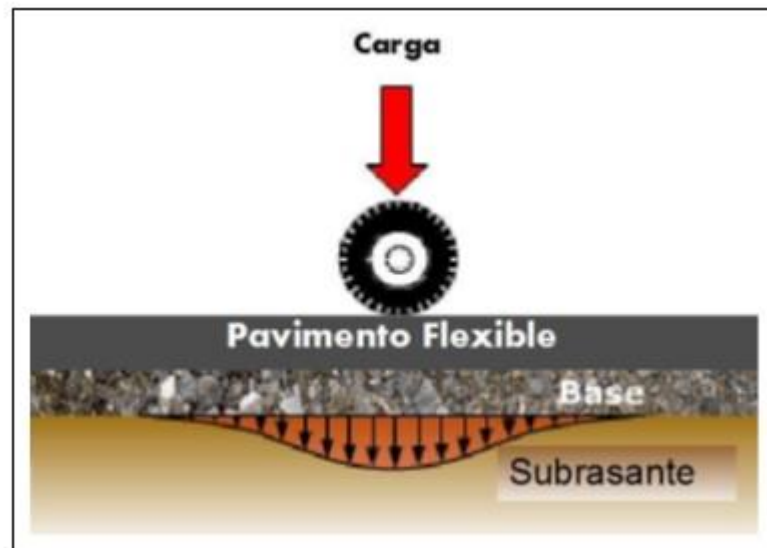




*Figura 2.2 Camino de pavimento flexible.*

Ambos tipos de estructuras podrán tener una capa asfáltica como superficie de rodamiento, pero en el caso de las losas de concreto hidráulico no será un elemento estructural principal.

El pavimento flexible clásico consiste en capas de materiales granulares debajo de una capa delgada de material bituminoso de alta calidad (**Figura 2.3**). Típicamente los materiales de mejor calidad están cerca de la superficie. Los pavimentos flexibles son estructuras que mantienen un íntimo contacto entre sus elementos, distribuyen la carga de la superficie a las terracerías y dependen en gran medida de la granulometría, cohesión y fricción entre las partículas de los materiales que lo componen.



*Figura 2.3 Sección de pavimento flexible*

## 2.3 DISEÑO DE PAVIMENTOS Y METODOS DE DISEÑO.

### 2.3.1 Diseño de pavimentos:

Es el proceso de determinación de una combinación de tipos de materiales, y espesores de capas construidas de tales materiales, que garanticen tanto el comportamiento estructural de su conjunto, teniendo en cuenta la naturaleza de la subrasante, los materiales disponibles, las composiciones del tránsito y las condiciones del entorno.

Los métodos de diseño de pavimentos flexibles<sup>1</sup> han incursionado por varias etapas y pueden ser clasificados dentro de 3 categorías:

---

<sup>1</sup> Tanto los pavimentos flexibles como rígidos han sido testigos de importantes cambios y desarrollo. Sin embargo, para fines prácticos de esta investigación se menciona las etapas del desarrollo de los pavimentos flexibles por dos razones: 1) son los de mayor uso 2) a manera de esquema son los que han incursionado en cambios más prominentes.

### 2.3.2 Método Empírico:

Un método de diseño empírico es aquel que se basa en los resultados de experimentos o la experiencia.

### 2.3.3 Método Mecanicista:

Las metodologías mecanicistas pretenden tener un enfoque puramente científico, con un marco teórico suficiente que permita el análisis completo de la mecánica del comportamiento de un pavimento ante las acciones del clima y del tránsito vehicular.

### 2.3.4 Métodos Mecanicista Empírico:

El componente mecanicista es la determinación de las respuestas del pavimento tales como esfuerzos, deformaciones unitarias, y deflexiones debido a las cargas del tránsito. Esto se logra gracias al uso de modelos matemáticos. La porción empírica relaciona estas respuestas con el desempeño de la estructura por medio de funciones de transferencia que son calibradas con pruebas de campo.

Se han desarrollado varios métodos empírico mecanicistas, uno de los más importantes el Procedimiento del Instituto del Asfalto<sup>2</sup> para pavimentos flexibles, Guía suplementaria de la AASHTO<sup>3</sup> (1998) para pavimentos rígidos, y los procedimientos del NCHRP<sup>4</sup> 1-26 (Barenberg y Thompson , 1990,1992) para pavimentos rígidos y flexibles.

La NCHRP produjo la última guía de diseño de pavimentos con la finalidad de ampliar el objetivo de la investigación teórica más allá de la etapa de validación

---

<sup>2</sup> El Instituto del Asfalto (Asphalt Institute) es una asociación comercial internacional, de productores de asfalto, fabricantes y negocios afiliados.

<sup>3</sup> AASHTO, de sus siglas en inglés American Association of State Highway and Transportation Officials (La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales)

<sup>4</sup> NCHRP National Cooperative Highway Research Program, (Programa Cooperativo Nacional de Investigación de Caminos)

y verificación hacia un procedimiento de diseño más completo bajo el proyecto NCHRP 1-37A y mejor conocido como “la Guía de diseño empírico mecanicista de estructuras de pavimento nuevas y rehabilitadas”.

## **2.4 LA TRANSICION EMPIRICO MECANICISTA.**

### **2.4.1 La Prueba de la AASHO (AASHO Road Test)**

Durante el periodo de 1958 a 1960, la AASHO, condujo un experimento de gran escala para determinar la durabilidad de los sistemas de pavimentos. El método de diseño más popular usado en la actualidad en muchos países fue desarrollado en base a los resultados de esta prueba.

En agosto de 1956 se comenzó a construir los 11.3 kilómetros de pavimentos de dos carriles en la forma de un circuito de 6 vueltas y una tangente, la mitad de concreto y la mitad de asfalto.

El objetivo de este proyecto fue determinar alguna relación significativa entre el número de repeticiones de ejes de carga y el deterioro de diferentes secciones de pavimentos.

Las variables primarias en la prueba fueron:

Espesores de carpeta (D1), Base (D2), Sub-base(D3)

Las cargas del tránsito (L)

Número de aplicaciones acumuladas (W)

La durabilidad de la estructura del pavimento fue indexada a través de una simple medida del desempeño llamado “Índice de Serviciabilidad Presente” (PSI).

El paso de los vehículos afecta el estado del pavimento y su nivel de servicio (PSI) disminuye hasta un nivel que el usuario considera inaceptable.

El valor de Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) representa el nivel de serviciabilidad en cualquier momento durante la vida útil del pavimento. El PSI y el número de aplicaciones acumuladas de carga fueron registradas para cada sección de pavimento durante la prueba. Se desarrolló una ecuación de regresión con el fin de relacionar los deterioros de la superficie del pavimento, como agrietamientos y baches con el PSI. Se relacionó entonces la disminución del PSI con el aumento del número de aplicaciones de carga y de esta manera se estableció el comportamiento del pavimento.

La siguiente etapa consideró el desarrollo de factores de daño equivalentes (LEF<sup>5</sup>) para cada tipo de eje.

Se desarrollaron los factores de equivalencia para poder expresar el daño de un vehículo o eje vehicular cualquiera en función del daño generado por un vehículo o eje estándar.

La ventaja es que conocemos el deterioro en el campo producido por el eje estándar y de esta manera lo asociamos con el daño de cualquier eje o vehículo, como se indica en la ecuación 2.1

$$\text{Daño } L_x = \text{Daño } L_s \times LEF \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

Daño  $L_x$  = Daño de un eje de carga cualquiera

Daño  $L_s$  = Daño generado por un eje de carga estándar

LEF = Factor de Carga Equivalente (Load Equivalency Factor)

---

<sup>5</sup> LEF, Load Equivalency Factors, Factores de Carga Equivalente.

### 2.4.2 Factores de Carga Equivalente.

Los factores de equivalencia obtenidos de la prueba de caminos de la AASHO representan la relación del número de repeticiones de cualquier eje de carga y configuración de eje (sencillo direccional, sencillo dual, tándem, trídem) necesarios para causar la misma reducción en el PSI como una aplicación de un eje de carga estándar y que tendrá un efecto destructivo equivalente en el comportamiento de la estructura de pavimento, Ecuación 2.2

$$LEF = \frac{W_{tx}}{W_{t18}} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde:

*LEF = Factor de carga equivalente*

*W<sub>tx</sub> = Número de x aplicaciones de carga*

*W<sub>t18</sub> = Número de aplicaciones de ejes sencillos de carga de 18 Kip*

En otras palabras, estos factores definen el daño por aplicación causado a un sistema de pavimento por un cierto tipo de eje, relacionado con el daño por aplicación de un eje estándar.

Cabe mencionar que, durante la prueba, las condiciones ambientales influyeron en el daño a los tramos de prueba, pero no fueron medidas o controladas. Los factores que no variaron han sido cuestión de debate e investigación desde entonces.

La finalidad de la Prueba AASHO fue determinar la durabilidad de los sistemas de pavimentos y obtener relaciones entre el desempeño del pavimento, las características estructurales (espesores de capa, materiales) y las cargas del tránsito.

La prueba de caminos de la AASHO proveyó de relaciones empíricas entre los factores estructurales del pavimento, la magnitud de la carga, tipo de eje, número de aplicaciones de carga, y la pérdida de serviciabilidad (que fue el indicador primario del desempeño).

Los resultados de esta prueba establecieron las relaciones para los diseños de pavimentos, basados en las cargas esperadas en la vida del pavimento.

### **2.4.3 Ejes equivalentes (ESAL's)**

Al multiplicar los factores de carga equivalente por el número de ejes correspondiente a un nivel de carga se obtiene el número de ejes equivalentes sencillos de 18 Kips (8.2 ton).

Mientras que los pavimentos están sujetos a un diverso y casi ilimitado espectro de niveles de carga, el análisis de las cargas es facilitado al expresar estos efectos destructivos en términos de número equivalente de aplicaciones de una carga estándar.

Así el efecto destructivo de todas las cargas en términos de cargas estándar (ESAL's<sup>6</sup>), puede ser determinado al convertir el flujo de tránsito mixto, a un valor único representativo del daño al pavimento.

El número de ejes equivalentes es la característica del tránsito que ha sido requerido por la mayoría de los procesos de diseño estructural de pavimentos.

En Latinoamérica se adoptó la metodología propuesta por la AAHSTO prácticamente desde sus comienzos.

---

<sup>6</sup> Equivalent Single Axle Load's ESAL's, traducción Ejes Sencillos de Carga Equivalente.

El uso frecuente de los ESAL's se ha mantenido por diversas razones.

Una de estas razones es que los métodos de diseño de pavimentos requerían cálculos simples para ser implementados en la ausencia de:

- Computadoras de alta velocidad
- Capacidad de almacenamiento de ejes de carga
- Los métodos de colecta de información detallada de ejes de carga que se requerían para obtener los ejes equivalentes eran de bajo costo.

#### **2.4.4 Desventajas de la Metodología Empírica.**

La Guía de diseño AASHTO actual está basada en métodos que han evolucionado a partir de la prueba de caminos de la AASHO (1958-1961). A través de un número de ediciones desde la publicación inicial en 1962, la guía interina en 1972, y otras ediciones consecuentes, cambios menores y mejoras han sido publicados. Sin embargo, estas modificaciones consecuentes no han alterado de raíz los métodos originales, los cuales están basados en técnicas empíricas de regresión que relacionan de manera simple los materiales, el tránsito y mediciones del desempeño.

El modelo empírico original fue modificado empíricamente (con muy poca información) varias veces a lo largo de los años para incluir factores que no fueron considerados en la Prueba tales como: variación estacional de las condiciones de la subrasante, subdrenaje, pérdida del soporte, confiabilidad del diseño, otros materiales de construcción, y propiedades de los materiales.



En la **Tabla 2.1** se encuentra una comparativa de las condiciones de la prueba de la AASHO y las condiciones actuales.

Además, en un ambiente donde existen cambios constantes en los diseños, en los materiales, en las condiciones de tránsito y las características de construcción, hay una necesidad continua de experimentación para mantener a los métodos empíricos actualizados; lo que implica un alto costo.

Aun si el método AASHTO actual pudiese predecir con exactitud la vida de un pavimento con un PSI terminal de 2.5 después de 20 años, no hay manera de predecir el desarrollo de los componentes de la serviciabilidad (deterioros como roderas, agrietamiento, baches, y rugosidad) a través de la vida útil de diseño. Esto se debe a que los métodos de diseño empírico no analizaban el daño al pavimento en términos de modelos de deterioro específico (como roderas, o piel de cocodrilo<sup>7</sup>). Por lo tanto, no era necesario calcular las diferentes tasas de daño para cada modelo de deterioro causado por diferentes tipos de ejes (sencillo direccional, tándem, trídem).

---

<sup>7</sup> Como se conoce al Agrietamiento por Fatiga de la Carpeta Asfáltica

Prueba de la AASHO	Condiciones actuales
La velocidad de operación de los vehículos era alrededor de 56.33 km/h	Los automóviles se desplazan a velocidades que oscilan entre los 80.47 y 112.65 km/h
Las presiones de inflado del orden de 87 libras/pulg <sup>2</sup>	Las presiones de inflado oscilan entre los 100 y 120 libras/pulg <sup>2</sup>
Alrededor de 1.1 millones de ejes equivalentes sencillos fueron registrados, durante dos años.	Diseños de pavimentos que consideran ejes equivalentes de 100 millones en un periodo de 20 años
El clima corresponde a Ottawa, Illinois, USA.	
La subrasante fue CL(arcilla de baja plasticidad) con un CBR <sup>8</sup> promedio de 3.5%	
Los materiales desde la perspectiva de pavimentos flexibles fueron caracterizados usando "coeficientes de capa" los cuales no tienen significado físico dado que son meramente coeficientes de regresión.	Las especificaciones del material han cambiado desde la prueba de la AASHO (1960), así como los requerimientos para certificar la calidad y control. Con las mezclas Superpave <sup>9</sup> , control de calidad estadístico y la confiabilidad, no hay posibilidad de estimar coeficientes de capa apropiados.
La guía de diseño de pavimentos AASHTO es un método de diseño de espesores, diseñado para proveer suficiente espesor para la estructura. En este aspecto, ha funcionado correctamente por muchos años.	Sin embargo, una estructura insuficiente no es el problema. Las preocupaciones actuales están relacionadas a los mecanismos de falla (roderas, agrietamientos, rugosidad), y se busca desarrollar herramientas de predicción.

*Tabla 2.1 Comparativa de condiciones originales de la Prueba AASHO vs condiciones actuales.*

Fuente: A Strategic Plan for Implementing the Mechanistic-Empirical Pavement Design, 2006

<sup>8</sup> La prueba del CBR es un ensayo simple de resistencia que compara la capacidad de soporte de un material con la capacidad de un material de roca triturada bien graduada. (Un material de roca bien graduada debería tener un CBR cercano al 100%). AASHTO, 2000.

<sup>9</sup> Proviene del inglés: "Superior Performing Asphalt Pavements", el cual designa un pavimento asfáltico cuya composición específica corresponde a una receta resultante de la investigación sobre pavimentos llevada a cabo en los EEUU entre 1987 y 1993.

## **2.5 METODOLOGÍA MECANICISTA-EMPIRICA.**

Contrario a lo que comúnmente se cree, los métodos empíricos no son inexactos si son usados dentro del rango de los factores de diseño con los que fueron desarrollados.

En años recientes, el diseño de pavimentos ha experimentado un cambio importante a partir de la metodología tradicional empírica hacia un acercamiento mecanicista. Este último se refiere a que los principios de la mecánica de materiales son aplicados de manera directa.

En realidad, no existe un método mecanicista en su totalidad debido a la naturaleza compleja del problema. Las relaciones empíricas siguen siendo requeridas para relacionar la teoría con el desempeño del pavimento en la realidad.

En la metodología empírica el hacer uso de las propiedades físicas implica un grado de incertidumbre al suponer que los materiales que se están ensayando en laboratorio se comportaran de igual manera en campo.

El acercamiento empírico-mecanicista está basado en el hecho de que si la respuesta de los materiales de la capa de pavimento dadas ciertas condiciones ambientales y de tráfico pueden ser predichas con exactitud, el desempeño del pavimento puede ser modelado sin tener que construir la estructura.

Esta metodología facilita la predicción correcta de la evolución en el tiempo de los diferentes deterioros que se pueden presentar, y, por ende, aumentar en gran manera la confiabilidad de los diseños.

## **2.6 VENTAJAS DEL MÉTODO MECANICISTA EMPÍRICO SOBRE EL MÉTODO EMPÍRICO TRADICIONAL.**

Las ventajas de aplicar la metodología empírico-mecanicista se hacen más notorias a largo plazo en relación a que se obtendrán:

- Diseños más apropiados y con mayor apego a la realidad.
- Mayor certidumbre en el control de los deterioros para prever fallas y minimizar los deterioros.
- Disminución el costo de mantenimiento y rehabilitación debido a un mayor grado de confiabilidad en la predicción de los deterioros
- Tener una base más sólida para indagar las causas predominantes en el desarrollo de los deterioros.

## **2.7 FACTORES QUE AFECTAN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS.**

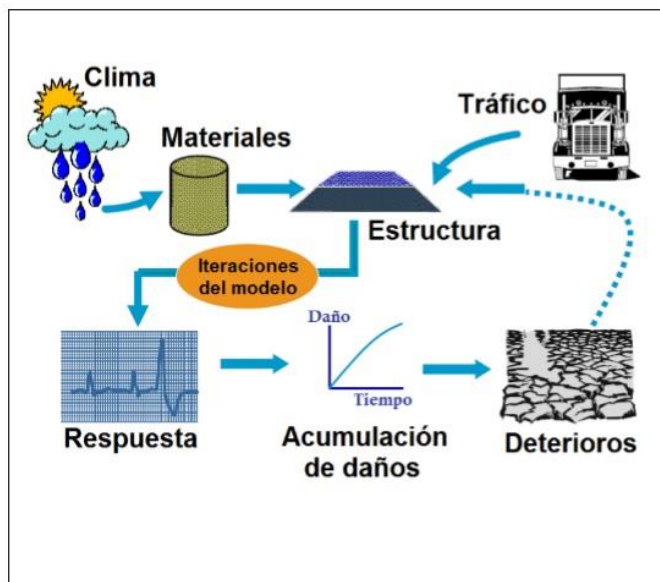
Las cuatro variables principales a considerar en el diseño estructural de pavimentos son:

- Tránsito vehicular
- Criterios de falla
- Estructura y propiedades de los materiales
- Factores ambientales

La vida de diseño de un pavimento es resultado de la interacción entre estas variables, además del proceso constructivo y trabajos de mantenimiento. El proceso de interacción de dichas variables puede apreciarse en la **Figura 2.4**.

La estructura y propiedades de los materiales incluyen los espesores individuales de cada capa, su resistencia y propiedades de deformabilidad. El tráfico debe incluir el eje y la configuración de la rueda, la carga y magnitud de la carga, además del número de repeticiones aplicadas al pavimento. Los dos factores anteriores derivan, con base en un modelo estructural, en lo que se

conoce como respuesta estructural del pavimento, que permite proseguir con la segunda etapa del diseño, la predicción del desempeño del pavimento con base en los criterios de falla que permiten la incorporación de la respuesta estructural. Los factores ambientales se refieren principalmente a regímenes de temperatura y precipitación, el drenaje y humedad, que afectan las propiedades de los suelos y otros materiales en el tiempo.



*Figura 2.4 Factores que afectan el diseño de pavimentos.*

## 2.8 LOS MÉTODOS MECANICISTAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS Y EL TRÁNSITO.

Los métodos empíricos de diseño de pavimentos tratan a este en función de las variables que lo definen, como son la resistencia de los materiales, las cargas del tránsito, clima, drenaje, etc. Y está restringido a las condiciones que se basaron para su calibración. En cambio, existen metodologías que tratan de usar un enfoque puramente científico, llamados métodos mecanicistas, estos plantean un marco teórico suficiente que permita el análisis completo de la

mecánica de comportamiento de un pavimento, en donde las propiedades fundamentales de los materiales se conocen, es decir se pueden conocer sus parámetros de respuesta, como sus esfuerzos, deformaciones, etc., basados en la teoría elástica multicapa o métodos de elementos finitos para el cálculo de estos parámetros. Esta metodología persigue la predicción correcta de los distintos deterioros en el tiempo, y así aumentar la confiabilidad en los diseños.

Con esta exigencia a conocer las características de los materiales, es lógico que las demás variables que participan en el diseño como lo es el tránsito, tengan la misma exigencia, se mencionó anteriormente que los métodos empíricos utilizan el concepto de Ejes Equivalentes ESAL (Equivalent Simple Axial Load), o factor equivalente de daño para predecir el deterioro del pavimento, pero esa predicción del daño agrupa los distintos tipos de deterioro que puede presentar el pavimento, es decir, cuando se utiliza un mismo exponente en el cálculo del Ejes Equivalentes, se están afirmando que esa misma relación de daño aplica para los distintos tipos de deterioros, por ejemplo una misma relación de daño para generar agrietamientos como para generar roderas, este punto de vista es entendible ya que el concepto de Ejes Equivalentes en el planteamiento de los métodos empíricos solamente está enfocado a la pérdida de nivel del servicio (PSI), cuando en diversos estudios, se ha visto que deben de considerarse distintos exponentes dependiendo del tipo de deterioro a analizar, lo que lleva a hacer un análisis distinto del tránsito.

Esta metodología puede resumirse de la siguiente manera, se tienen los datos que caracterizan a los materiales, como los módulos resilientes, o módulos dinámicos, se combinan con los datos del clima y del tránsito, y se realiza un análisis de las repuestas estructurales de los materiales, es decir, sus esfuerzos y deformaciones, con estos datos se calcula el nivel de daño a esperar para el periodo de diseño determinado. Estos valores se comparan con los máximos

aceptados, en caso de que el diseño no cumpla con este requerimiento el proceso se reinicia.

## **2.9 ESPECTROS DE CARGA.**

Como se mencionó anteriormente, las nuevas metodologías mecanicistas, piden una caracterización de tránsito más precisa, en especial la nueva guía AASHTO Mecanicista Empírica, la cual es el resultado del proyecto NCHRP 1-37 (National Cooperative Highway Research Program), del National Research Council.

Esta guía de diseño de pavimentos utiliza el concepto de Espectro de Carga, el cual puede entenderse como la distribución normalizada de la carga de un tipo de eje dado (Sencillo Direccional, Sencillo Dual, Tándem, Tridem), de un tipo de vehículo en particular o de un conjunto de ellos durante un periodo de tiempo.

El método de diseño de pavimentos rígidos de la asociación de cemento Portland<sup>10</sup> reconoció de tiempo atrás la necesidad de información detallada de los ejes de carga, y ha usado el espectro de carga desde 1966.

La creciente sofisticación de los modelos de deterioro de pavimentos usado en el diseño de pavimentos mecanicista requiere información más detallada de los ejes de carga del tránsito vehicular pesado de tal forma que se pueda aprovechar en su totalidad su capacidad de predicción.

Para suplir esta necesidad de información más detallada, la Guía de diseño Mecanicista Empírica usa el concepto de espectro de carga como insumo básico para el diseño.

La ventaja del uso del espectro de carga es que utiliza la información del tránsito directamente en vez de convertir el flujo de tránsito mixto a un número que depende del deterioro, tipo de pavimento y espesor. Los espectros de carga, proveen información real de los ejes de carga que transitan por una carretera.

---

<sup>10</sup> PCA, Portland Cement Association

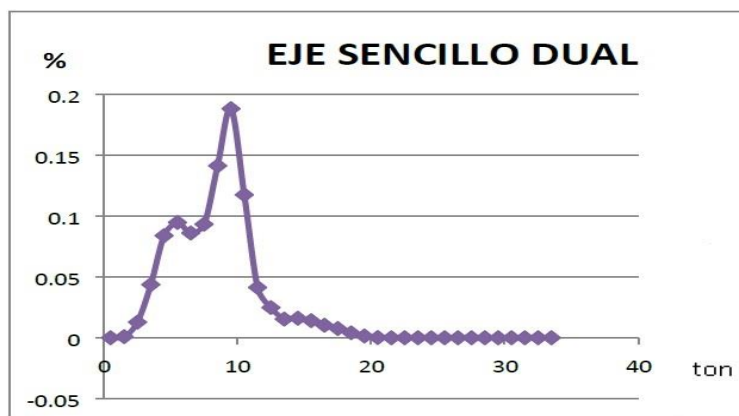
Con el auge de las computadoras, el aumento en la capacidad de almacenamiento de información, y el desarrollo de la tecnología de pesadoras dinámicas ha permitido la obtención de información más detallada de las cargas que transitan por las carreteras.

### 2.9.1 Definición de espectro de carga.

Los espectros se definen como la relación entre el número de un tipo de eje con un rango de carga y el número total de ese tipo de eje, expresado en porcentaje, se calculan usualmente para cada tipo de eje: Sencillo direccional, Sencillo dual, Tándem y Trídem. Los espectros de carga son una representación realista de la distribución de cargas. Algunos estudios del tránsito han definido los espectros de carga como la manera más eficiente de caracterización en términos de tipos de ejes y su respectivo daño.

Otra definición de espectro de carga: “La Distribución normalizada de la carga de un tipo de eje dado (Sencillo direccional, Sencillo dual, Tándem, Trídem), de un cierto tipo de vehículo o de un conjunto de ellos durante un periodo de tiempo”

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 esfuerzos y deformaciones unitarias. La **Figura 2.5** es un ejemplo de espectro de carga de un eje sencillo dual.



*Figura 2.5. Espectro de carga característico de un eje sencillo dual.*



### **2.9.2 Características de los espectros de carga.**

A continuación, se detallan las características de los espectros de carga

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

### **2.9.3 Obtención de datos para la generación de los espectros de carga.**

Para obtener un espectro de carga se necesita conocer los datos de peso por eje en un sitio específico, este tipo de estudio se conoce por sus siglas en inglés

como WIM<sup>11</sup> (Weight in Motion), que para el caso norteamericano, esta información ha salido del LTPP<sup>12</sup>, Long Term Pavement Performance, y de las estaciones de pesaje fijas que tienen funcionando constantemente en carreteras norteamericanas, en El Salvador existe Dirección General de Transporte de Carga DGTC, oficina dependiente del Viceministerio de Transporte VMT, la cual esta regularizada por la “LEY ESPECIAL DEL TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS”, que data del 31 de mayo de 2013, dicha unidad recopila información de las cargas por eje de los principales tipos de vehículos de carga que circulan por la red de estaciones de pesaje, incluyendo estaciones fijas y estaciones móviles a nivel nacional.

Los espectros de carga pueden ser desarrollados basándose en los tipos de datos (WIM), en el que se representa a manera de distribución de frecuencia otra visión al comportamiento del tránsito, en donde se tienen datos de las cargas reales que circulan en un corredor carretero, agrupando una cantidad determinada de tránsito que puede ser representa con precisión ya sea por las cargas por tipo de eje o por tipo de vehículo.

La guía AASHTO MEPDG clasifica al tránsito en 3 niveles de precisión distintos que depende del historial que se tenga del mismo así como de la confiabilidad que se desee en el diseño, también reconoce que en muchas ocasiones no se tienen siempre a la mano tantos datos del tránsito como para desarrollar los espectros de carga, por lo que la guía separa el tránsito en niveles distintos, dependiendo el historial y cantidad de información que se tenga, es decir en la cantidad de datos disponibles, los separa de la siguiente manera:

- Nivel 1, (conocimiento bueno del tránsito, historial de volúmenes y cargas),

---

<sup>11</sup> Weight in Motion, Peso en Movimiento.

<sup>12</sup> Long Term Pavement Performance, Desempeño del pavimento a largo plazo.

- Nivel 2, (conocimiento moderado del tránsito, se conocen las variaciones semanales de vehículos pesados), y
- Nivel 3 (conocimiento pobre del tránsito, únicamente TDPA y porcentajes de la clasificación vehicular).

La **Tabla 2.2** muestra un ejemplo de los niveles de exigencia de la guía AASHTO Mecanicista Empírica respecto al tránsito.

Fuentes de información del tránsito		Nivel de los datos de entrada		
		1	2	3
Datos de volumen y cargas del tránsito	Estaciones de pesaje – En el lugar/segmento	*		
	Estaciones de pesaje – Resúmenes de datos		*	
	Estaciones de pesaje - Resúmenes de datos nacionales			*
	Datos viales <sup>1</sup> – En el lugar/segmento específico		*	*
	Predicción del tránsito y modelos de generación de viajes <sup>2</sup>	*	*	*

1. El nivel depende si los valores regionales o nacionales son usados de las estaciones de pesaje o de conteos vehiculares

2. El nivel depende de los datos de entrada y de la confiabilidad de los modelos.

**Tabla 2.2.** Niveles de exigencia para el tránsito de la guía AASHTO MEPDG

Por la necesidad de actualizar a nuestro país en estas nuevas metodologías de diseño, debemos utilizar la información que está en nuestras manos para hacerlo, aunque exista la desventaja que no tenemos la cantidad de historial de tránsito de nuestras carreteras como desearíamos, la guía AASHTO MEPDG<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide, Guía de Diseño Mecánico-Empírico del Pavimento

permite incluir los datos de variación mensual de los datos de las estaciones de pesaje.

Los espectros de carga son una herramienta de análisis para utilizar un esquema agregado de la clasificación vehicular, los cuales identifican cuantos ejes (sencillo direccional, sencillo dual, tándem tridem) se presentan para cada tipo de vehículo, y sus cargas normalizadas se divide en intervalos de frecuencia que por lo regular se utiliza 1 kip para los ejes sencillos, 2 kips para los ejes tándem y 3 kips para los ejes tridem. Este análisis puede ser para cada tipo de vehículo en particular o bien para un mismo eje que incluya a todos los vehículos del análisis.

#### **2.9.3.1 Instrumentos para toma de datos de pesos de los vehículos de carga.**

La Unidad de Transporte de Carga del Viceministerio de Transporte, cuenta con 2 básculas fijas, una ubicada en el kilómetro 80 Acajutla, Sonsonate y la otra sobre la carretera El Litoral en el kilómetro 50, además opera con 4 básculas móviles que se utilizan para realizar operativos en carreteras del país.

De las básculas se obtiene la información de fecha y hora en la que fue pesado el transporte de carga, tipo de vehículo, país de origen, empresa a la que pertenece, destino de la carga, sobrepeso por eje, estación de carga, número de placa, tipo de carga, origen de la carga y peso por eje. La **figura 2.6** muestra una captura de pantalla con algunos de los datos que se obtienen en las estaciones de pesaje.

La báscula móvil debe colocarse sobre suelos firmes y planos, ya que el vehículo debe subirse a la superficie activa de la misma, trasladando los datos de la carga de la rueda directamente en un indicador digital de cristal líquido.

Las básculas, tanto la fija como la móvil, utilizan un procesador que capta y registra el peso de la rueda, por eje y peso total del vehículo, además de imprimir los resultados de los pesos totales y parciales del mismo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	O	P
1	FECHA DE PESAJE	LUGAR DE PESAJE	TIPO VEHICULO	PLACA	PAIS	ORIGEN	DESTINO	COU. PRODUCTO	PRODUCTO	COU. EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	EJE 1	EJE 2 - 3		
2	28 de marzo de 2017														
3	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-7-04	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	CP8	Cereales	S2	Sello de Oro	5100	16100		
4	31 de Marzo de 2016		C-3	C-6-01	El Salvador	Sonsonate	San Vicente	AP2	Abono	O1	Otras Empresas	5550	15800		
5	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-8-07	El Salvador	Sonsonate	San Salvador	DPI	Derivados del Petroleo	P4	Puma	4300	15600		
6	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-8-07	El Salvador	Sonsonate	Santa Ana	OPI	Otros	O1	Otras Empresas	4950	10950		
7	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-8-04	El Salvador	Sonsonate	Cuscatlan	CP8	Cereales	O1	Otras Empresas	4000	18750		
8	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-10-06	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	HP1	Hierro	G1	Galvaniza	4300	16100		
9	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-7-01	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	HP1	Hierro	G1	Galvaniza	4700	15000		
10	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-10-01	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	CP8	Cereales	L5	La Sultana	4800	15050		
11	31 de Marzo de 2016		C-2	C-8-06	El Salvador	Sonsonate	Sonsonate	AP2	Abono	O1	Otras Empresas	4000	9300		
12	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-7-01	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	DPI	Derivados del Petroleo	P4	Puma	5100	15850		
13	31 de Marzo de 2016		C-4	C-10-08	El Salvador	Sonsonate	Sonsonate	DPI	Derivados del Petroleo	A7	Alba Petroleum	6450	17350		
14	31 de Marzo de 2016		C-2	C-8-06	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	DPI	Derivados del Petroleo	T2	Texaco - TLC	4700	8050		
15	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-10-06	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	CP8	Cereales	L5	La Sultana	4950	16150		
16	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-8-05	El Salvador	Sonsonate	Morazan	DPI	Derivados del Petroleo	T2	Texaco - TLC	4950	17250		
17	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-7-04	El Salvador	Sonsonate	San Salvador	DPI	Derivados del Petroleo	P4	Puma	4700	14700		
18	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-6-04	El Salvador	Sonsonate	Cabañas	CP8	Cereales	O1	Otras Empresas	4600	17200		
19	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-10-03	El Salvador	Sonsonate	Cabañas	CP8	Cereales	O1	Otras Empresas	4600	18300		
20	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-6-05	El Salvador	Sonsonate	La Paz	DPI	Derivados del Petroleo	P4	Puma	4200	17350		
21	31 de Marzo de 2016		T3-S3	C-8-05	El Salvador	Sonsonate	San Salvador	DPI	Derivados del Petroleo	P4	Puma	4700	16450		
22	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-10-03	El Salvador	Sonsonate	La Libertad	CP8	Cereales	E1	El Granjero	4500	17050		
23	31 de Marzo de 2016		T3-S2	C-6-07	El Salvador	Sonsonate	Santa Ana	DPI	Derivados del Petroleo	T2	Texaco - TLC	5350	15850		

Figura 2.6. Captura de pantalla de los datos de estaciones de pesaje.

Tiene la capacidad de recopilar la información del peso de 300 vehículos, a este procesador se le puede adaptar de 1 a 12 básculas móviles para mayor captación de datos en carretera.

Las básculas fijas y móviles son utilizadas por el VMT en 3 tipos de operativos; en el plan zafra, el cual consta en controlar y supervisar el traslado de caña de azúcar, plan chequeo que se realiza por un periodo de 12 meses en todo el país y el plan aduanas que consta en regular y controlar los vehículos de carga que ingresan por los puntos fronterizos.

## **2.10 PESOS MÁXIMOS PERMITIDOS EN EL SALVADOR.**

Para conocer acerca de pesos máximos permisibles en el país, debemos remitirnos a la “**LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS**” que en el **CAPITULO III SOBRE EL PESO, DIMENSIONES Y CAPACIDAD DE LOS VEHICULOS DE TRANSPORTE DE CARGA, Artículo 21** dice lo siguiente:

“Los pesos y dimensiones de los vehículos de carga no podrán exceder de los establecidos en esta ley”.





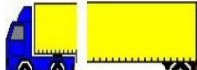


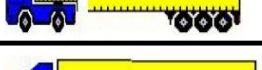
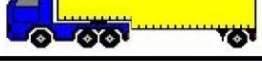
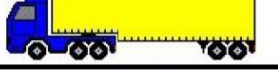



Para el control de los pesos de los vehículos el **Capítulo IV DE LAS BASCULAS, Artículo 28** reza:

“Para el control de pesos y dimensiones en carreteras se utilizarán las básculas, cuya operación y gestión de riesgos estará sujeta a la vigilancia y control del Estado, en coordinación con las autoridades competentes.”

En el país se cuenta con estaciones de pesajes fijas, estas son, la que se encuentra ubicada en Zacatecoluca y la ubicada en Acajutla. También se cuenta con estaciones de pesaje móviles.

Los pesos máximos permitidos por la ley en El Salvador se muestran en la **tabla 2.3**

## PESO MÁXIMO PERMISIBLE POR TIPO DE VEHÍCULOS

TIPO DE VEH.	ESQUEMA DEL VEHICULO	PESO MAXIMO AUTORIZADO							DIMENSIONES MAXIMAS EN METROS		
		1er. EJE	2do. EJE	3er. EJE	4to. EJE	5to. EJE	6to. EJE	PESO TOTAL EN TON. Mts.	LARGO	ANCHO	ALTO
1 C-2A		ENTRE 1.5 4	ENTRE 2.5 6					4.0 A 10.0	7.0	2.6	4.15
2 C-2		5.00	10.00					15.00	12.0	2.6	4.15
3 C-3		5.00	16.50					21.50	12.0	2.6	4.15
			8.25	8.25							
4 C-4		5.00	20.00					25.00	16.75	2.6	4.15
			6.67	6.66	6.65						
5 T2-S1		5.00	9.00	9.00				23.00	16.75	2.6	4.15
6 T2-S2		5.00	9.00	16.00				30.00	17.5	2.6	4.15
			8.00	8.00							
7 T2-S3		5.00	9.00	20.00				34.00	17.5	2.6	4.15
			6.67	6.67	6.66						
8 T3-S1		5.00	16.00		9.00			30.00	20.3	2.6	4.15
			8.00	8.00							
9 T3-S2		5.00	16.00			16.00		37.00		2.6	4.15
			8.00	8.00	8.00	8.00					
10 T3-S3		5.00	16.00		20.00			41.00		2.6	4.15
			8.00	8.00	6.67	6.67	6.66				
11 C2-R2		5.00	10.00	4.5a	4.5a			24.00	18.3	2.6	4.15
		5.00	10.00	4.5a	7.0b			26.50			
		5.00	10.00	7.0a	7.0b			29.00			
12 C3-R2		5.00	16.50		4.5a	4.5a		30.50	18.3	2.6	4.15
		5.00	8.25	8.25	4.5a	7.0b		33.00			
		5.00			7.0b	7.00		35.50			
13 C3-R3		5.00	16.50		4.0a	13.00		38.50	18.3	2.6	4.15
		5.00	8.25	8.25	6.5b	6.50	6.50	41.00			

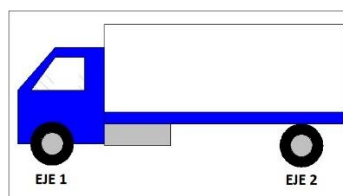
*Tabla 2.3 Pesos máximos permisibles en El Salvador tomados de la "Ley Especial de Transporte de Carga por Carreteras"*

Para mejor comprensión de los datos de la **Tabla 2.3** se han elaborado nuevos esquemas de acuerdo a los datos de los vehículos comúnmente procesados, que se han obtenido de las estaciones de pesaje, a través de la oficina de la “LEY DE ACCESO A LA INFORMACION” y gestionada en DGTC, del VMT.

Estos esquemas contienen información de la tabla anterior, con una mejor visualización. Detallando:

- Tipo de vehículo,
- Tipo de ejes,
- Pesos máximos permitidos por ejes,
- Peso total permitido del vehículo, y
- Dimensiones del vehículo.

### 1. Vehículo C2-A

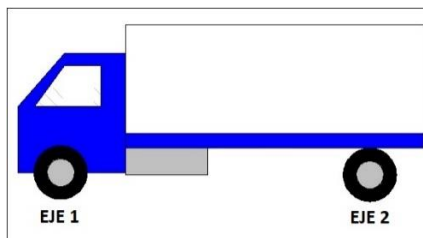


Tipo de ejes.	Eje 1		Eje 2
	Sencillo direccional.		Sencillo dual.
Pesos máximos permitidos por ejes.	Eje 1 (toneladas)		Eje 2 (toneladas)
	Entre 1.5 y 4		Entre 2.5 y 6
Peso máximo total del vehículo.	Entre 4 y 10 toneladas.		
Dimensiones del vehículo.	Largo	Ancho	Alto
	7.0	2.6	4.15

**Tabla 2.3.1** Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo C2-A



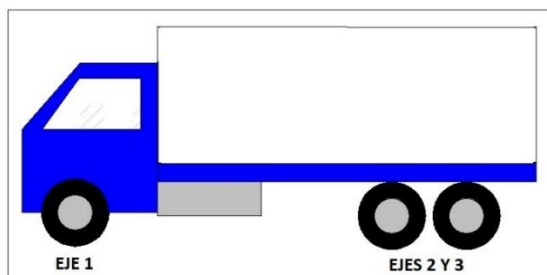
## 2. Vehículo C2



Tipo de ejes.	Eje 1		Eje 2	
	Sencillo direccional.		Sencillo dual.	
Pesos máximos permitidos por ejes.	Eje 1 (toneladas)		Eje 2 (toneladas)	
	5		10	
Peso máximo total del vehículo.	15 toneladas.			
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho	Alto	
	12.0	2.6	4.15	

**Tabla 2.3.2** Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo C2

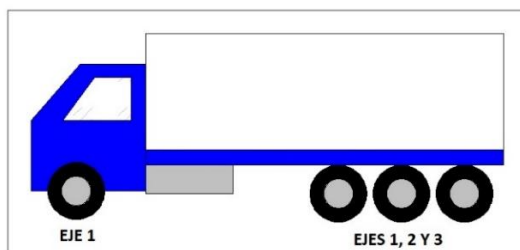
## 3. Vehículo C3



Tipo de ejes.	Eje 1		Eje 2 Y 3	
	Sencillo direccional.		Tándem.	
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2	Eje 3	
	5	8.25	8.25	
		16.5		
Peso máximo total del vehículo.	21.5 toneladas.			
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho	Alto	
	12.0	2.6	4.15	

**Tabla 2.3.3** Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo C3

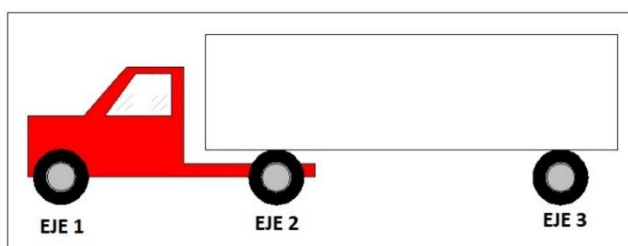
#### 4. Vehículo C4.



Tipo de ejes.	Eje 1	Eje 2, 3 Y 4		
	Sencillo direccional.	Tridem.		
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
	5	6.67	6.66	6.65
		20		
Peso máximo total del vehículo.	25 toneladas.			
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho	Alto	
	16.75	2.6	4.15	

*Tabla 2.3.4 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo C4*

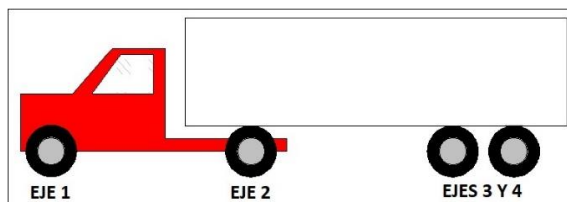
#### 5. Vehículo T2-S1.



Tipo de ejes.	Eje 1	Eje 2	Eje 3
	Sencillo direccional.	Sencillo dual	Sencillo dual
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2	Eje 3
	5	9	9
Peso máximo total del vehículo.	23 toneladas.		
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho	Alto
	16.75	2.6	4.15

*Tabla 2.3.5 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T2-S1*

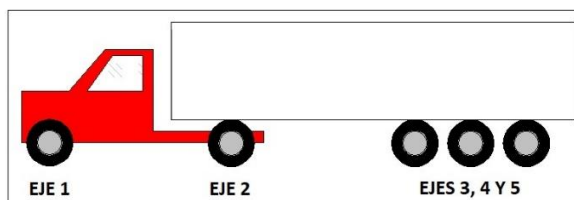
### 6. Vehículo T2-S2.



Tipo de ejes.	Eje 1	Eje 2	Eje 3 Y 4	
	Sencillo direccional.	Sencillo dual	Tándem	
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2	Ejes 3 y 4	
	5	9	8	8
	16			
Peso máximo total del vehículo.	30 toneladas.			
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho	Alto	
	17.5	2.6	4.15	

*Tabla 2.3.6 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T2-S2*

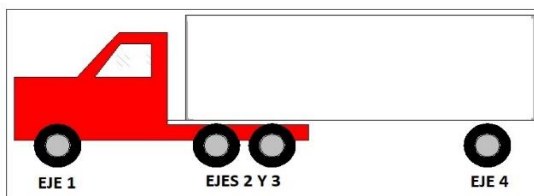
### 7. Vehículo T2-S3.



Tipo de ejes.	Eje 1	Eje 2	Eje 3,4 Y 5		
	Sencillo direccional.	Sencillo dual	Tridem		
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2	Ejes 3, 4 y 5		
	5	9	6.67	6.67	6.66
	20				
Peso máximo total del vehículo.	34 toneladas.				
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho	Alto		
	17.5	2.6	4.15		

*Tabla 2.3.7 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T2-S3*

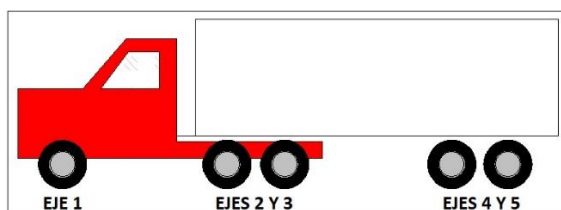
### 8. Vehículo T3-S1.



Tipo de ejes.	Eje 1	Ejes 2 y 3		Eje 4
	Sencillo direccional.	Tándem.		Sencillo dual.
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2 y 3		Eje 4
	5	8	8	9
		16		
Peso máximo total del vehículo.	30 toneladas.			
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho		Alto
	20.3	2.6		4.15

*Tabla 2.3.8 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T3-S1*

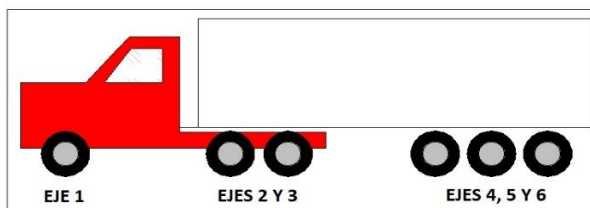
### 9. Vehículo T3-S2.



Tipo de ejes.	Eje 1	Ejes 2 y 3		Eje 4 y 5	
	Sencillo direccional.	Tándem.		Tándem.	
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2 y 3		Eje 4 y 5	
	5	8	8	8	8
		16		16	
Peso máximo total del vehículo.	37 toneladas.				
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo	Ancho		Alto	
	20.3	2.6		4.15	

*Tabla 2.3.9 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T3-S2*

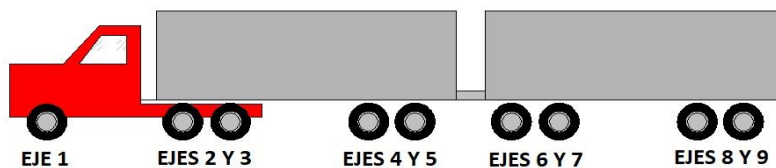
### 10. Vehículo T3-S3.



Tipo de ejes.	Eje 1	Ejes 2 y 3		Eje 4, 5 Y 6		
	Sencillo direccional.	Tándem.		Tridem.		
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2 y 3		Eje 4, 5 y 6		
	5	8	8	6.67	6.67	6.66
		16		20		
Peso máximo total del vehículo.	41 toneladas.					
Dimensiones del vehículo en metros.	Largo		Ancho		Alto	
	20.3		2.6		4.15	

*Tabla 2.3.7 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T3-S3*

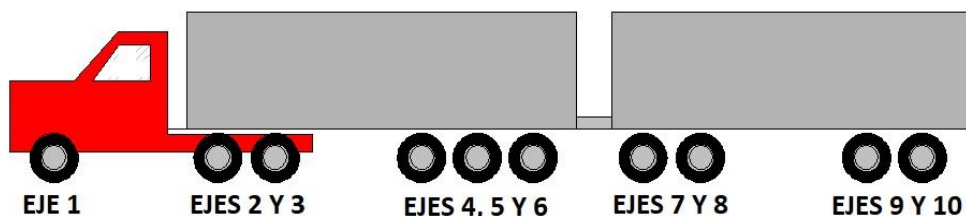
### 11. Vehículo T3-S2-R4.



Tipo de ejes.	Eje 1	Ejes 2 y 3		Ejes 4 y 5		Ejes 6 y 7		Ejes 8 y 9	
	Sencillo direccional.	Tándem.		Tándem.		Tándem.		Tándem.	
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Eje 2 y 3		Ejes 4 y 5		Ejes 6 y 7		Ejes 8 y 9	
	5	8	8	8	8	6.5	6.5	6.5	6.5
		16		16		13		13	
		37				26			
Peso máximo total del vehículo.	63 toneladas.								
Dimensiones del vehículo en metros (sin remolque).	Largo			Ancho			Alto		
	20.3			2.6			4.15		

*Tabla 2.3.7 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T3-S2-R4*

## 12. Vehículo T3-S3-R4.



Tipo de ejes.	Eje 1	Ejes 2 y 3		Ejes 4, 5 Y 6			Ejes 7 y 8		Ejes 9 y 10	
	Sencillo direccional.	Tándem.		Tridem.			Tándem.		Tándem.	
Pesos máximos permitidos por ejes en toneladas.	Eje 1	Ejes 2 y 3		Ejes 4, 5 Y 6			Ejes 7 y 8		Ejes 9 y 10	
	5	8	8	6.67	6.67	6.66	6.5	6.5	6.5	6.5
		16		20			13		13	
	41						26			
Peso máximo total del vehículo.	67 toneladas.									
Dimensiones del vehículo en metros (sin remolque).	Largo						Ancho		Alto	
	20.3						2.6		4.15	

*Tabla 2.3.7 Tipos de ejes, pesos máximos permitidos y dimensiones de Vehículo T3-S3-R4*

## 2.11 CONFIGURACIONES DE EJES PARA ELABORACIÓN DE ESPECTROS DE CARGA.

Para la generación de los espectros de carga vehicular los ejes a analizar se clasifican de la siguiente manera:

- Eje sencillo direccional,
- Eje sencillo dual,
- Eje tándem, y
- Eje tridem.




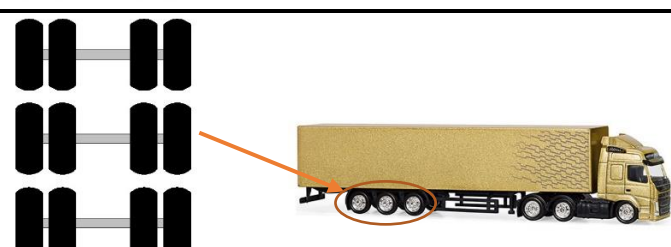
Estos se explican en la **Tabla 2.4.**

**Eje Sencillo Direccional:** Se denomina eje sencillo direccional al elemento que consta únicamente de dos ruedas (una por lado) puede ser direccional o no, anterior, central o posterior.

**Eje Sencillo Dual:** Se denomina eje sencillo dual al elemento que consta de cuatro ruedas (dos por lado) puede ser central o posterior.

**Eje Tándem:** Se denomina eje tándem al elemento que consta de dos ejes sencillos, con rueda doble en sus extremos.

**Eje Tridem:** Se denomina eje tridem al elemento que consta de tres ejes sencillos, con rueda doble en sus extremos.

Tipo de eje.	Figura	Peso máximo permitido
Eje Sencillo Direccional		5 Ton.
Eje Sencillo Dual		10 Ton.
Eje Tándem		16.5 Ton.
Eje Tridem		20 Ton.

*Tabla 2.4 Configuraciones de ejes, cargas máximas permitidas por tipo de eje.*

Los ejes sencillo direccional se encuentran en todos los tipos de vehículos, los ejes sencillo dual se pueden encontrar en los vehículos C-2, T2-S1 y T3-S1, los ejes tridem son exclusivos de las configuraciones T3-S3 y C-4, en cambio los tándems participan prácticamente en todas las configuraciones de los vehículos de carga a excepción del C-2 y C-4.

## **2.12 DATOS QUE INTERVIENEN EN LAS GRÁFICAS DE LOS ESPECTROS DE CARGA.**

En la práctica se hace uso de un histograma para describir la distribución de una variable continua, tal como los ejes de carga. Para construir un histograma, se debe escoger un origen y un rango de clase a priori, dado que es bien sabido que tendrá un efecto determinante en la forma de la distribución. Sobre todo, cuando la distribución es muy pequeña.

Los datos que se grafican son un rango de cargas vs el porcentaje de veces que se repiten las cargas de este rango.



**CAPITULO III: PROCESAMIENTO DE  
DATOS PARA GENERACION DE  
ESPECTROS DE CARGA  
VEHICULAR. -**

### **3.1 DATOS BRINDADOS POR LA DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DE CARGA DGTC.**

Para la generación de los espectros de carga vehicular se solicitó la información de las estaciones de pesaje de los años 2014, 2015 y 2016 de las estaciones fijas y móviles. En la respuesta de la DGTC se obtuvo la siguiente información:

Estación fija Zacatecoluca:

Años 2014, 2015 y 2016.

Estación fija Acajutla:

Años 2014, 2015 y 2016

Estación móvil Zafrá.

Temporada 2015-2016.

Lugares donde se realizaron pesajes con estaciones móviles:

- KM 5, CARRETERA TRONCAL DEL NORTE
- KM 77, ACAJUTLA – SONSONATE
- KM 37, SAN LUIS TALPA – LA PAZ
- KM 18, AUTOPISTA COMALAPA - SAN SALVADOR
- KM 58, SAN SALVDOR – SONSONATE
- KM 51, CA:8 SAN SALV - SONSONATE
- KM 70, ZACATECOLUCA -SAN VICENTE
- KM 77, CA:2 ZACATECOLUCA - SN MARCOS LEMPA
- KM 35 COMALAPA - PTO LA LIBERTAD
- KM 140 CA:2 SAN MIGUEL.

En las estaciones de pesaje registran una gran cantidad de datos (**figura 3.1**) de cientos de vehículos de carga por día:

- Fecha de pesaje,
- Tipo de vehículo,
- Placa,
- País de origen y destino,
- Código de producto,
- Producto,
- Código de empresa,
- Nombre empresa,
- Pesos y sobrepesos por ejes,
- Peso máximo permisible,
- Peso total,
- Total de sobrepeso, y
- NIT de la empresa

REGISTRO DATOS DE CONTROL DE PESO EN BASCULA MOVIL ×

FECHA DE PESAJE 10 de septiembre de 2017 PUNTO DE PESAJE

**CARACTERISTICAS**

TIPO PLACA  NUMERO  PLACA N°

PAIS  ORIGEN  DESTINO

CODIGO EMPRESA  NOMBRE EMPRESA  PASAJEROS  CANTIDAD

**PESO POR EJES - BASCULA MOVIL**

EJE 1  EJE 2  EJE 3

**PESOS**

PESO MAXIMO

TOTAL PESO

TOTAL SOBREPESO

SALIR ACEPTAR

TIPO VEHICULO

1

*Figura 3.1 Registro de datos de control de peso en estación móvil.*

### **3.2 USO DE SOFTWARE PARA PROCESAMIENTO DE DATOS.**

Debido a que la cantidad de datos a procesar es muy grande, debe contarse con un software para procesar de manera efectiva y eficiente los datos. En este estudio se utilizará una hoja de cálculo como herramienta, para ordenamiento, para tabulación de datos y para la elaboración de los gráficos.

### **3.3 ORDENAMIENTO DE DATOS.**

Para poder generar los espectros de carga se deberán ordenar los datos de una forma que sean más fácil de procesar, primeramente, se ordenarán por tipo de vehículo y después ordenar los datos de peso de menor a mayor.

Se deben analizar los datos, con el objeto de depurar todos aquellos que se encuentren fuera de los rangos lógicos, por ejemplo, si aparece un dato en el que el eje pese 0.50 kg, este vehículo puede depurarse porque no existe un eje de un vehículo de carga que tenga un peso tan pequeño.

### **3.4 TABULACION DE DATOS.**

Para poder elaborar las gráficas, se elaboran tablas, estas tablas contendrán la siguiente información:

- Rango,
- Valor medio y Peso medio en toneladas,
- Frecuencia, y
- Porcentaje (Espectro normalizado).

Como se muestra en la **Tabla 3.1**

EJE SENCILLO DIRECCIONAL				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Media en Toneladas	Frecuencia	Porcentaje
>= 0 - < 500	250	0.25	16	0.0526
>= 500 - < 1500	1000	1	105	0.3457
>= 1500 - < 2500	2000	2	234	0.7705
>= 2500 - < 3500	3000	3	585	1.9262
>= 3500 - < 4500	4000	4	9779	32.1985
>= 4500 - < 5500	5000	5	15089	49.6823
>= 5500 - < 6500	6000	6	3282	10.8064
>= 6500 - < 7500	7000	7	1073	3.5330
>= 7500 - < 8500	8000	8	132	0.4346
>= 8500 - < 9500	9000	9	56	0.1844
>= 9500 - < 10500	10000	10	12	0.0395
>= 10500 - < 11500	11000	11	2	0.0066
>= 11500 - < 12500	12000	12	0	0
>= 12500 - < 13500	13000	13	0	0
>= 13500 - < 14500	14000	14	0	0
>= 14500 - < 15500	15000	15	2	0.0066
>= 15500 - < 16500	16000	16	2	0.0066
>= 16500 - < 17500	17000	17	2	0.0066
>= 17500 - < 18500	18000	18	0	0
total			30371	100

*Tabla 3.1 Datos del eje sencillo direccional (el ejemplo es solamente ilustrativo)*

La frecuencia representa el número de veces que se repitieron cargas en ese rango de valores en el año que se está analizando, el espectro normalizado es un porcentaje que se obtiene al dividir el valor de la frecuencia en un determinado rango entre el total de la muestra por ejemplo si calculamos el espectro normalizado de las cargas en el rango de >= 4500 - < 5500 se tiene:

Espectro normalizado =  $15089/30371$

$$= 0.496823 \times 100$$

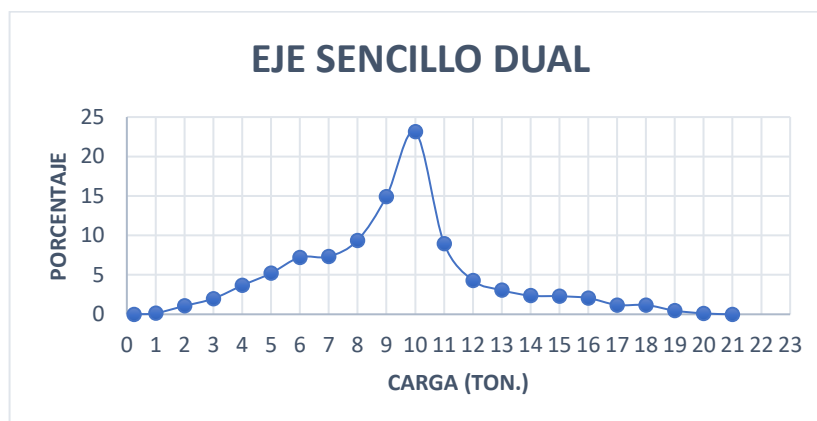
Porcentaje = 49.6823 %

### 3.5 GRAFICAS

Al tener los datos depurados, ordenados y tabulados, se generan los espectros de carga graficando el valor medio vs el porcentaje.

En este estudio se presentarán los espectros de carga generales por eje por año y ejes combinados por año, como el espectro de carga de la zafra 2015-2016, además se presentarán los espectros de carga vehicular comparativo por eje de cinco años, con el objetivo de observar si se marca una tendencia de aumento o de disminución de las cargas.

En la **figura 3.2** se muestra un ejemplo de grafica de espectro de carga.



*Figura 3.2* Espectro de carga de eje sencillo direccional. (la figura es demostrativa)

**CAPITULO IV: GENERACION DE  
ESPECTROS DE CARGA  
VEHICULAR Y ANALISIS DE  
RESULTADOS. -**

#### 4.1 Espectros de carga vehicular del año 2014 para El Salvador.

La explicación de los pasos a seguir para la correcta generación de los espectros de carga ya se ha hecho en los capítulos anteriores. A continuación, se presentan los espectros de carga que se propusieron en el Capítulo III.

##### 4.1.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO DIRECCIONAL del año 2014.

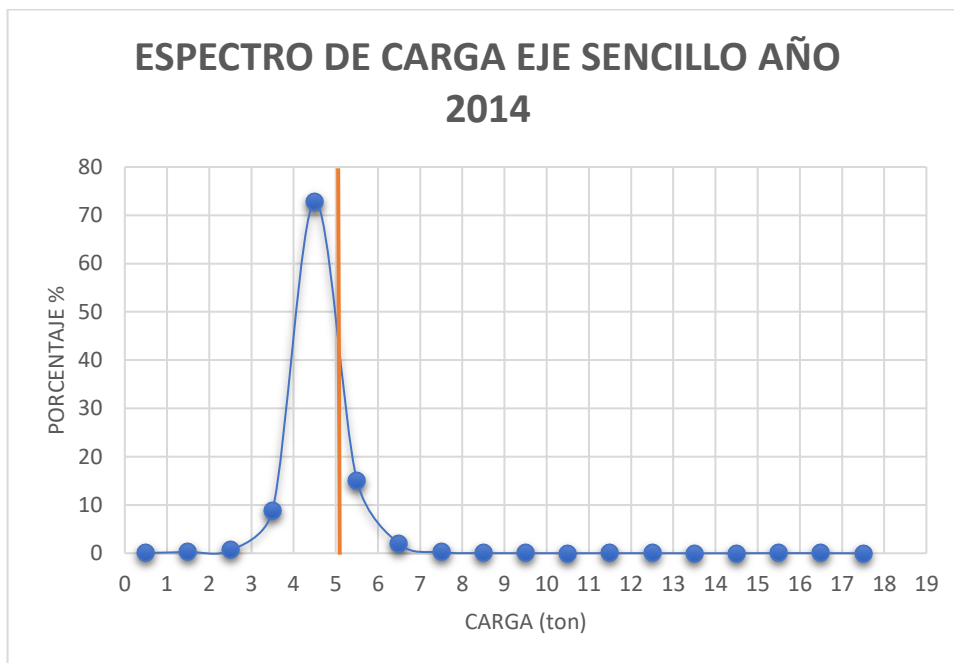
Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo direccional del año 2014.

EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2014				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Porcentaje
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	16	0.0622
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	68	0.2642
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	157	0.6100
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	2270	8.8203
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	18745	72.8357
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	3883	15.0878
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	505	1.9622
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	54	0.2098
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	9	0.0350
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	6	0.0233
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	2	0.0078
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	4	0.0155
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	3	0.0117
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	0	0.0000
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	1	0.0039
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	8	0.0311
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	4	0.0155
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1	0.0039
total			25736	100.00

*Tabla 4.1.1 Datos procesados para generar el espectro de carga de eje sencillo direccional de 2014*



### Gráfica de espectro de carga eje sencillo direccional del año 2014.



*Figura 4.1.1 Espectro de carga de eje sencillo direccional de 2014.*

- Resumen de información de gráfica.
- La carga se concentra entre las 3.0 toneladas y las 6.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible para los ejes sencillo direccional, equivale a 5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 72.84% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo direccional de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo direccional que cumplen con el límite de carga permitido es el 82.59%.
- El porcentaje de ejes sencillo direccional que sobrepasan el límite de carga permitido es el 17.41%.

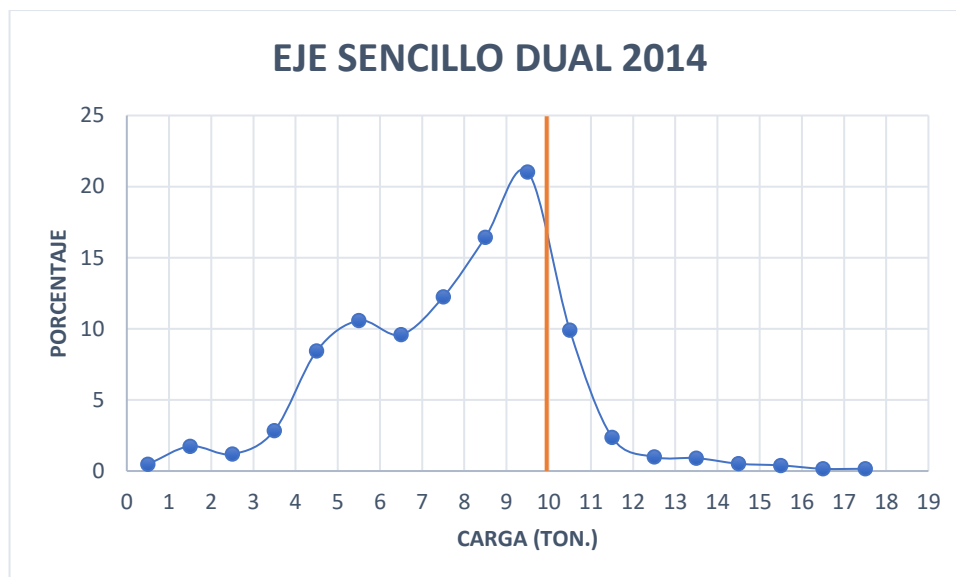
#### 4.1.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL del año 2014.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo dual del año 2014.

EJE SENCILLO DUAL 2014				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	12	0.4754
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	44	1.7433
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	30	1.1886
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	72	2.8526
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	213	8.4390
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	267	10.5784
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	242	9.5880
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	309	12.2425
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	415	16.4422
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	531	21.0380
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	250	9.9049
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	60	2.3772
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	25	0.9905
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	23	0.9113
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	13	0.5151
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	10	0.3962
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	4	0.1585
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	4	0.1585
total			2524	100

*Tabla 4.1.2 Datos procesados para generar el espectro de carga de eje sencillo dual de 2014.*

### Gráfica de espectro de carga eje sencillo dual del año 2014.



*Figura 4.1.2* Grafica de espectro de carga de eje sencillo dual de 2014.

#### Resumen de información de gráfica.

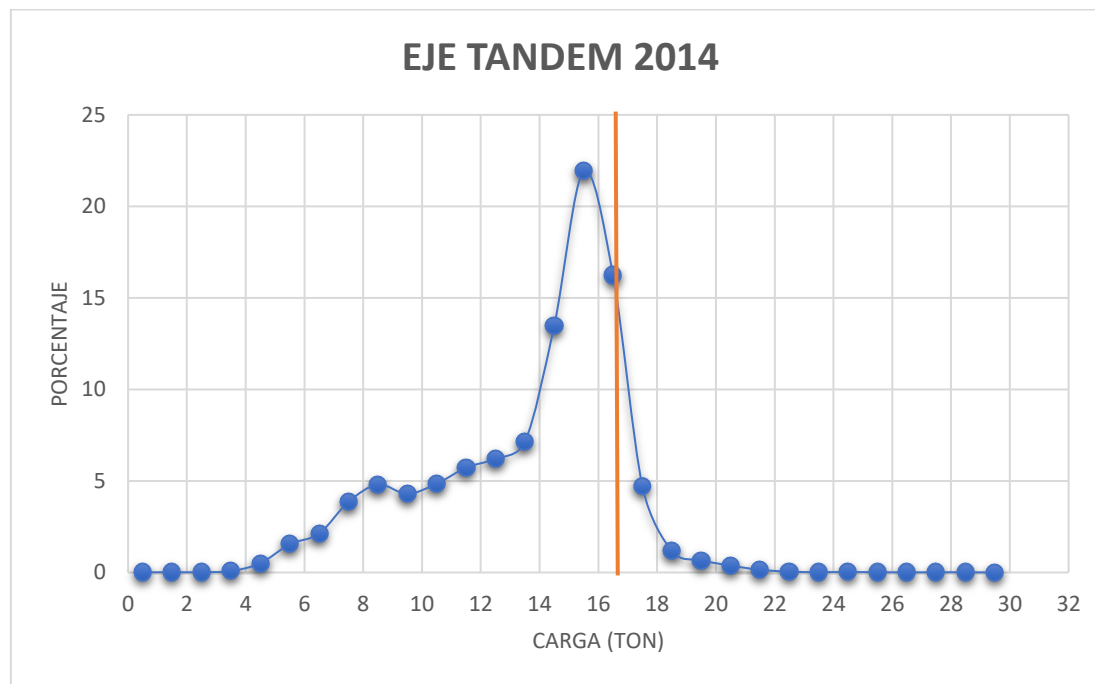
- La mayoría de la carga se concentra entre las 4.0 y las 11.0 toneladas sobresaliendo las cargas entre 4.5 y 6 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes sencillo dual, equivale a 10 toneladas.
- El pico de la gráfica en 21.04% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo dual de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que cumplen con el límite de carga permitido es el 84.59%.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que sobrepasan el límite de carga permitido es el 15.41%.

#### 4.1.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM del año 2014.

EJE TANDEM 2014				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	2	0.0076
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	3	0.0114
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	4	0.0152
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	20	0.0758
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	134	0.5077
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	407	1.5420
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	561	2.1254
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	1019	3.8606
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	1267	4.8002
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	1134	4.2963
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	1280	4.8494
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	1511	5.7246
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	1640	6.2133
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	1882	7.1301
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	3562	13.4950
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	5785	21.9170
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	4286	16.2379
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1241	4.7016
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	311	1.1783
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	176	0.6668
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	99	0.3751
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	39	0.1478
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	11	0.0417
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	5	0.0189
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	6	0.0227
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	4	0.0152
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	1	0.0038
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	3	0.0114
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	2	0.0076
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	0	0.0000
		total	26395	100

Tabla 4.1.3 Datos procesados para generar el espectro de carga de eje tándem de 2014.

### Gráfica de espectro de carga eje tándem del año 2014.



*Figura 4.1.3 Espectro de carga de eje tándem de 2014.*

#### Resumen de información de gráfica.

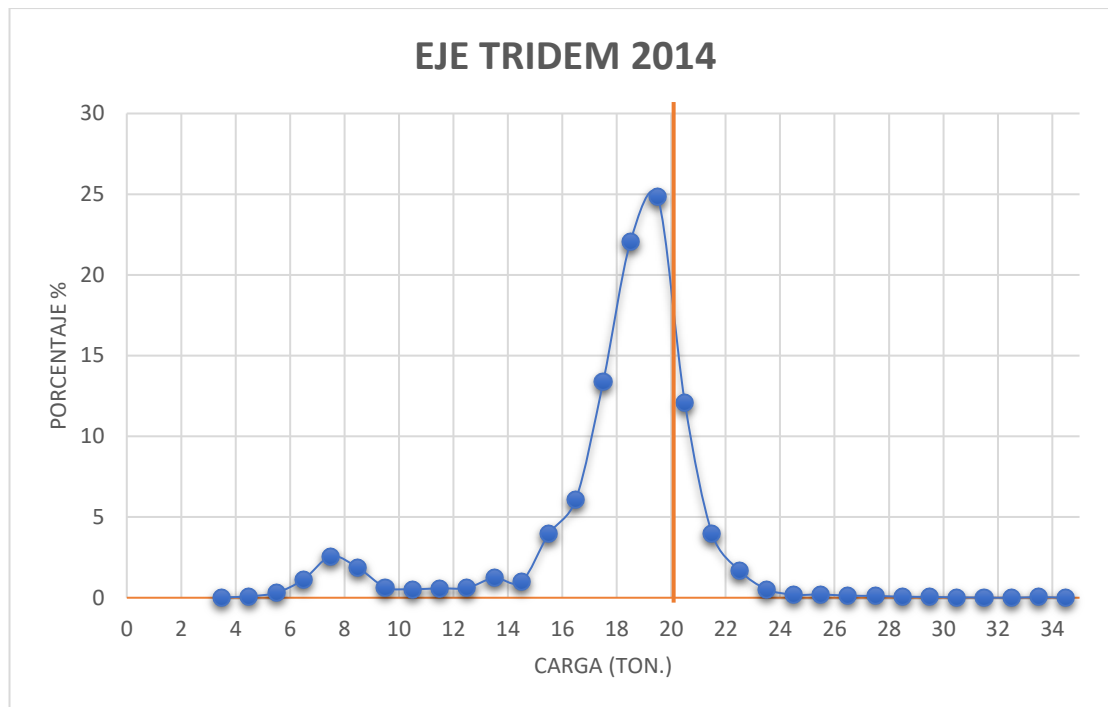
- La mayoría de la carga se concentra entre las 7.0 y las 18.0 toneladas sobresaliendo las cargas entre 14 y 17 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tándem, equivale a 16.5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 21.92% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tándem de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes tándem que cumplen con el límite de carga permitido es el 87.29%.
- El porcentaje de ejes tándem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 12.71%.

#### 4.1.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM del año 2014.

EJE TRIDEM 2014				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Porcentaje
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	2	0.0258
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	7	0.0901
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	25	0.3219
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	90	1.1589
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	202	2.6011
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	146	1.8800
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	51	0.6567
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	42	0.5408
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	46	0.5923
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	48	0.6181
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	97	1.2490
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	79	1.0173
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	194	2.4981
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	481	6.1937
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1054	13.5720
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	1738	22.3796
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	1957	25.1996
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	953	12.2714
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	313	4.0304
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	134	1.7255
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	42	0.5408
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	15	0.1931
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	16	0.2060
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	10	0.1288
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	9	0.1159
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	5	0.0644
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	4	0.0515
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	2	0.0258
31000 < peso ≤ 32000	31500	31.5	1	0.0129
32000 < peso ≤ 33000	32500	32.5	0	0.0000
33000 < peso ≤ 34000	33500	33.5	2	0.0258
34000 < peso ≤ 35000	34500	34.5	1	0.0129
total			7766	100

Tabla 4.1.4 Datos para generar el espectro de carga de eje tridem de 2014.

### Gráfica de espectro de carga eje tridem del año 2014.



*Figura 4.1.4 Espectro de carga de eje tridem de 2014.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 16 y las 21 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tridem, equivale a 20.0 toneladas.
- El pico de la gráfica en 24.82%, muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tridem de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes tridem que cumplen con el límite de carga permitido es el 80.89%.
- El porcentaje de ejes tridem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 19.11% es decir 1507 vehículos.

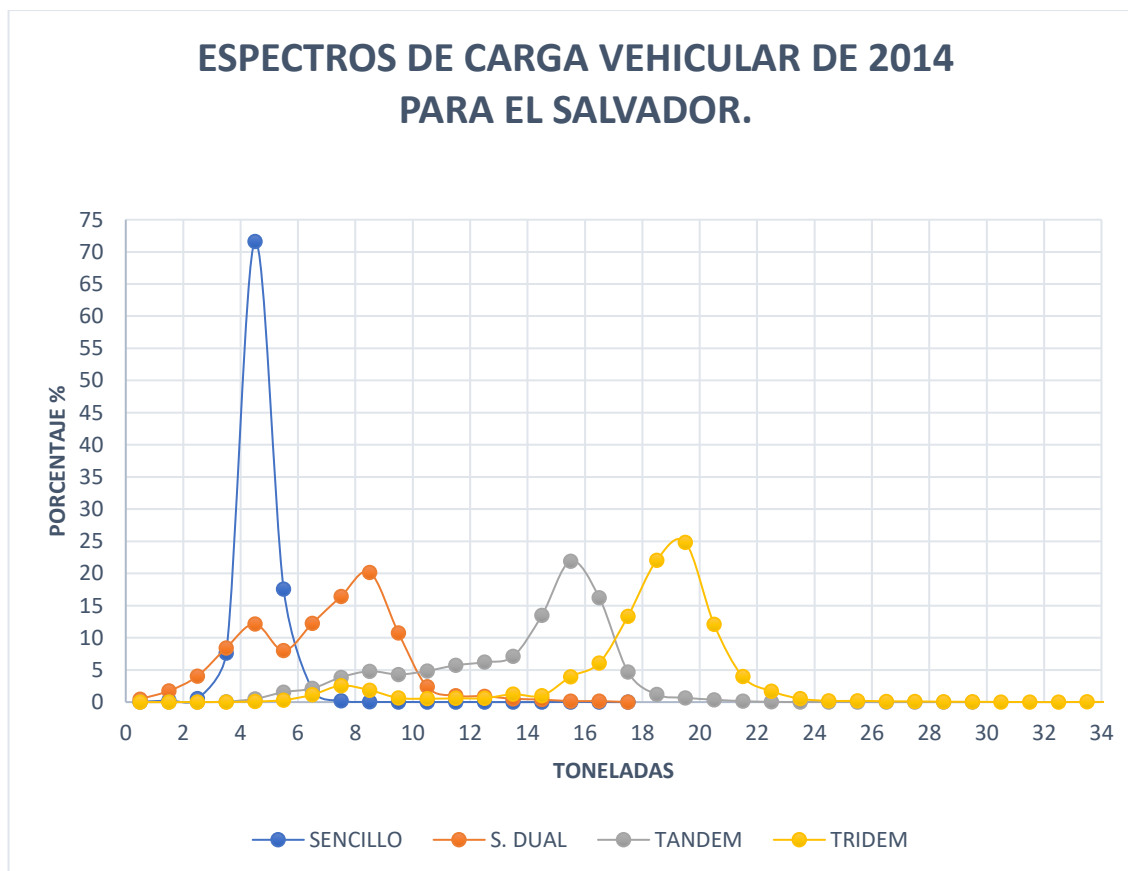
#### 4.1.5 Espectro de carga vehicular de EJES COMBINADOS del año 2014.

MEDIA	EJE 2014			
TONELADAS	SENCILLO	DUAL	TANDEM	TRIDEM
0.5	0.0622	0.4754	0.0076	0
1.5	0.2489	1.7433	0.0114	0
2.5	0.5327	4.0412	0.0152	0
3.5	7.6211	8.4390	0.0758	0.0254
4.5	71.6230	12.1632	0.5077	0.0888
5.5	17.5908	8.0032	1.5420	0.3171
6.5	1.9636	12.2425	2.1254	1.1416
7.5	0.2100	16.4422	3.8606	2.5622
8.5	0.0350	20.1664	4.8002	1.8519
9.5	0.0233	10.7765	4.2963	0.6469
10.5	0.0078	2.3772	4.8494	0.5327
11.5	0.0156	0.9905	5.7246	0.5835
12.5	0.0117	0.9113	6.2133	0.6088
13.5	0.0000	0.5151	7.1301	1.2303
14.5	0.0039	0.3962	13.4950	1.0020
15.5	0.0311	0.1585	21.9170	3.9574
16.5	0.0156	0.1585	16.2379	6.1010
17.5	0.0039	0.0000	4.7016	13.3688
18.5			1.1783	22.0446
19.5			0.6668	24.8224
20.5			0.3751	12.0878
21.5			0.1478	3.9701
22.5			0.0417	1.6996
23.5			0.0189	0.5327
24.5			0.0227	0.1903
25.5			0.0152	0.2029
26.5			0.0038	0.1268
27.5			0.0114	0.1142
28.5			0.0076	0.0634
29.5			0.0000	0.0507
30.5				0.0254
31.5				0.0127
32.5				0.0000
33.5				0.0381
34.5				0
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 4.1.5 Datos para generar el espectro de carga de cada eje de 2014.



### Gráfica de espectro de carga los 4 tipos de ejes del año 2014.



*Figura 4.1.5 Espectro de carga combinados de 2014.*

#### 4.1.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante el año 2014 en El Salvador.

EJE	MUESTRA
SENCILLO Direccional	25736
SENCILLO Dual	2524
TANDEM	26395
TRIDEM	7766

## 4.2 Espectros de carga vehicular del año 2015 para El Salvador.

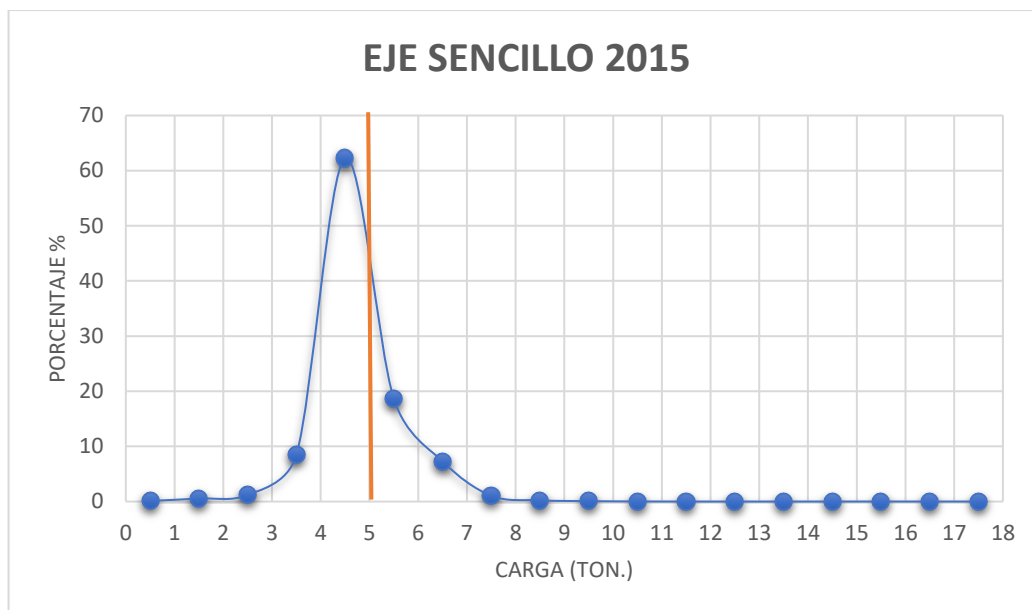
### 4.2.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO DIRECCIONAL del año 2015.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo direccional año 2015.

EJE SENCILLO DIRECCIONAL 2015				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	41	0.1351
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	168	0.5534
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	373	1.2286
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	2561	8.4357
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	18908	62.2814
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	5659	18.6403
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	2219	7.3092
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	322	1.0606
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	73	0.2405
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	23	0.0758
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	7	0.0231
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	0	0.0000
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	0	0.0000
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	0	0.0000
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	1	0.0033
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	2	0.0066
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	1	0.0033
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1	0.0033
total			30359	100

*Tabla 4.2.1 Datos para generar el espectro del eje sencillo direccional de 2015.*

### Gráfica de espectro de carga eje sencillo direccional año 2015.



*Figura 4.2.1* Datos para generar el espectro del eje sencillo direccional de 2015.

#### Resumen de información de gráfica.

- La carga se concentra entre las 3.0 toneladas y las 7.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible para los ejes sencillos direccional, equivale a 5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 62.28% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillos direccional de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillos direccional que cumplen con el límite de carga permitido es el 72.63%.
- El porcentaje de ejes sencillos direccional que sobrepasan el límite de carga permitido es el 27.37%.

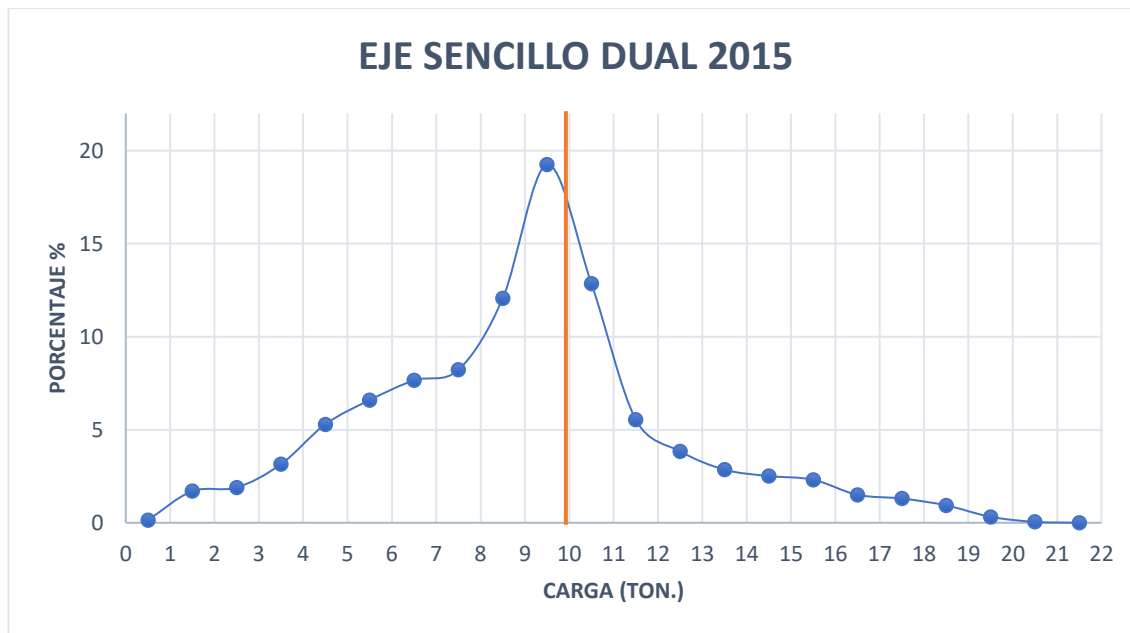
#### 4.2.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL del año 2015.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo dual del año 2015.

EJE SENCILLO DUAL 2015				
Rango (Kg)	Valor medio(Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	6	0.1477
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	69	1.6987
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	77	1.8956
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	128	3.1512
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	215	5.2930
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	268	6.5977
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	311	7.6563
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	334	8.2226
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	490	12.0630
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	782	19.2516
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	522	12.8508
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	225	5.5391
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	156	3.8405
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	116	2.8557
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	102	2.5111
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	94	2.3141
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	61	1.5017
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	53	1.3048
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	38	0.9355
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	13	0.3200
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	2	0.0492
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	0	0.0000
total			4062	100

*Tabla 4.2.2 Datos para generar el espectro del eje sencillo dual de 2015.*

### Gráfica de espectro de carga eje sencillo dual del año 2015.



*Figura 4.2.2 Espectro del eje sencillo dual de 2015.*

#### Resumen de información de gráfica.

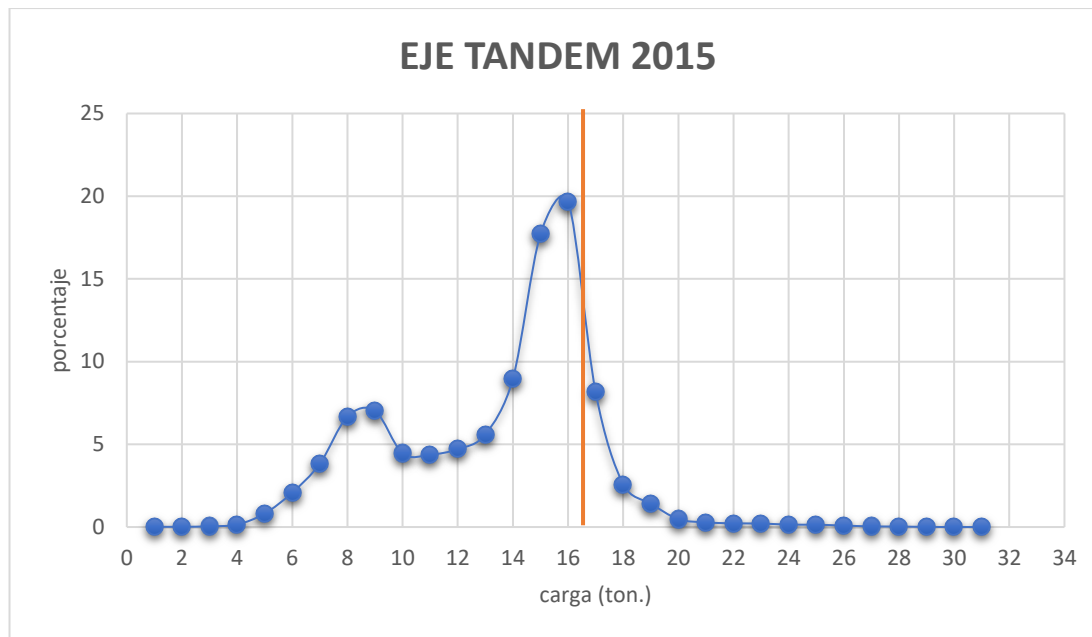
- La mayoría de la carga se concentra entre las 4.0 y las 12.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes sencillo dual, equivale a 10 toneladas.
- El pico de la gráfica en 19.25% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo dual de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que cumplen con el límite de carga permitido es el 65.98%.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que sobrepasan el límite de carga permitido es el 34.02%.

#### 4.2.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM del año 2015.

EJE TANDEM 2015				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	8	0.0232
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	5	0.0145
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	15	0.0435
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	125	0.3626
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	542	1.5720
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	927	2.6887
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	1450	4.2056
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	2153	6.2446
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	1587	4.6029
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	1507	4.3709
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	1655	4.8002
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	1757	5.0960
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	2401	6.9639
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	5001	14.5049
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	7616	22.0894
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	4623	13.4086
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1661	4.8176
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	653	1.8940
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	298	0.8643
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	122	0.3538
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	85	0.2465
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	84	0.2436
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	71	0.2059
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	38	0.1102
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	49	0.1421
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	21	0.0609
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	14	0.0406
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	6	0.0174
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	2	0.0058
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	1	0.0029
31000 < peso ≤ 32000	31500	31.5	1	0.0029
Total			34478	100

Tabla 4.2.3 Datos para generar el espectro del eje Tándem de 2015.

### Gráfica de espectro de carga eje tándem del año 2015.



*Figura 4.2.3 Espectro del eje Tándem de 2015.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 6.0 y las 18.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tándem, equivale a 16.5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 19.70%, muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tándem de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes tándem que cumplen con el límite de carga permitido es el 86.23%.
- El porcentaje de ejes tándem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 13.77%

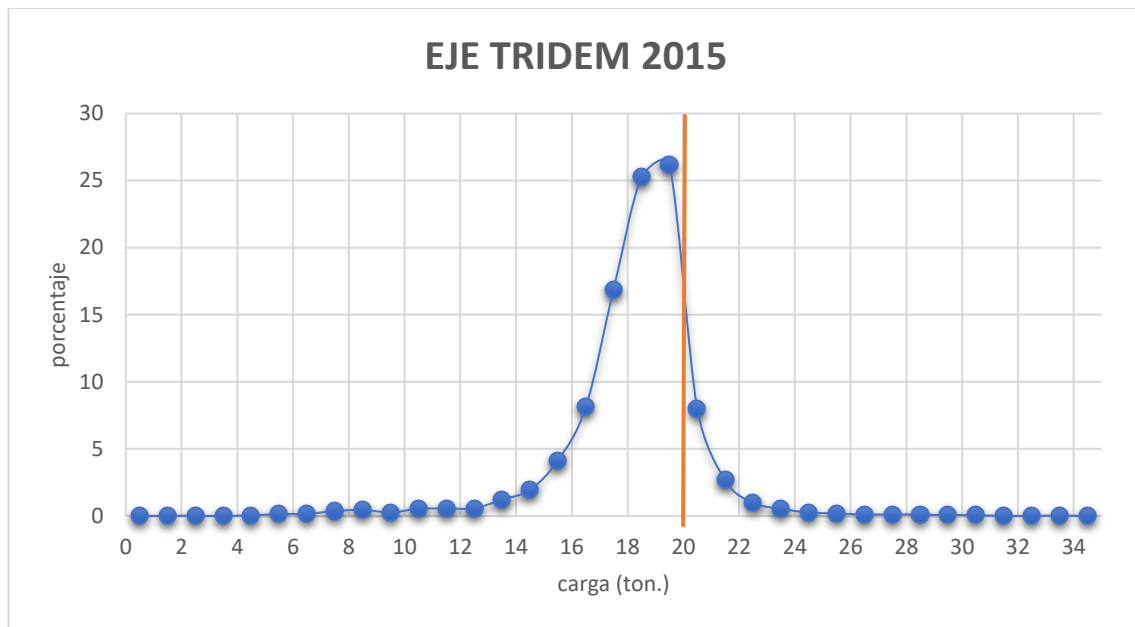
#### 4.2.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM del año 2015.

EJE TRIDEM 2015				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	1	0.0127
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	1	0.0127
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	4	0.0507
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	11	0.1393
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	13	0.1647
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	29	0.3674
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	36	0.4560
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	21	0.2660
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	43	0.5447
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	44	0.5574
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	46	0.5827
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	96	1.2161
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	154	1.9508
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	327	4.1424
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	640	8.1074
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1334	16.8989
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	1994	25.2597
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	2065	26.1591
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	631	7.9934
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	210	2.6602
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	78	0.9881
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	42	0.5320
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	20	0.2534
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	15	0.1900
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	9	0.1140
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	9	0.1140
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	8	0.1013
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	5	0.0633
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	5	0.0633
32000 < peso ≤ 33000	32500	32.5	1	0.0127
33000 < peso ≤ 34000	33500	33.5	2	0.0253
		total	7894	100

Tabla 4.2.4 Datos para generar el espectro de carga del eje Tridem de 2015.



### Gráfica de espectro de carga eje Tridem del año 2015.



*Figura 4.2.4 Espectro del eje Tridem de 2015.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 16 y las 21 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tridem, equivale a 20.0 toneladas.
- El pico de la gráfica en 26.16% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tridem de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes tridem que cumplen con el límite de carga permitido es el 86.89%.
- El porcentaje de ejes tridem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 13.11%.

#### 4.2.5 Espectro de carga vehicular de EJES COMBINADOS del año 2015.

MEDIA	EJE 2015			
TONELADAS	SENCILLO	DUAL	TANDEM	TRIDEM
0.5	0.1350	0.1477	0.0000	0.0000
1.5	0.5303	1.6987	0.0232	0.0253
2.5	1.1428	1.8956	0.0145	0.0127
3.5	7.2226	3.1512	0.0435	0.0000
4.5	61.5618	5.2930	0.3626	0.0507
5.5	20.2549	6.5977	1.5720	0.1393
6.5	7.6145	7.6563	2.6887	0.1647
7.5	1.1593	8.2226	4.2056	0.3673
8.5	0.2305	12.0630	6.2446	0.4560
9.5	0.1087	18.2176	4.6029	0.2660
10.5	0.0231	13.8848	4.3709	0.5446
11.5	0.0000	5.5391	4.8002	0.5573
12.5	0.0000	3.8405	5.0960	0.5826
13.5	0.0000	2.8557	6.9639	1.2160
14.5	0.0000	2.5111	13.5884	1.9506
15.5	0.0099	2.3141	21.9038	4.1419
16.5	0.0033	1.5017	14.5107	8.1064
17.5	0.0033	1.3048	4.8176	16.8968
18.5		0.9355	1.8940	25.2565
19.5		0.3200	0.8643	25.4085
20.5		0.0492	0.3538	8.6257
21.5		0.0000	0.2465	2.7739
22.5			0.2436	0.9880
23.5			0.2059	0.5320
24.5			0.1102	0.2533
25.5			0.1421	0.1900
26.5			0.0609	0.1140
27.5			0.0406	0.1140
28.5			0.0174	0.1013
29.5			0.0058	0.0633
30.5			0.0029	0.0633
31.5			0.0029	0.0000
32.5			0.0000	0.0127
33.5				0.0253
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 4.2.5 Datos para generar los espectros de los ejes de 2015.

### Gráfica de espectro de carga los 4 tipos de ejes del año 2015.

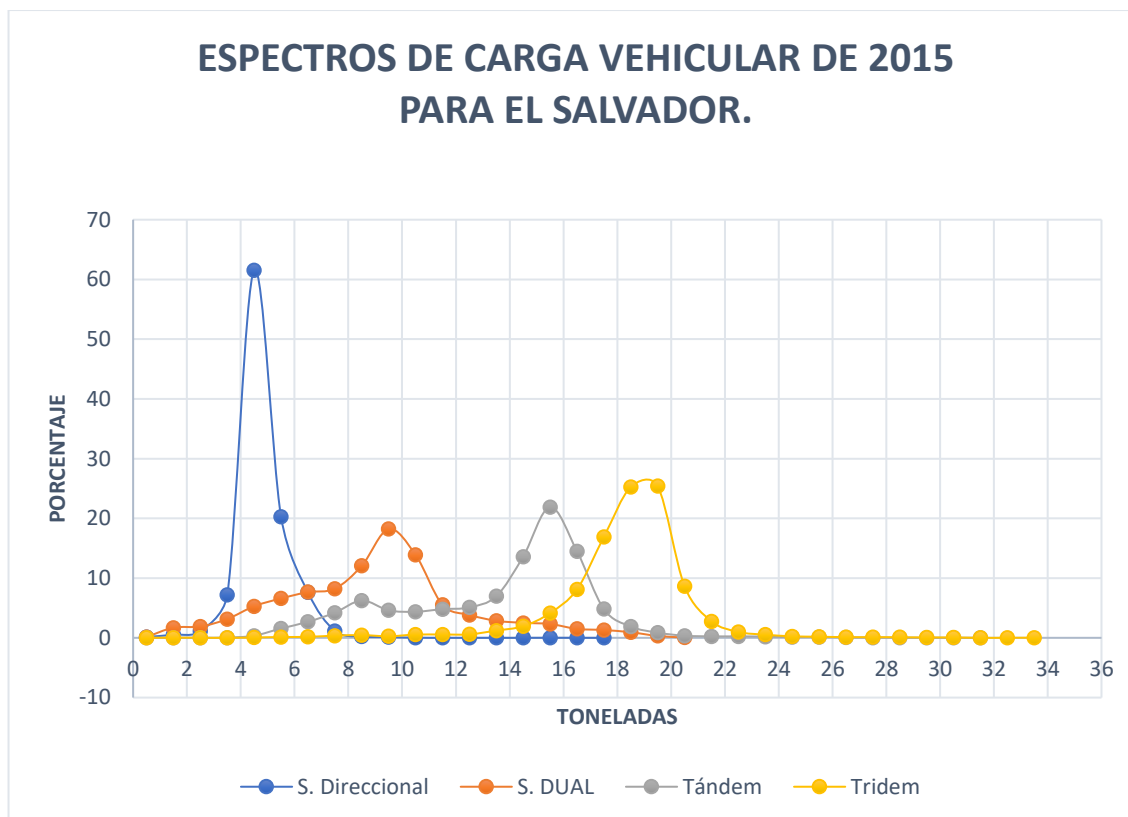


Figura 4.2.5 Espectro de carga combinados de 2015.

### 4.2.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante el año 2015 en El Salvador.

EJE	MUESTRA
SENCILLO direccional	30359
SENCILLO dual	4062
TANDEM	34478
TRIDEM	7894

### 4.3 Espectros de carga vehicular del año 2016 para El Salvador.

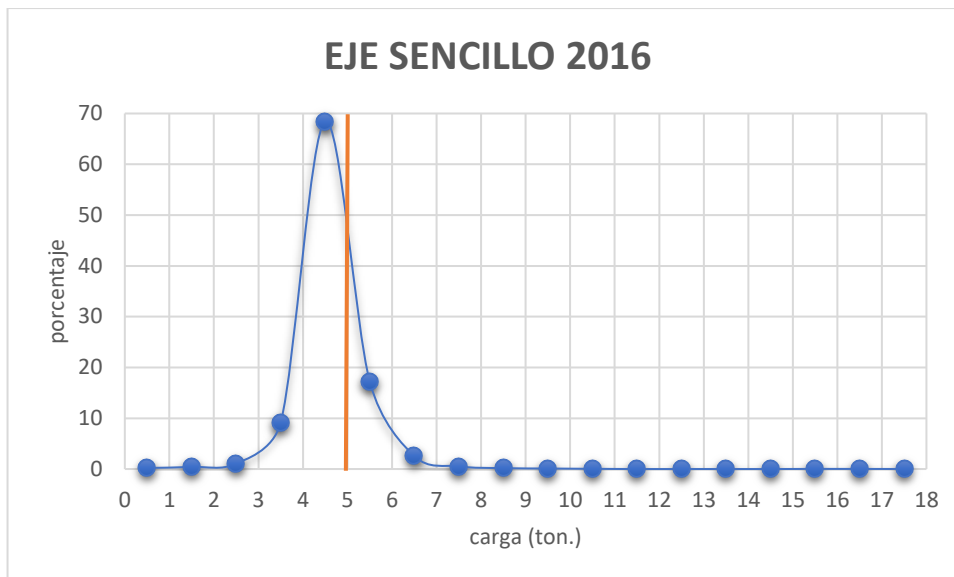
#### 4.3.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO direccional del año 2016.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo direccional año 2016.

EJE SENCILLO 2016				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	86	0.2147
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	169	0.4219
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	431	1.0759
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	3668	9.1565
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	27418	68.4440
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	6896	17.2146
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	1026	2.5612
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	212	0.5292
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	71	0.1772
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	42	0.1048
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	18	0.0449
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	0	0.0000
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	0	0.0000
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	0	0.0000
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	0	0.0000
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	11	0.0275
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	8	0.0200
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	3	0.0075
total			40059	100

*Tabla 4.3.1 Datos para espectro de carga del eje Sencillo direccional de 2016.*

### Gráfica de espectro de carga eje sencillo direccional año 2016.



*Figura 4.3.1 Espectro de carga de eje sencillo direccional 2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La carga se concentra entre las 3.5 toneladas y las 6.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible para los ejes sencillo direccional, equivale a 5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 68.44% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo direccional de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo direccional que cumplen con el límite de carga permitido es el 79.31%.
- El porcentaje de ejes sencillo direccional que sobrepasan el límite de carga permitido es el 20.69%.

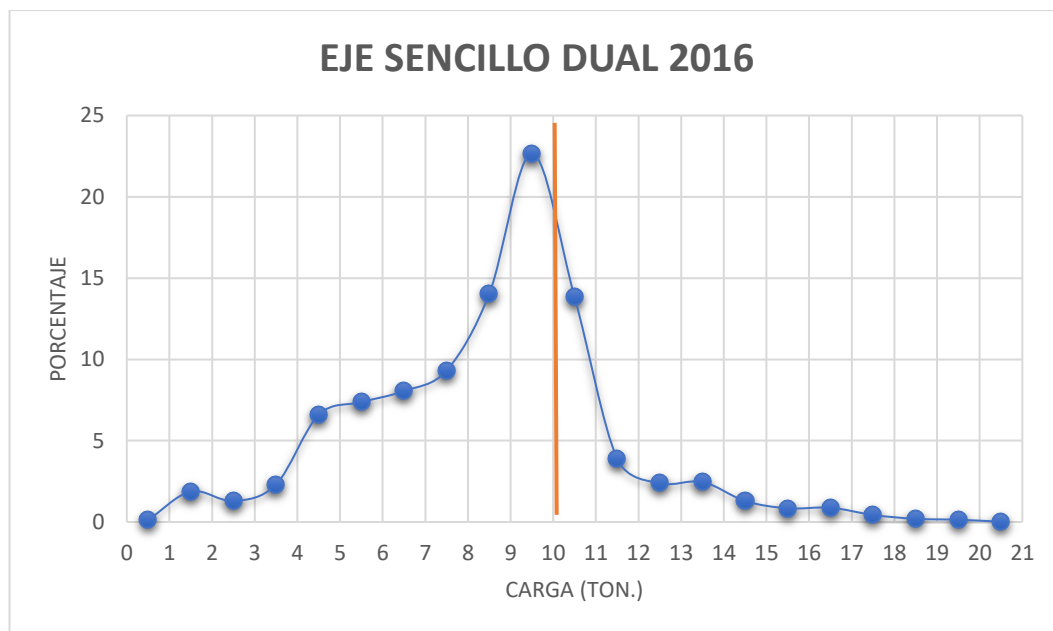
#### 4.3.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL del año 2016.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo dual del año 2016.

EJE SENCILLO DUAL 2016				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	6	0.1173
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	96	1.8765
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	66	1.2901
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	118	2.3065
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	337	6.5872
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	377	7.3690
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	412	8.0532
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	477	9.3237
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	718	14.0344
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	1160	22.6740
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	708	13.8389
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	199	3.8898
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	122	2.3847
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	126	2.4629
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	66	1.2901
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	43	0.8405
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	45	0.8796
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	22	0.4300
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	10	0.1955
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	7	0.1368
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	1	0.0195
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	0	0
TOTAL			5116	100

*Tabla 4.3.2 Datos para espectro de carga del eje Sencillo dual de 2016.*

### Gráfica de espectro de carga eje sencillo dual del año 2016.



*Figura 4.3.2 Espectro de carga de eje sencillo dual 2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 4.0 y las 12.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes sencillo dual, equivale a 10 toneladas.
- El pico de la gráfica en 22.67% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo dual de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que cumplen con el límite de carga permitido es el 73.63%.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que sobrepasan el límite de carga permitido es el 26.37%.

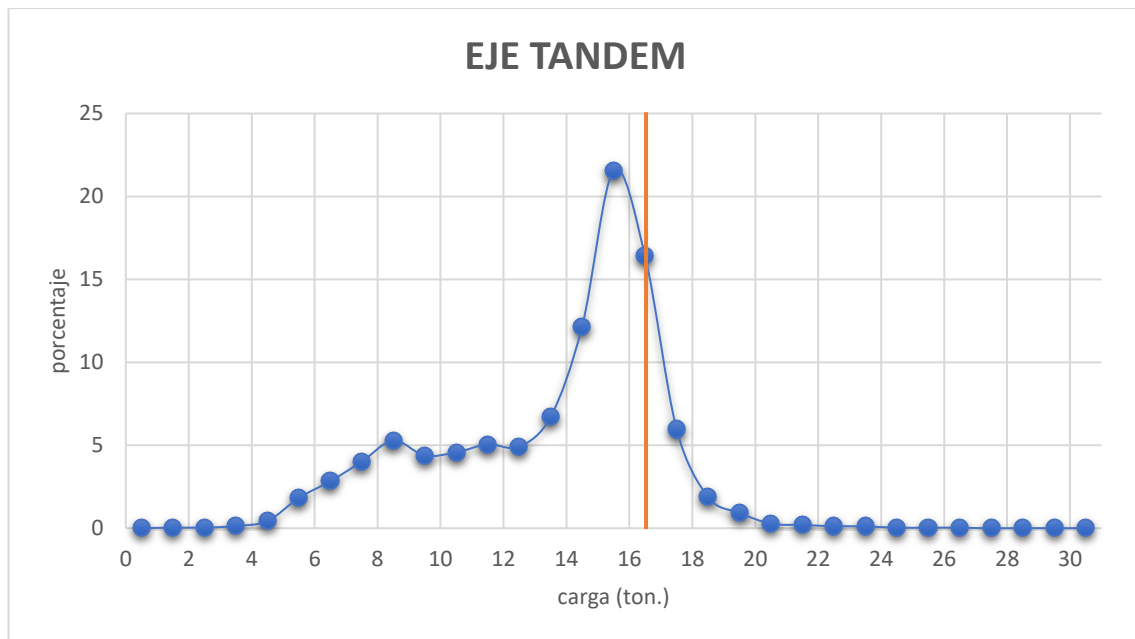
### 4.3.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM del año 2016.

EJE TANDEM 2016				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	0	0.0000
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	20	0.0394
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	19	0.0374
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	69	0.1360
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	221	0.4355
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	930	1.8327
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	1439	2.8358
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	2039	4.0182
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	2680	5.2814
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	2223	4.3808
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	2322	4.5759
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	2565	5.0548
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	2495	4.9168
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	3412	6.7239
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	6175	12.1689
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	10939	21.5572
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	8321	16.3980
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	3029	5.9692
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	957	1.8859
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	470	0.9262
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	142	0.2798
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	99	0.1951
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	64	0.1261
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	58	0.1143
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	16	0.0315
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	19	0.0374
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	14	0.0276
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	1	0.0020
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	2	0.0039
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	3	0.0059
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	0	0.0000
31000 < peso ≤ 32000	31500	31.5	1	0.0020
TOTAL			50744	100

Tabla 4.3.3 Datos para espectro de carga del eje Tándem de 2016.



### Gráfica de espectro de carga eje tándem del año 2016.



*Figura 4.3.3 Espectro de carga de eje Tándem 2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

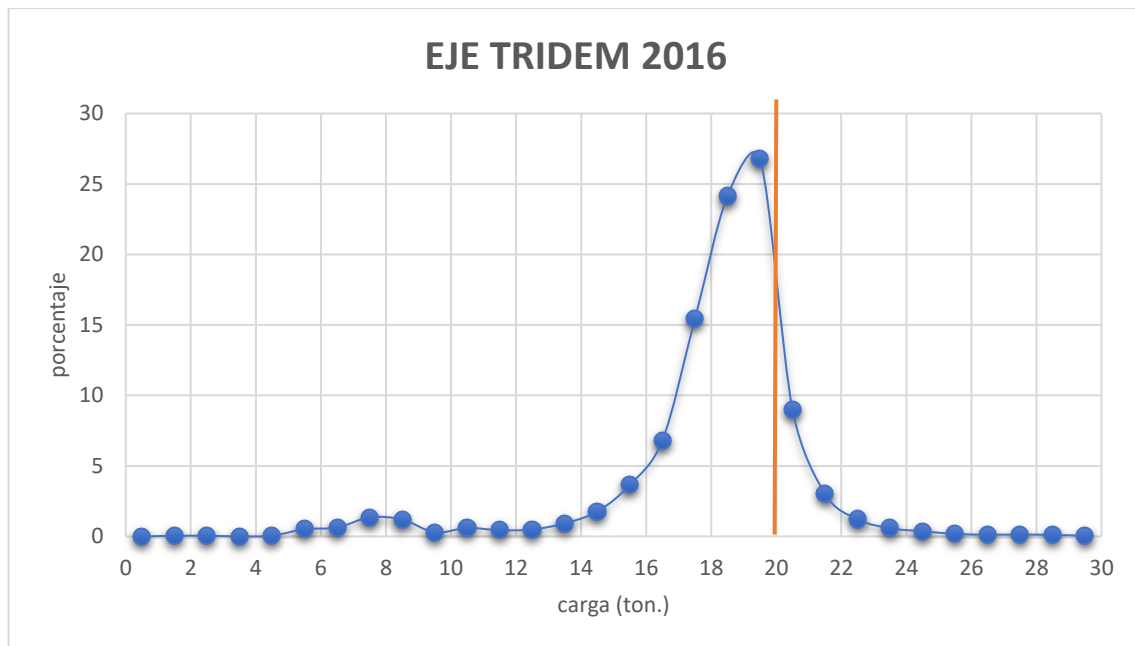
- La mayoría de la carga se concentra entre las 6.0 y las 18.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tándem, equivale a 16.5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 21.55% aproximadamente, muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tándem de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes tándem que cumple con el límite de carga permitido es el 84.60%.
- El porcentaje de ejes tándem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 15.40%.

#### 4.3.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM del año 2016.

EJE TRIDEM 2016				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	5	0.0383
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	6	0.0460
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	0	0.0000
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	7	0.0536
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	67	0.5133
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	82	0.6283
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	176	1.3485
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	156	1.1952
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	38	0.2911
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	78	0.5976
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	57	0.4367
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	64	0.4903
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	121	0.9271
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	231	1.7698
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	477	3.6546
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	889	6.8112
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	2014	15.4306
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	3151	24.1419
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	3496	26.7852
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	1175	9.0025
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	394	3.0187
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	159	1.2182
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	75	0.5746
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	48	0.3678
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	23	0.1762
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	16	0.1226
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	17	0.1302
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	14	0.1073
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	6	0.0460
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	2	0.0153
32000 < peso ≤ 33000	32500	32.5	3	0.0230
33000 < peso ≤ 34000	33500	33.5	3	0.0230
TOTAL			13050	100

Tabla 4.3.4 Datos para espectro de carga del eje Tridem de 2016.

### Gráfica de espectro de carga eje tridem del año 2016.



*Figura 4.3.4 Espectro de carga de eje Tridem 2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 8.0 y las 18.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tridem, equivale a 20.0 toneladas.
- El pico de la gráfica en 26.79% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tridem de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes tridem que cumplen con el límite de carga permitido es el 85.17%.
- El porcentaje de ejes tridem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 14.83%.

#### 4.3.5 Espectro de carga vehicular de EJES COMBINADOS del año 2016.

Peso	EJE			
TONELADAS	SENCILLO	DUAL	TANDEM	TRIDEM
0.5	0.2172	0.1173	0.0000	0.0000
1.5	0.4119	1.8765	0.0394	0.0383
2.5	0.9535	1.2901	0.0374	0.0460
3.5	7.7931	2.3065	0.1360	0.0000
4.5	67.5320	6.5872	0.4355	0.0536
5.5	19.4354	7.3690	1.8327	0.5133
6.5	2.7458	8.0532	2.8358	0.6283
7.5	0.5292	9.3237	4.0182	1.3485
8.5	0.1772	14.0344	5.2814	1.1952
9.5	0.1048	21.5794	4.3808	0.2911
10.5	0.0449	14.9335	4.5759	0.5976
11.5	0.0000	3.8898	5.0548	0.4367
12.5	0.0000	2.3847	4.9168	0.4903
13.5	0.0000	2.4629	6.7239	0.9271
14.5	0.0000	1.2901	12.1689	1.7698
15.5	0.0275	0.8405	21.5572	3.6546
16.5	0.0200	0.8796	16.3980	6.8112
17.5	0.0075	0.4300	5.9692	15.4306
18.5		0.195465207	1.8859	24.1419
19.5		0.136825645	0.9262	26.7852
20.5		0.019546521	0.2798	9.0025
21.5		0	0.1951	3.0187
22.5			0.1261	1.2182
23.5			0.1143	0.5746
24.5			0.0315	0.3678
25.5			0.0374	0.1762
26.5			0.0276	0.1226
27.5			0.0020	0.1302
28.5			0.0039	0.1073
29.5			0.0059	0.0460
30.5			0.0000	0.0153
32.5			0.0000	0.0230
33.5				0.022984983
TOTAL	100	100	100	100

Tabla 4.3.5 Datos para espectro de carga combinados de 2016.

### Gráfica de espectro de carga los 4 tipos de ejes del año 2016.

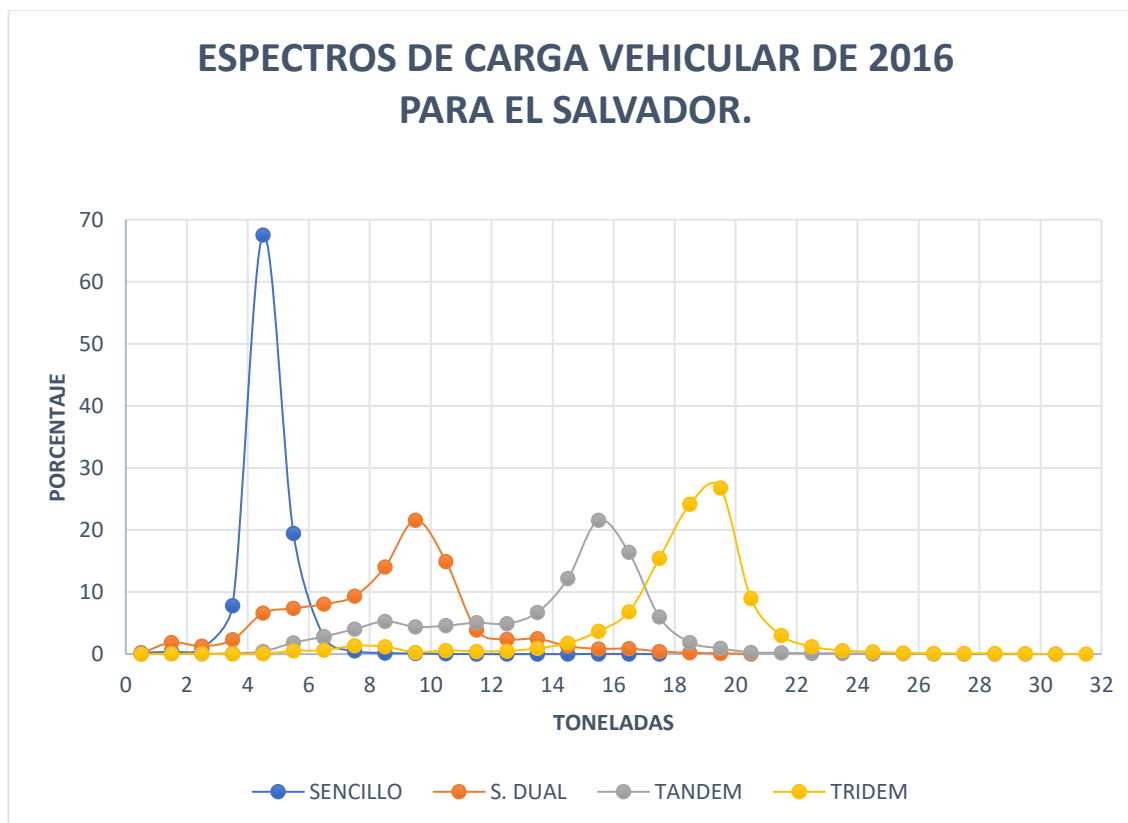


Figura 4.3.5 Datos para espectro de carga combinados de 2015.

### 4.3.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante el año 2016 en El Salvador.

EJE	MUESTRA
SENCILLO direccional	40001
SENCILLO dual	5220
TANDEM	50742
TRIDEM	13049

## 4.4 Espectros de carga vehicular de la ZAFRA 2015-2016 El Salvador.

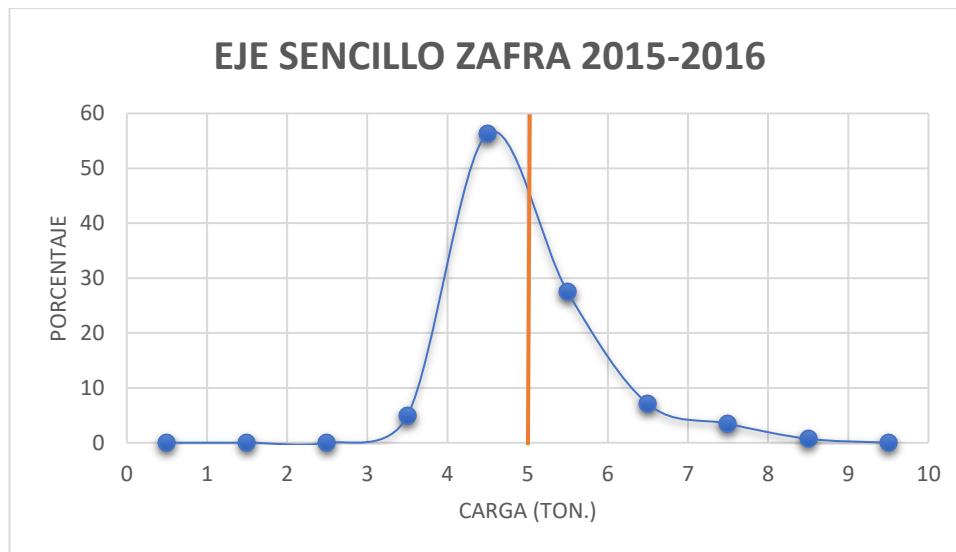
### 4.4.1 Espectro de carga vehicular de eje SENCILLO direccional de la zafra 2015-2016.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo direccional.

EJE SENCILLO Zafra 2015-2016				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	0	0
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	0	0
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	0	0
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	34	4.913294798
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	390	56.3583815
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	190	27.4566474
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	49	7.080924855
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	24	3.468208092
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	5	0.722543353
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	0	0
total			692	100

*Tabla 4.4.1 Datos para espectro de carga de eje sencillo direccional de zafra 2015-2016.*

### Gráfica de espectro de carga eje sencillo direccional de zafra 2015-2016.



*Figura 4.4.1 Espectro de carga de eje sencillo direccional de zafra 2015-2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La carga se concentra entre las 3.5 toneladas y las 7.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible para los ejes sencillo direccional, equivale a 5 toneladas.
- El pico de la gráfica en 56.36% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo direccional de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo direccional que cumplen con el límite de carga permitido es el 61.27%.
- El porcentaje de ejes sencillo direccional que sobrepasan el límite de carga permitido es el 38.73%.

#### 4.4.2 Espectro de carga vehicular de EJE SENCILLO DUAL de la zafra 2015-2016.

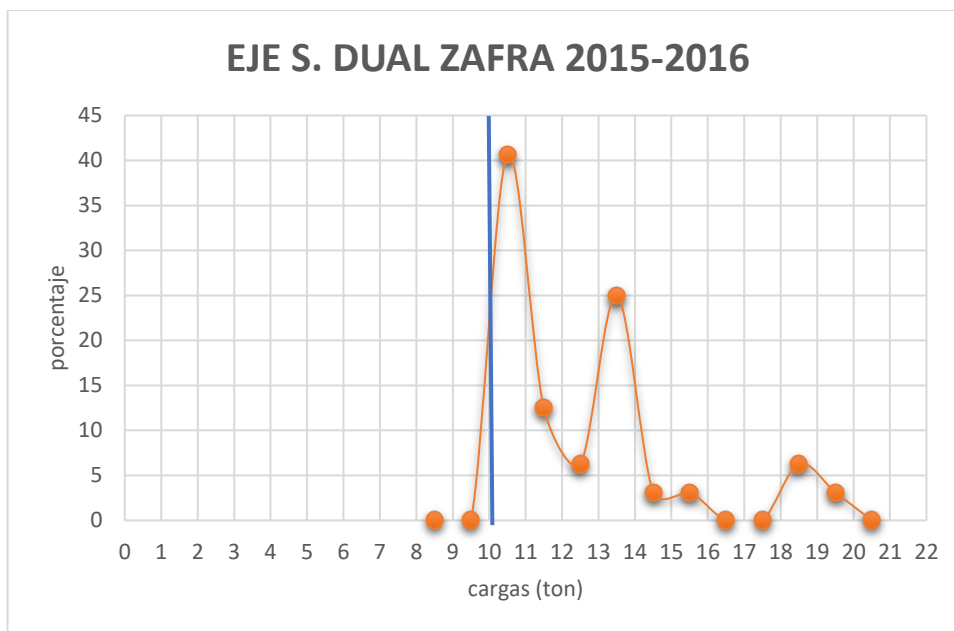
Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje sencillo dual.

EJE SENCILLO Dual Zafra 2015-2016				
Rango (Kg)	Valor medio (Kg)	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	0	0
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	0	0
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	13	40.625
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	4	12.5
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	2	6.25
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	8	25
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	1	3.125
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	1	3.125
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	0	0
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	0	0
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	2	6.25
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	1	3.125
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	0	0
total			32	100

*Tabla 4.4.2 Datos para espectro de carga de eje sencillo dual de zafra 2015-2016.*



### Gráfica de espectro de carga eje sencillo dual de la zafra 2015-2016.



*Figura 4.4.2 Espectro de carga de eje sencillo dual*

de zafra 2015-2016.

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 8.0 y las 11.5 toneladas.
- La línea color azul representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes sencillo dual, equivale a 10 toneladas.
- El pico de la gráfica en 40.63% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes sencillo dual de los vehículos de carga.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que cumplen con el límite de carga permitido es el 0%.
- El porcentaje de ejes sencillo dual que sobrepasan el límite de carga permitido es el 100%.

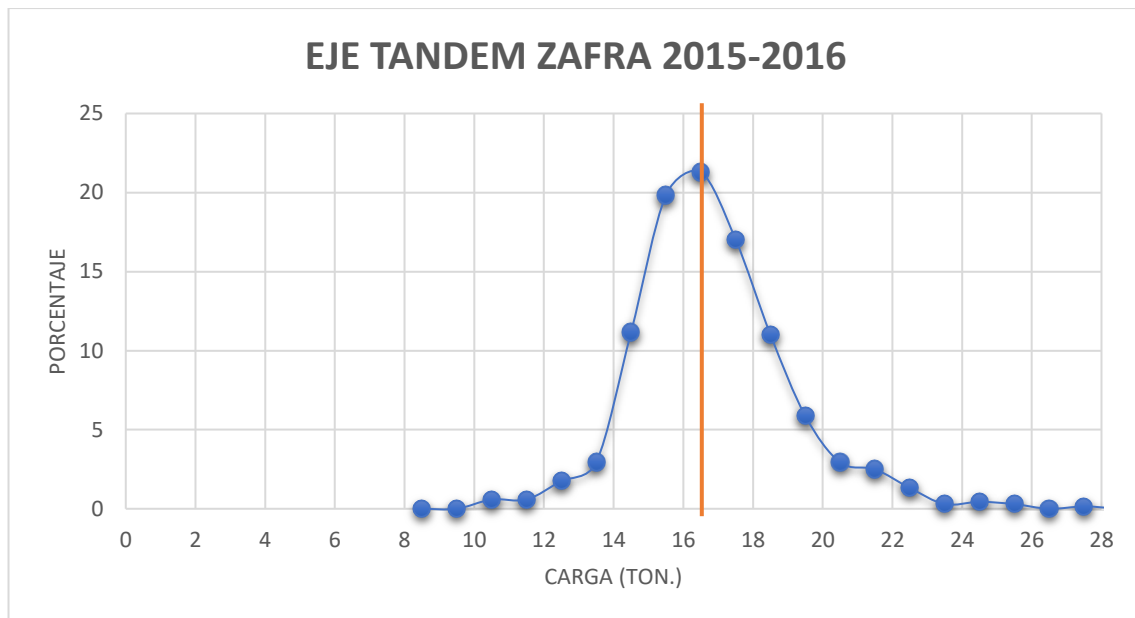
#### 4.4.3 Espectro de carga vehicular de EJE TANDEM de la ZAFRA 2015-2016.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje tándem.

EJE TANDEM ZAFRA 2015-2016				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	0	0.0000
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	0	0.0000
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	4	0.5874
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	4	0.5874
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	12	1.7621
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	20	2.9369
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	76	11.1601
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	135	19.8238
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	145	21.2922
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	116	17.0338
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	75	11.0132
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	40	5.8737
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	20	2.9369
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	17	2.4963
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	9	1.3216
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	2	0.2937
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	3	0.4405
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	2	0.2937
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	0	0.0000
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	1	0.1468
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	0	0.0000
TOTAL			681	100

*Tabla 4.4.3 Datos para espectro de carga de eje Tándem de zafra 2015-2016.*

### Gráfica de espectro de carga eje Tándem de la zafra 2015-2016.



*Figura 4.4.3 Espectro de carga de eje Tándem de la zafra 2015-2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

- La mayoría de la carga se concentra entre las 9.0 y las 15.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes Tándem, equivale a 16.5 toneladas.
- El pico de la gráfica aproximadamente en 21.46%, muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes Tándem de los vehículos de carga durante la zafra.
- El porcentaje de ejes Tándem que cumplen con el límite de carga permitido es el 88.05%.
- El porcentaje de ejes Tándem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 11.95%.

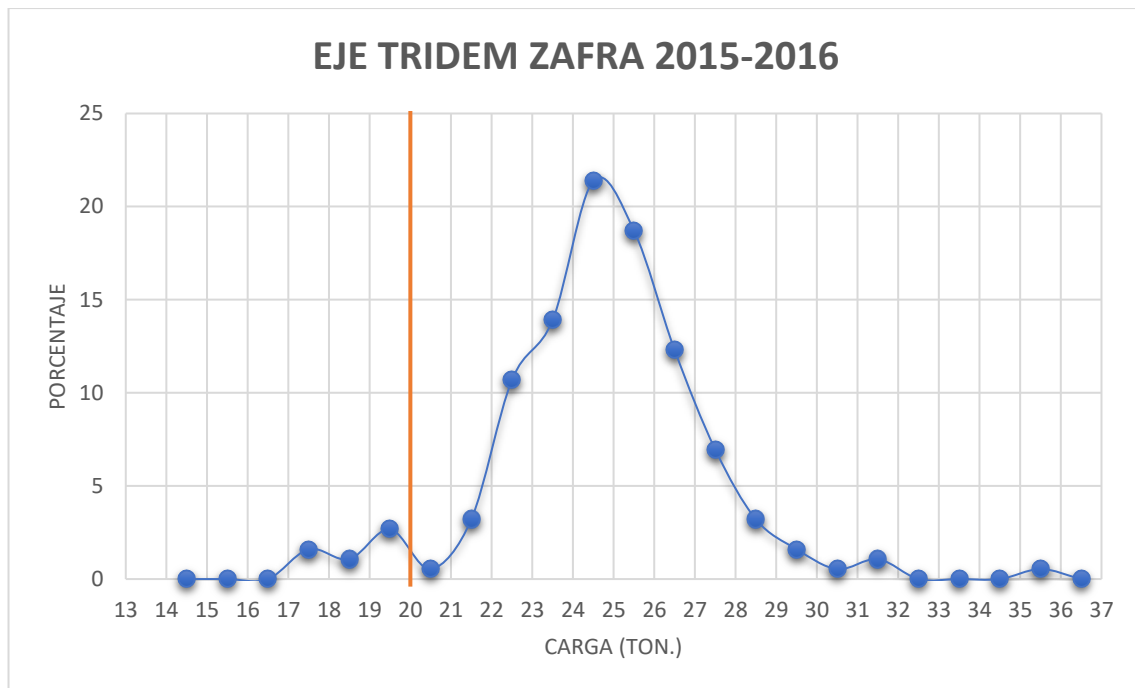
#### 4.4.4 Espectro de carga vehicular de EJE TRIDEM de la ZAFRA 2015-2016.

Tabla de rango de datos, valores medios y porcentajes, para espectro de carga de eje tridem.

EJE TRIDEM Zafra 2015-2016				
Rango (Kg)	Media (Kg)	Media en Toneladas	Muestra	Porcentaje
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5		0.0000
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5		0.0000
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5		0.0000
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	3	1.6043
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	2	1.0695
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	5	2.6738
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	1	0.5348
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	6	3.2086
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	20	10.6952
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	26	13.9037
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	40	21.3904
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	35	18.7166
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	23	12.2995
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	13	6.9519
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	6	3.2086
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	3	1.6043
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	1	0.5348
31000 < peso ≤ 32000	31500	31.5	2	1.0695
32000 < peso ≤ 33000	32500	32.5	0	0.0000
33000 < peso ≤ 34000	33500	33.5	0	0.0000
34000 < peso ≤ 35000	34500	34.5	0	0.0000
35000 < peso ≤ 36000	35500	35.5	1	0.5348
36000 < peso ≤ 37000	36500	36.5	0	0.0000
		total	187	100

*Tabla 4.4.4 Datos para espectro de carga de eje Tridem de zafra 2015-2016.*

### Gráfica de espectro de carga eje tridem del año 2016.



*Figura 4.4.4 Espectro de carga de eje Tridem de la zafra 2015-2016.*

#### Resumen de información de gráfica.

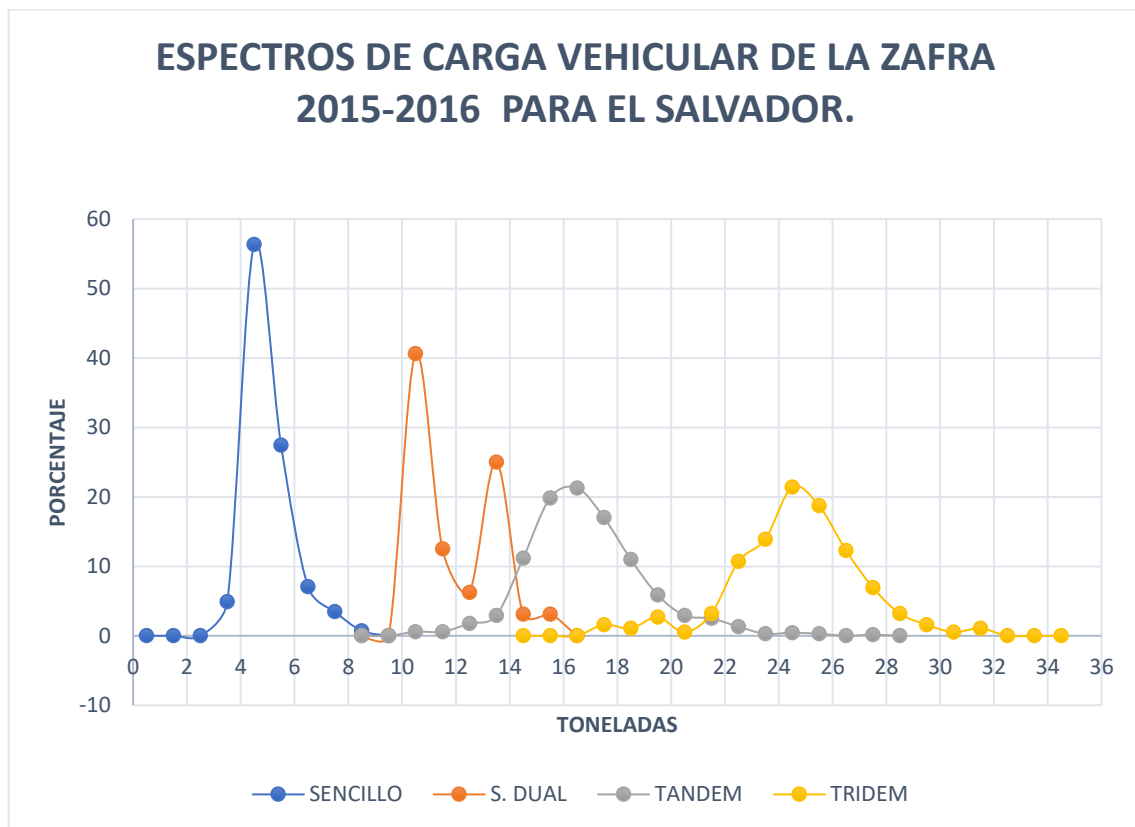
- La mayoría de la carga se concentra entre las 8.0 y las 18.0 toneladas.
- La línea color naranja representa el peso máximo permisible de acuerdo a la LEY ESPECIAL DE TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERAS para los ejes tridem, equivale a 20.0 toneladas.
- El pico de la gráfica en 24.5% muestra el lugar donde se encuentra focalizada la carga, es decir, el intervalo de carga en el cual están circulando la mayoría de los ejes tridem de los vehículos de carga, durante la zafra
- El porcentaje de ejes tridem que cumplen con el límite de carga permitido es el 5.35%.
- El porcentaje de ejes tridem que sobrepasan el límite de carga permitido es el 94.65%.

#### 4.4.5 Espectro de carga vehicular de COMBINADOS de la zafra 2015-2016.

MEDIA	EJES Zafra 2015-2016			
TONELADAS	SENCILLO	DUAL	TANDEM	TRIDEM
2.5	0			
3.5	4.9133			
4.5	56.3584			
5.5	27.4566			
6.5	7.0809			
7.5	3.4682			
8.5	0.7225	0.0000	0	
9.5	0	0.0000	0	
10.5		40.6250	0.5874	
11.5		12.5000	0.5874	
12.5		6.2500	1.7621	0
13.5		25.0000	2.9369	0
14.5		3.1250	11.1601	0
15.5		3.125	19.8238	0.0000
16.5		0	21.2922	0.0000
17.5		0	17.0338	1.6043
18.5		6.25	11.0132	1.0695
19.5		3.125	5.8737	2.6738
20.5			2.9369	0.5348
21.5			2.4963	3.2086
22.5			1.3216	10.6952
23.5			0.2937	13.9037
24.5			0.4405	21.3904
25.5			0.2937	18.7166
26.5			0	12.2995
27.5			0.1468	6.9519
28.5			0	3.2086
29.5			0	1.6043
30.5				0.5348
31.5				1.0695
32.5				0.0000
33.5				0.0000
34.5				0.0000
35.5				0.5348
36.5				0
total	100	100	100	100

4.4.5 Datos para espectros de carga de ejes combinados de zafra 2015-2016.

**Gráfica de espectro de carga los 4 tipos de la zafra 2015-2016.**



*Figura 4.4.5 Espectros de carga de ejes combinados de zafra 2015-2016.*

**4.4.6 Resumen de configuraciones de ejes pesados durante la zafra 2015-2016 en El Salvador.**

EJE	MUESTRA
SENCILLO Direccional	692
SENCILLO Dual	32
TANDEM	681
TRIDEM	187

## 4.5 Comparativa de espectros de carga de diferentes años.

Con el objeto de observar la tendencia de los espectros de carga, se sobrepondrán los espectros de carga de los últimos cinco años, es decir se sobrepondrán los espectros de carga de los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016.

Para poder observar con claridad las tendencias, se sobrepondrán los espectros por tipo de eje.

Debido a que en las secciones anteriores se generaron solamente los espectros de carga de los años 2014, 2015 y 2016, en esta sección se presentaran las gráficas de los espectros de carga de los años 2012 y 2013. Las tablas que contienen los datos que corresponden a estas gráficas, se encuentran en los anexos.

### 4.5.1 Espectros de carga vehicular de eje SENCILLO DIRECCIONAL, SENCILLO DUAL, TANDEM Y TRIDEM, del año 2012.

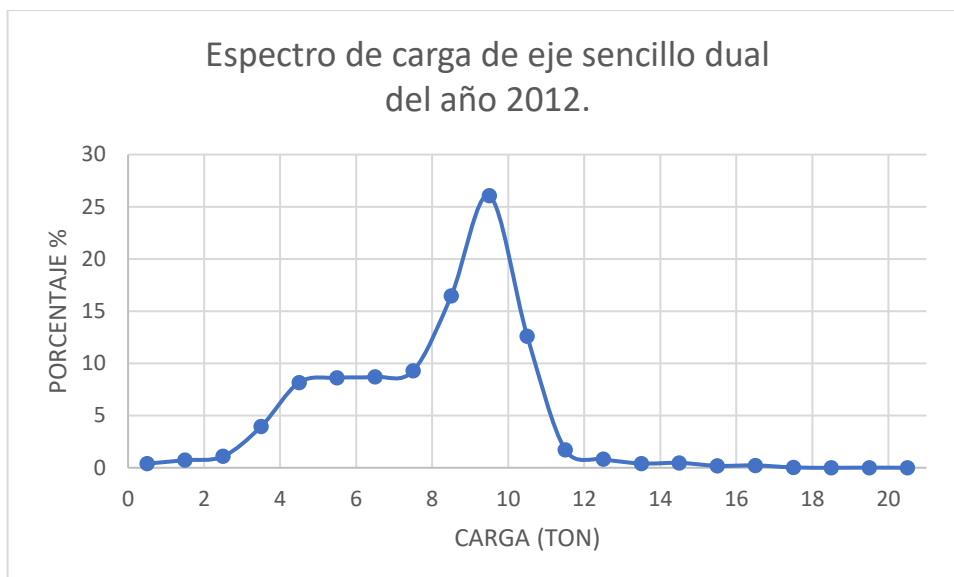
#### 4.5.1.1 Eje sencillo direccional 2012.



*Figura 4.5.1.1 Espectro de carga de eje sencillo direccional 2012.*

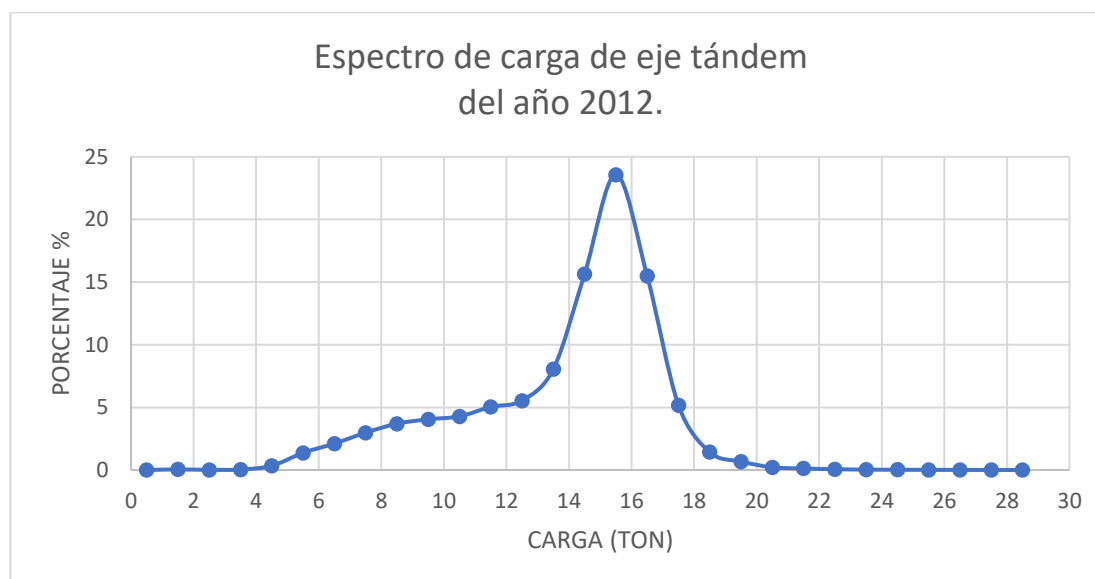


#### 4.5.1.2 Eje sencillo dual 2012.



*Figura 4.5.1.2 Espectro de carga de eje sencillo dual 2012.*

#### 4.5.1.3 Eje tándem 2012.



*Figura 4.5.1.3 Espectro de carga de eje tándem 2012*

**4.5.1.4 Eje tridem 2012.**

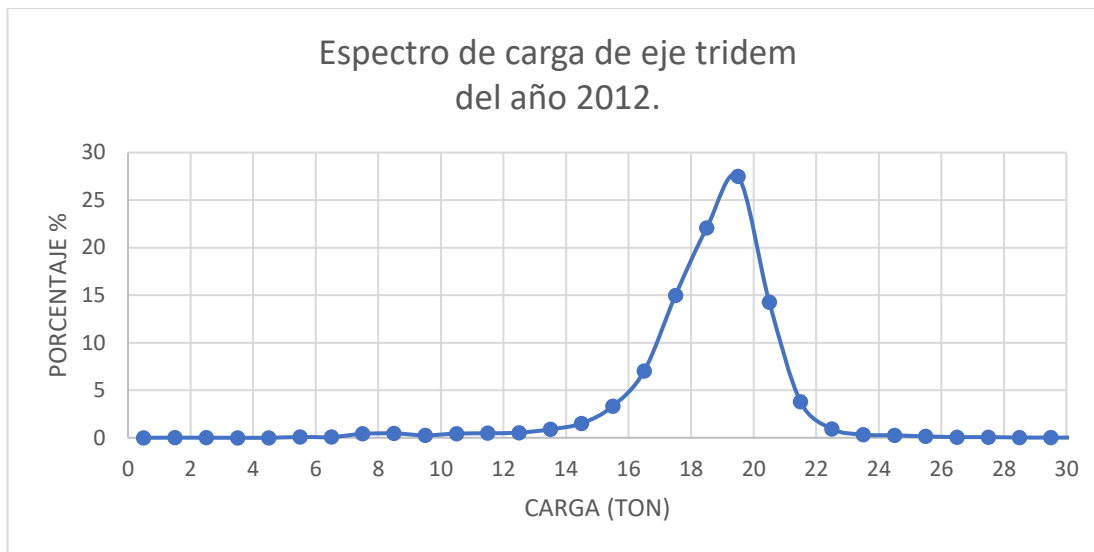


Figura 4.5.1.4 Espectro de carga de eje tridem 2012

**4.5.1.5 Ejes combinados 2012.**

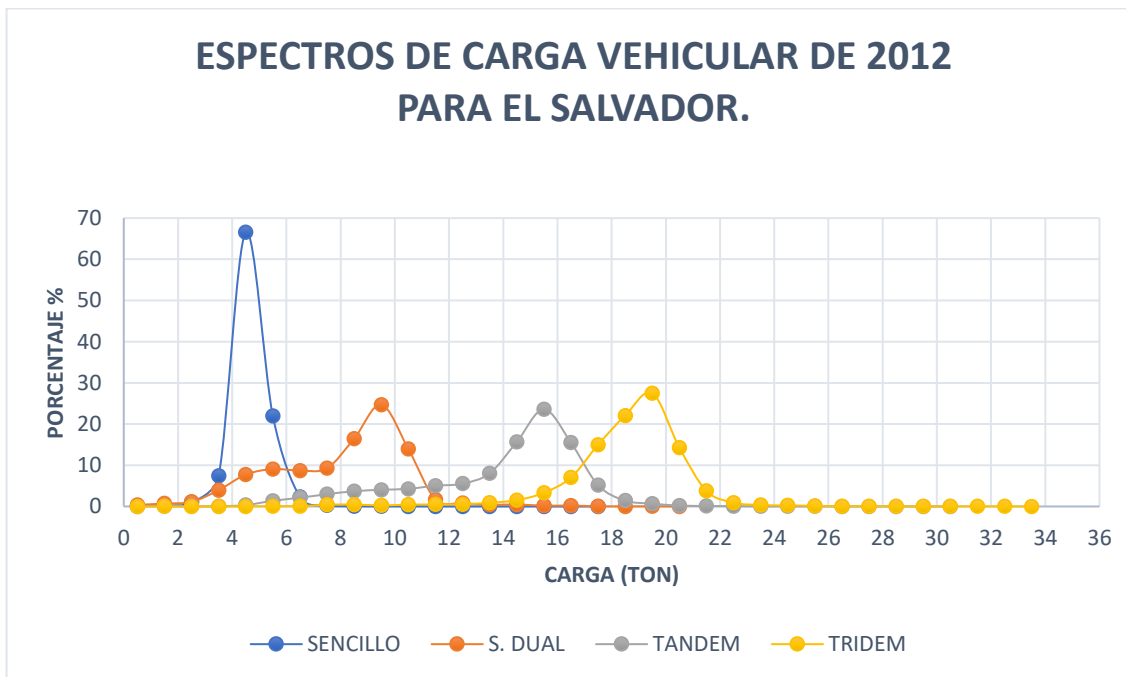
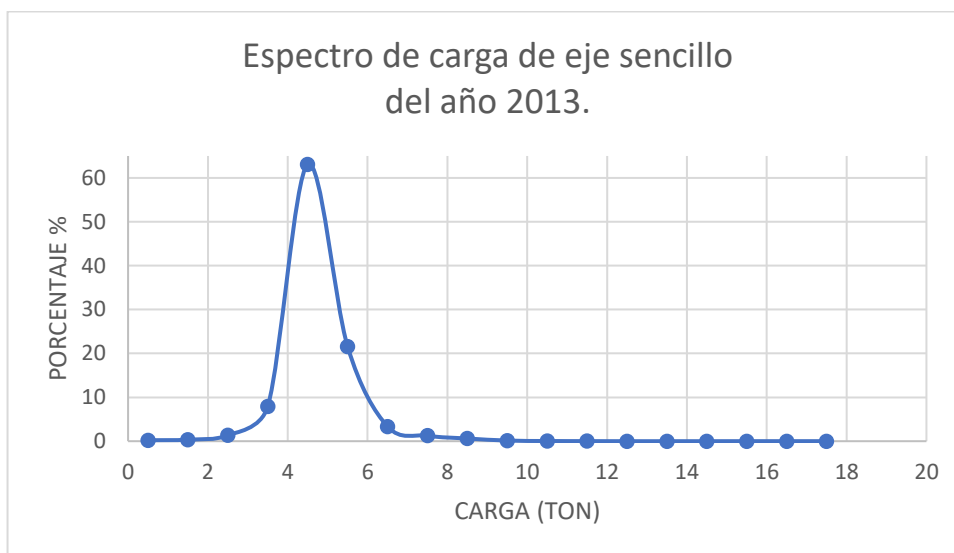


Figura 4.5.1.5 Espectros de carga de ejes combinados 2012.

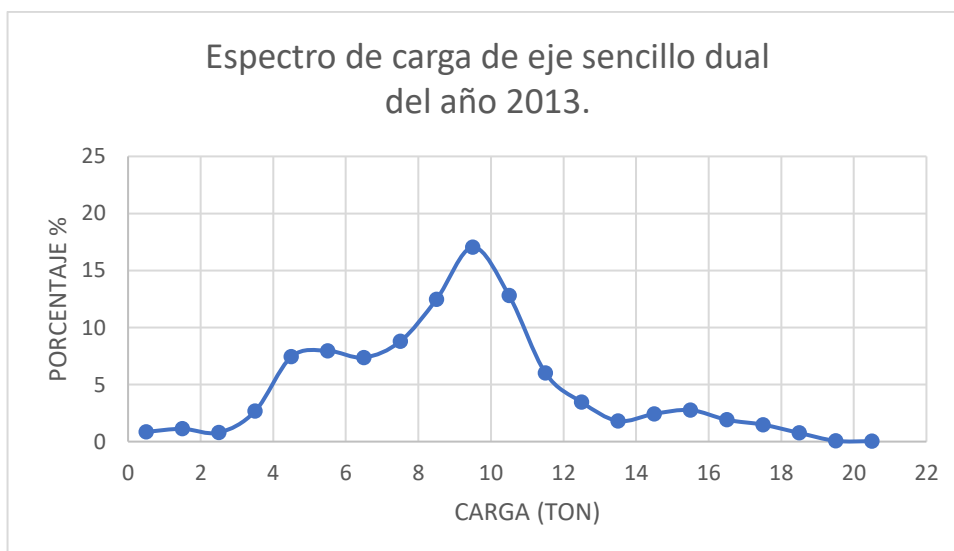
## 4.5.2 Espectros de carga vehicular de eje SENCILLO DIRECCIONAL, SENCILLO DUAL, TANDEM Y TRIDEM, del año 2013.

### 4.5.2.1 Eje sencillo direccional 2013.



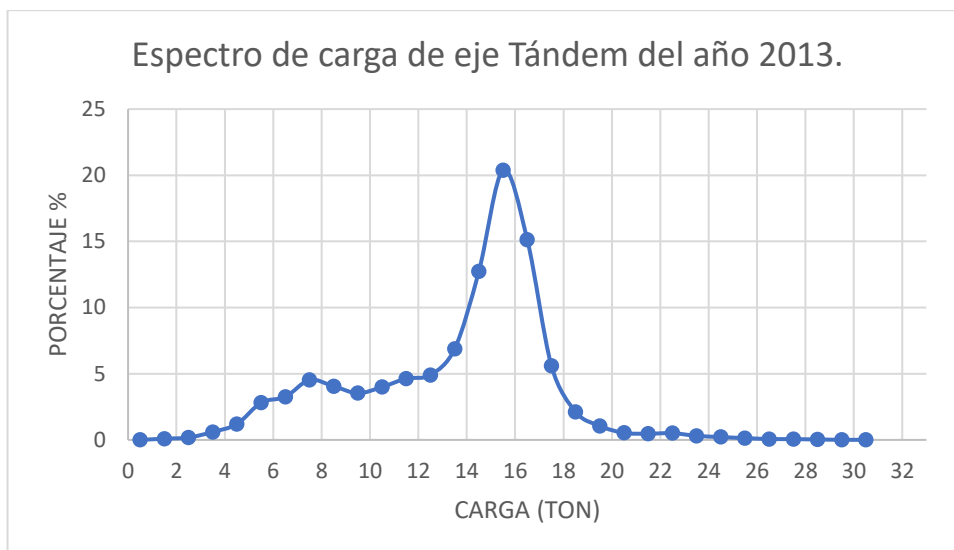
*Figura 4.5.2.1 Espectro de carga de eje sencillo direccional 2013.*

### 4.5.2.2 Eje sencillo dual 2013.



*Figura 4.5.2.2 Espectro de carga de eje sencillo dual 2013.*

#### 4.5.2.3 Eje tándem 2013.



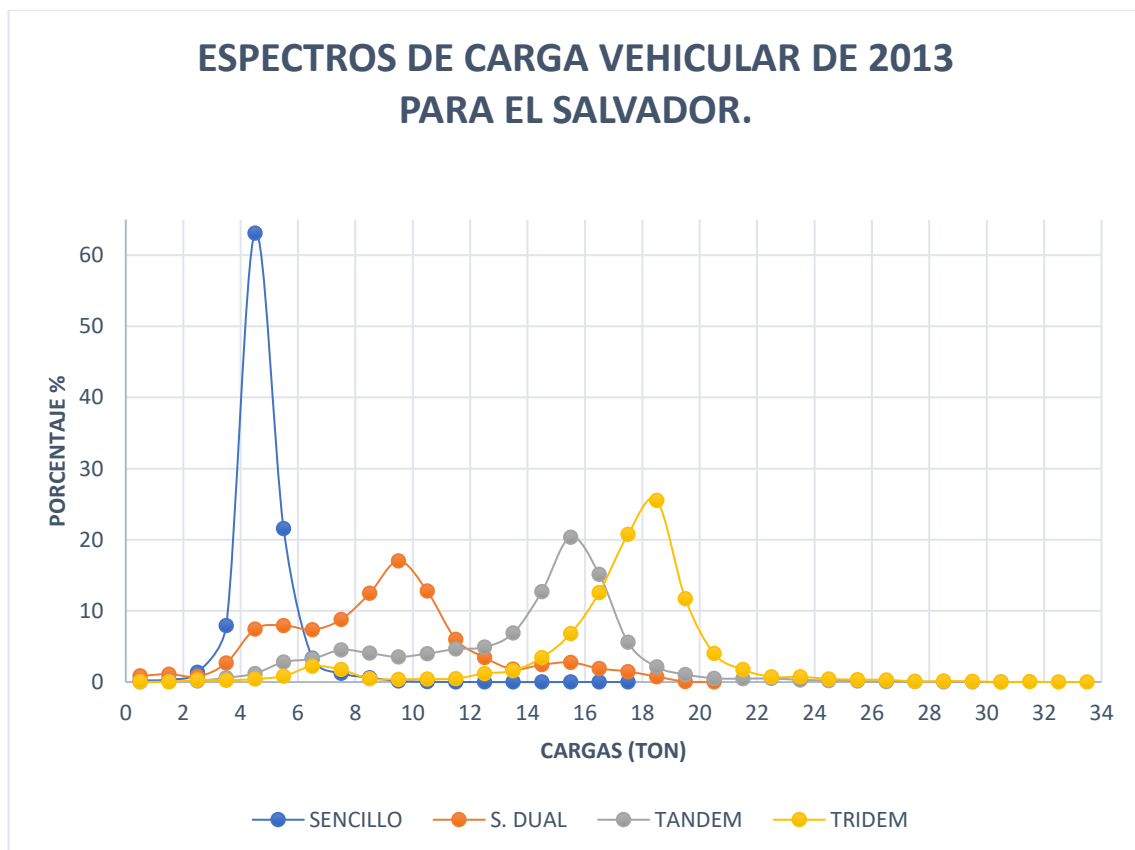
*Figura 4.5.2.3 Espectro de carga de eje tándem 2013.*

#### 4.5.2.4 Eje tridem 2013.



*Figura 4.5.2.4 Espectro de carga de eje tridem 2013.*

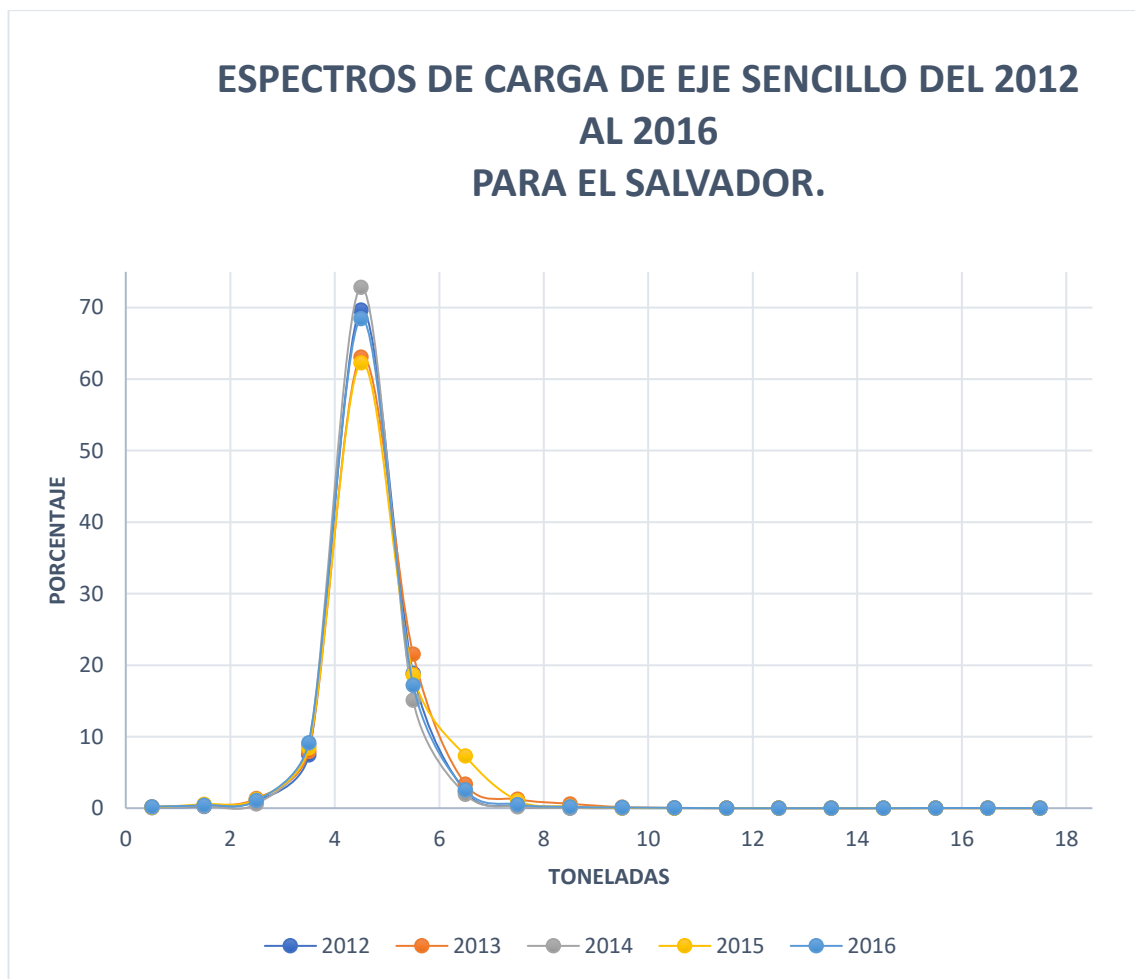
#### 4.5.2.5 Ejes combinados 2013.



*Figura 4.5.2.5 Espectro de carga de ejes combinados 2013.*

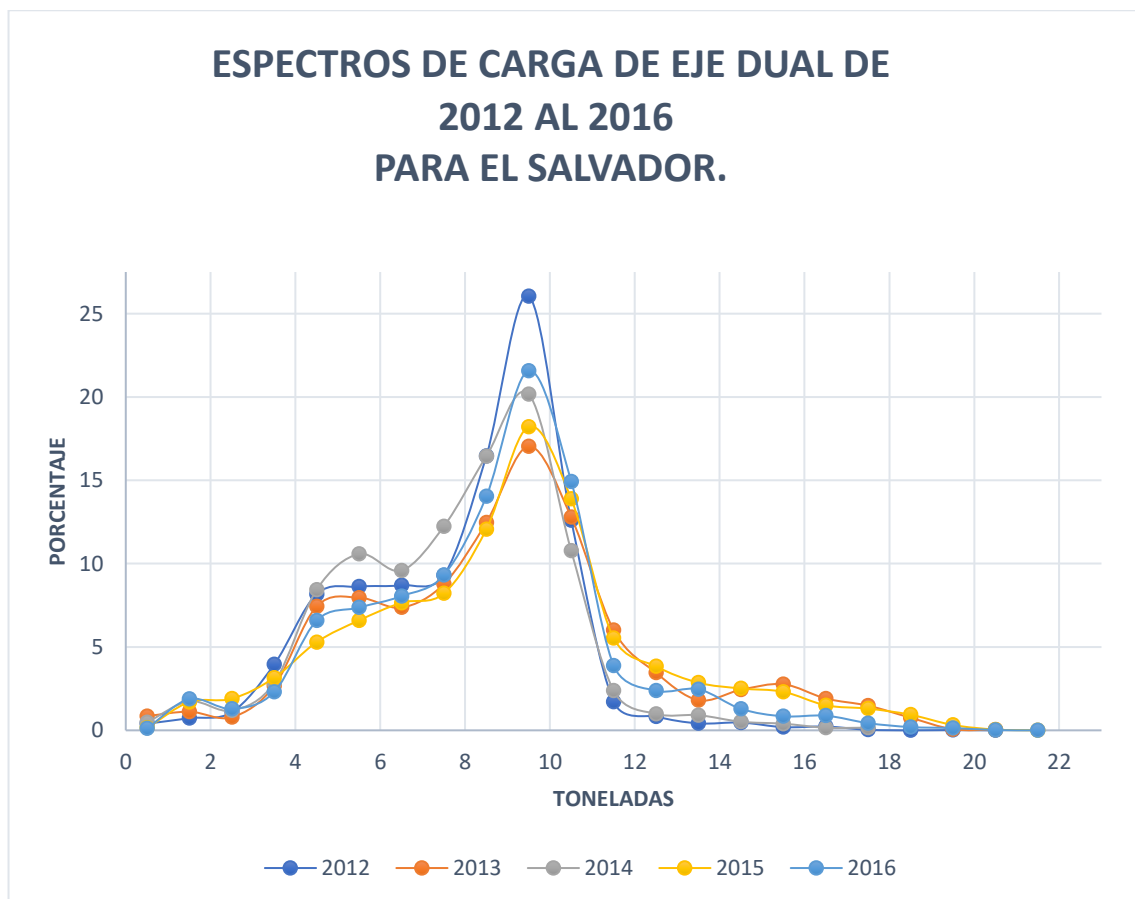
### 4.5.3 Comparativa de espectros de carga por eje de los años 2012-2016.

#### 4.5.3.1 Espectros de carga de ejes sencillo direccional (2012-2016)



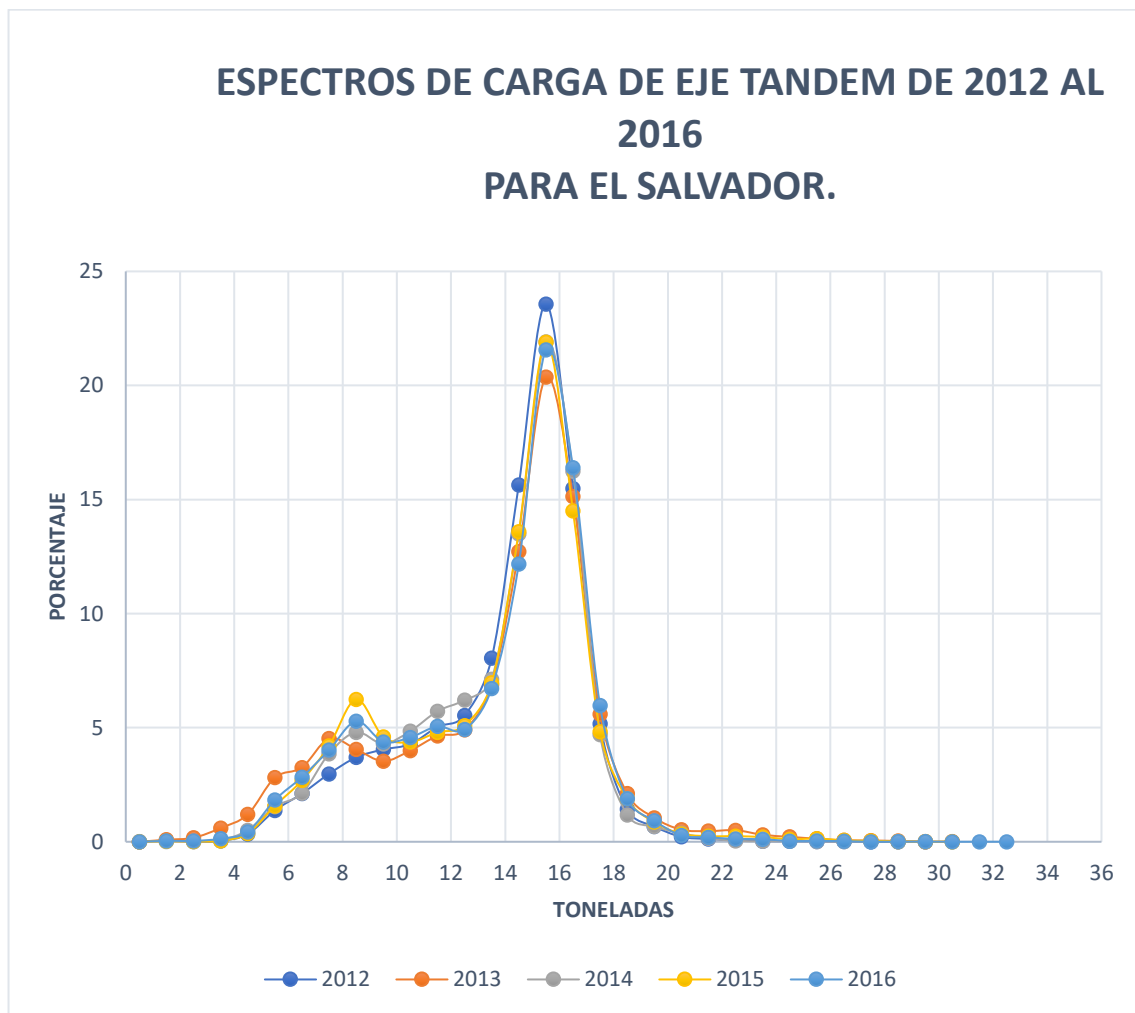
*Figura 4.5.3.1 Espectros de carga de los ejes sencillos direccional sobrepuestos.*

#### 4.5.3.2 Espectros de carga de ejes sencillo dual (2012-2016)



*Figura 4.5.3.2 Espectros de carga de los ejes sencillo dual sobrepuestos.*

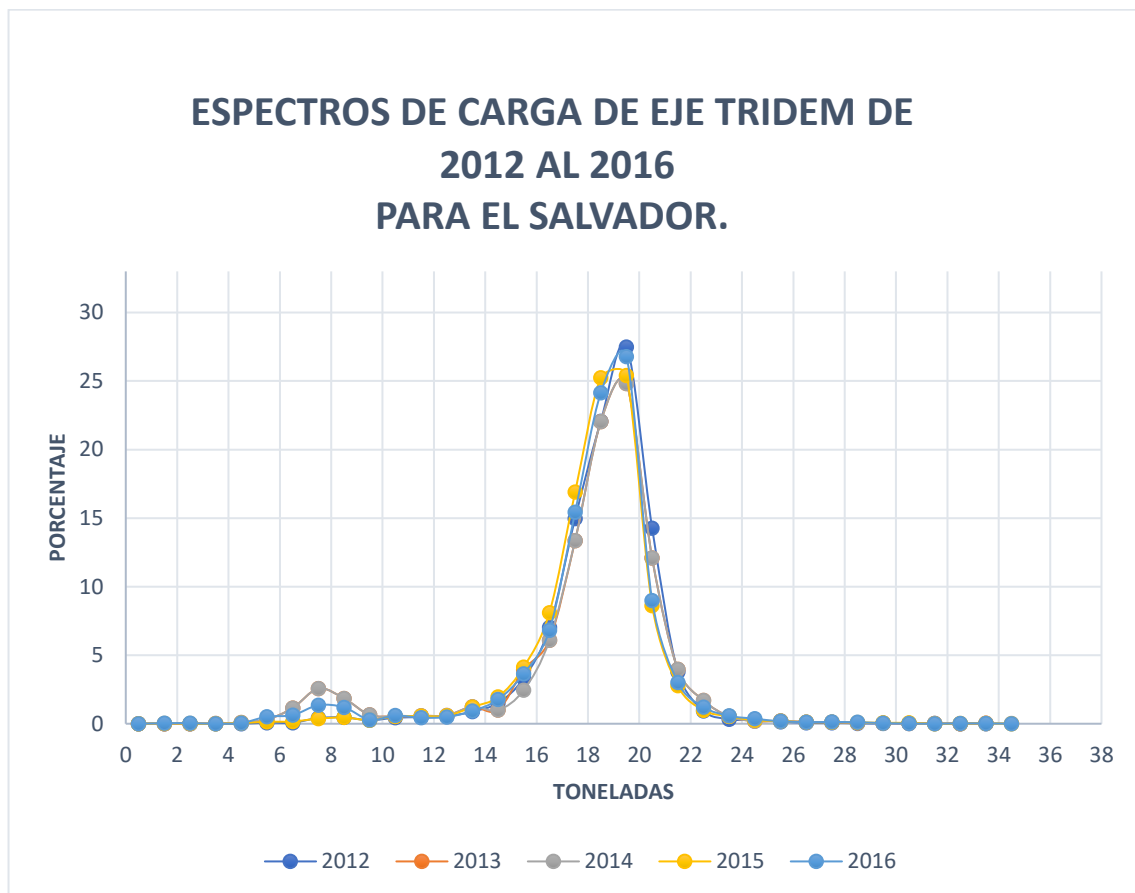
### 4.5.3.3 Espectros de carga de ejes tándem (2012-2016)



*Figura 4.5.3.3 Espectros de carga de los ejes tándem sobrepuestos.*



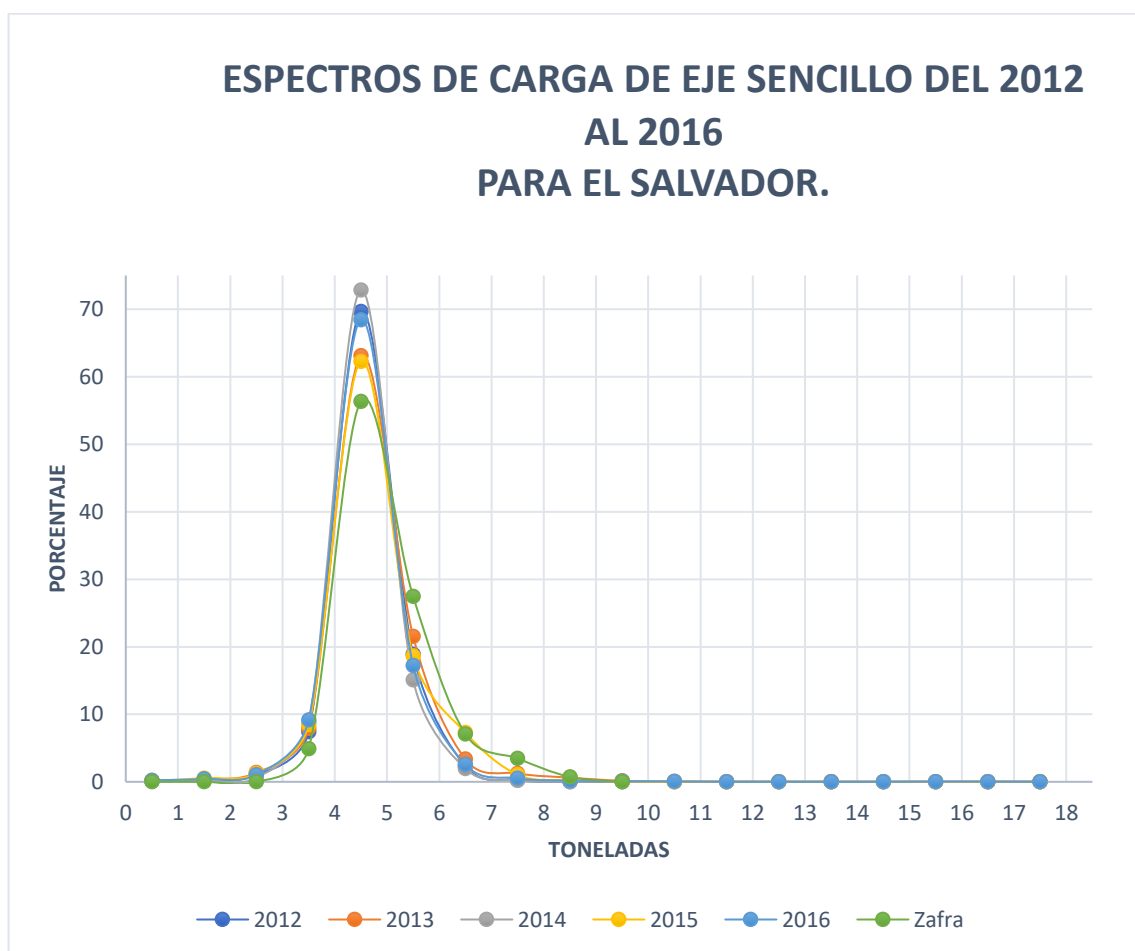
#### 4.5.3.4 Espectros de carga de ejes tridem (2012-2016)



*Figura 4.5.3.4 Espectros de carga de los ejes tándem sobrepuestos.*

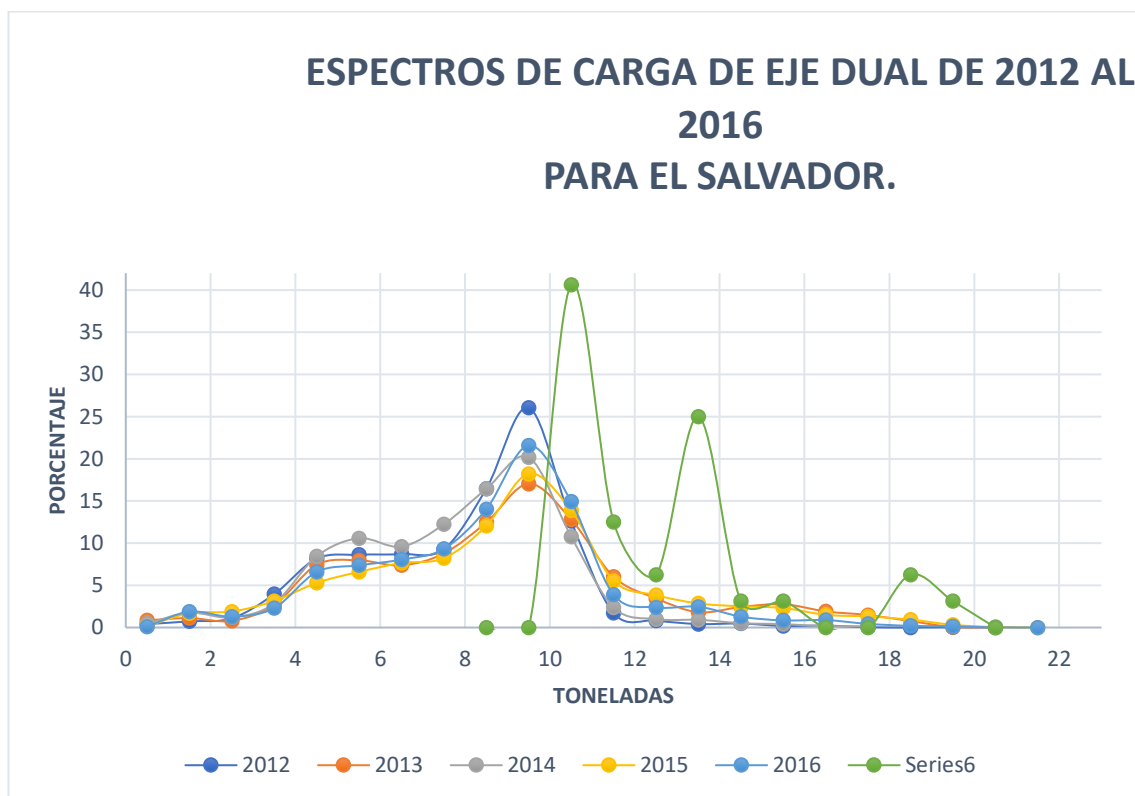
#### 4.5.4 Comparativa de espectros de carga por ejes de los años 2012 al 2016, incluyendo los espectros de carga de la Zafra 2015-2016.

##### 4.5.4.1 Espectros de carga de ejes sencillo direccional (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016



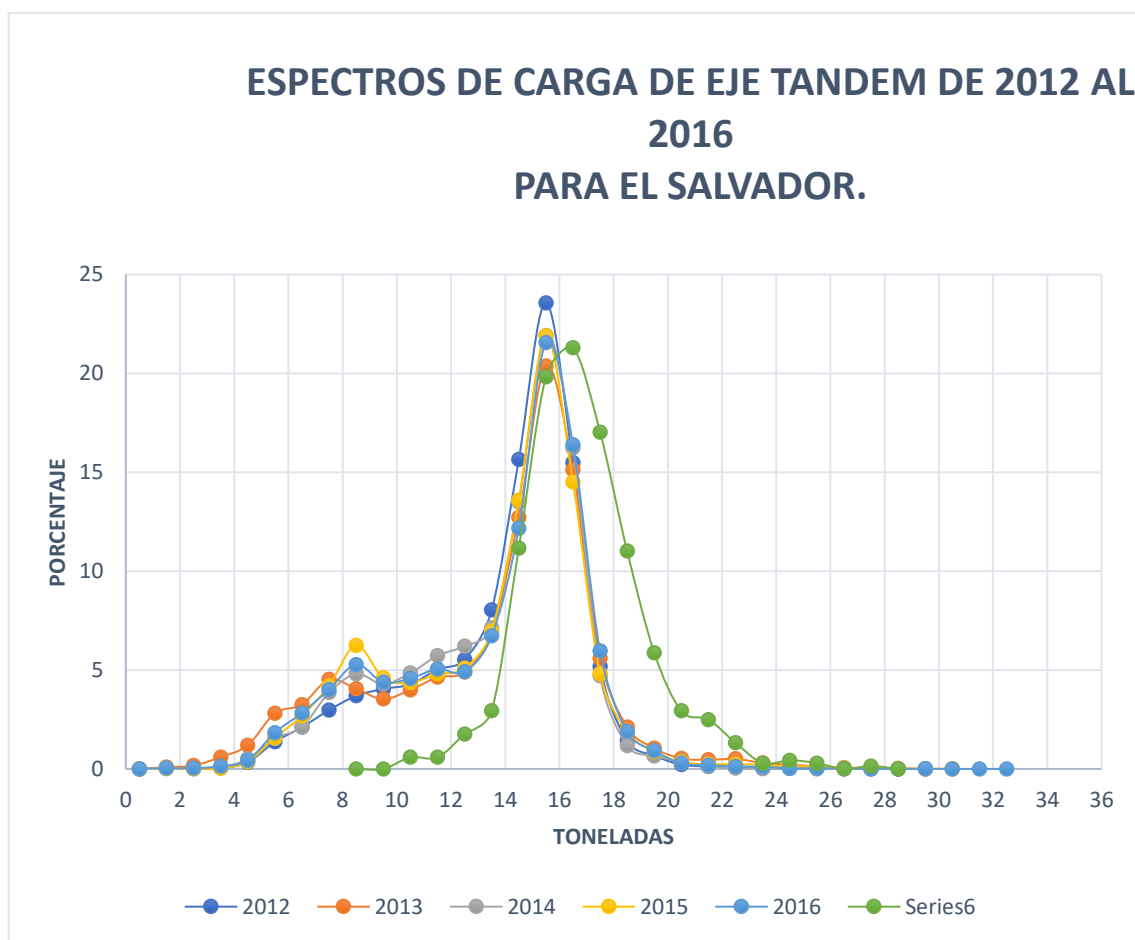
*Figura 4.5.4.1 Espectros de carga de los ejes sencillos direccional sobrepuestos.*

#### 4.5.4.2 Espectros de carga de ejes sencillo dual (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016



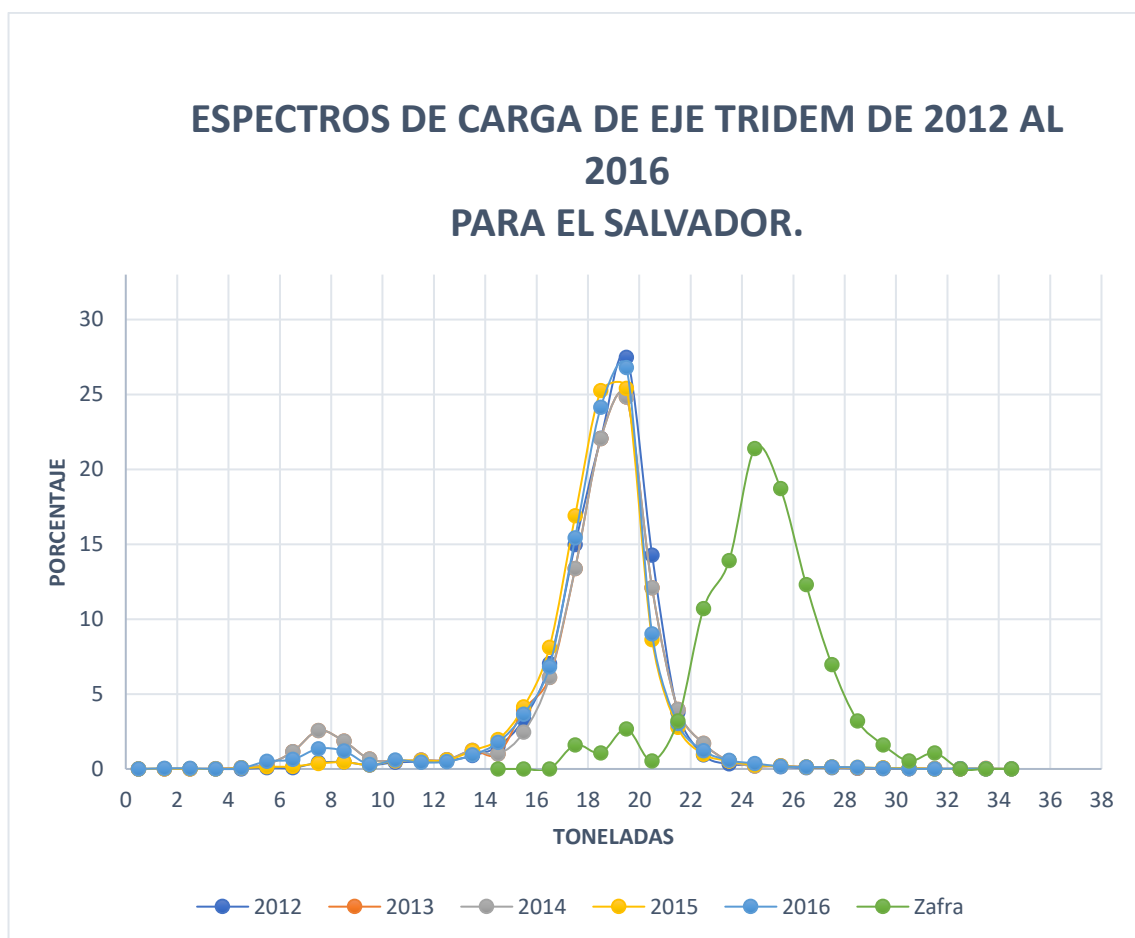
2 *Figura 4.5.4.2 Espectros de carga de los ejes sencillo dual sobrepuestos.*

#### 4.5.4.3 Espectros de carga de ejes tándem (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016



*Figura 4.5.4.3 Espectros de carga de los ejes tándem sobrepuestos.*

#### 4.5.4.4 Espectros de carga de ejes tridem (2012-2016) incluyendo la zafra 2015-2016



*Figura 4.5.4.4 Espectros de carga de los ejes tándem sobrepuestos.*

## 4.6 ANALISIS DE RESULTADOS.

A pesar de que por cada uno de los gráficos se hizo un resumen presentando algunos datos relevantes de estos, a continuación, se hará un análisis general de todos los datos que nos muestran los espectros de carga.

### 4.6.1 Muestras utilizadas para generar los espectros de carga.

Las muestras más grandes han sido las de los ejes sencillo direccional y la de los ejes tándem, esto se debe a que:

- Los ejes sencillo direccional se encuentran en todos los vehículos que fueron pesados, ya que como su nombre lo dice, es el eje direccional; por lo que se puede decir que en nuestro caso representan al número de vehículos pesados.
- Los ejes tándem, como ya se ha mencionado anteriormente, se encuentran en muchos tipos de vehículos, el vehículo C-3 cuenta con un eje tándem, el vehículo T2-S2 cuenta con un eje tándem, al igual que el vehículo T3-S1, en cambio el vehículo T3-S2 cuenta con 2 ejes tándem y por último el vehículo T3-S3 tiene un eje tándem.

En promedio se procesaron 32000 ejes sencillo direccional y 37700 ejes tándem por año<sup>14</sup>.

Por el contrario de los datos obtenidos del VMT los que arrojaron la muestra más pequeña fueron los ejes sencillo dual y los tridem promediando 3700 y 13400 respectivamente por año.

---

<sup>14</sup> Promedio calculado (sencillo direccional, sencillo dual, tándem y tridem) con los datos de los años 2014, 2015 y 2016 y redondeado a la centena inferior.

## **4.6.2 Rangos de las cargas más representativas y las cargas máximas procesadas por eje.**

### **4.6.2.1 Rangos de cargas registradas en las vías de El Salvador.**

Para los ejes sencillo direccional las cargas que más se repiten se encuentran en el rango de las 3 y las 6 toneladas, para los ejes sencillo dual las cargas que más se repiten se encuentran en el rango de las 8 y las 11 toneladas, para los ejes tándem las cargas que más se repiten se encuentran en el rango de las 14 y las 17 toneladas y para los ejes tridem las cargas que más se repiten se encuentran en el rango de las 17 y las 21 toneladas, se puede observar que los pesos van ascenso, esto se da debido a que las configuraciones de ejes están diseñadas para soportar ciertas cargas.

### **4.6.2.2 Cargas máximas que transitan en El Salvador versus peso máximo permitido por la LEY ESPECIAL DEL TRANSPORTE DE CARGAS POR CARRETERAS.**

En el caso de los ejes sencillo direccional, se observa que el VMT ha llegado a registrar hasta 17 toneladas. Para los ejes sencillo dual el VMT tiene registro de hasta 20 toneladas, para los ejes tándem se observó que se han pesado hasta 31 toneladas y de los ejes tridem se registró hasta 34 toneladas.

Con estos datos se puede observar que, aunque las cargas permitidas por ejes de acuerdo a la ley estén en los rangos de carga más representativos, existe sobrepeso, ya que las cargas máximas registradas son muy superiores a los pesos permitidos por la ley especial de transporte de carga por carreteras.

### **4.6.3 Porcentajes promedio de ejes con sobrepeso.**

- Para los ejes sencillo direccional, el porcentaje de vehículos que registraron sobrepeso fue 8.81% con un promedio de 1.37 toneladas de sobrepeso.
- Para los ejes sencillo dual, el porcentaje de vehículos que registraron sobrepeso fue 17.35% con un promedio de 2.69 toneladas de sobrepeso.
- Para los ejes tándem el porcentaje de vehículos que registraron sobrepeso fue 13.33% con un promedio de 1.60 toneladas de sobrepeso.
- Para los ejes tridem el porcentaje de vehículos que registraron sobrepeso fue 8.96% con un promedio de 2.0 toneladas de sobrepeso.

Del resumen anterior se puede afirmar que, si existe sobrepeso en el transporte de carga ya que las solicitudes de carga superan al peso permitido en El Salvador en un 12.11%<sup>15</sup>, el número de vehículos que pasan el límite permitido es grande y no puede despreciarse, por lo que se considera necesario incluirlos en el análisis de diseños de pavimentos.

### **4.6.4 Tendencia de las cargas.**

De los gráficos sobrepuestos podemos obtener una visión de la tendencia de las cargas durante los últimos cinco años (2012-2016)

Para todas las configuraciones de ejes, la tendencia que se observa es que durante los próximos años se mantengan los niveles de carga, es decir, se espera que no habrá grandes cambios.

En los gráficos también se observa que no hay una línea de crecimiento o de disminución de las cargas, con esto no se está diciendo que no hay variaciones,

---

<sup>15</sup> Este porcentaje es un promedio de los porcentajes de ejes con exceso de carga durante los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016, y no incluye los datos de la Zafra 2015-2016.



sino que, lo que se observa es que los cambios que hay, no van en una línea, algunos años aumenta y en otros disminuye.

En los cinco años analizados se observa que los espectros de carga vehicular son muy parecidos, con muy pocas variables, a excepción de los espectros de carga de los ejes sencillo dual, pero sin mostrar una tendencia clara.

# **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. -**

## 5.1 CONCLUSIONES.

1. Se generaron de manera satisfactoria los espectros de carga de todos los años propuestos, inclusive se generaron los espectros de carga de los años 2012 y 2013 para poder observar la tendencia.
2. En cuanto a la existencia de cargas con pesos mayores a los permitidos, de acuerdo con los datos del VMT, con seguridad se puede afirmar que, si hay una gran cantidad de vehículos circulando en las vías de El Salvador con exceso de carga, según artículo 28 de la ley que rige al transporte de carga un 12.11% de los vehículos llevan sobrepeso en por lo menos uno de sus ejes, por lo que deben considerarse estos hechos en el diseño de los pavimentos.
3. De las gráficas donde se sobrepusieron los espectros de carga por cada tipo de eje, se puede concluir que no existe una tendencia clara de aumento o de disminución de los niveles de carga, los rangos de carga que más se repiten en los diferentes años se mantienen sin grandes cambios, y en general los porcentajes de estos rangos también se mantienen, a excepción de los espectros de carga de los ejes sencillo dual que si presentan ligeras variaciones, pero aun así, no puede concluirse sobre cambios sustanciales de aumento o de disminución de las cargas.

4. De los espectros de carga que se generaron de los datos de la Zafra 2015-2016 se concluye que, estos si presentan una variación con respecto a los espectros de carga del “transporte pesado” común o recurrente durante todo el año, se observa que los porcentajes de sobrepeso son mayores en el caso del eje tándem 52.42% y el tridem 93%, por lo que son un factor importante a considerar durante el análisis y el diseño de pavimentos que son rutas de los vehículos de carga utilizados durante la zafra.

## 5.2 RECOMENDACIONES.

1. Elaborar los diseños de pavimentos utilizando el método de espectros de carga para la caracterización del tránsito, debido a que es un método que queda demostrado, que, a pesar de ser un método sencillo, es más confiable, arroja resultados reales, siempre y cuando los datos de entrada, sean también confiables y reales.
2. Al elaborar un Trabajo de Graduación que incluya Generación de Espectros de Daño, o un diseño de pavimentos para El Salvador, pueden utilizarse los espectros de carga que aquí se presentan ya que estos están basados en datos reales, obtenidos de la Dirección General de Transporte de Carga por Carretera del Viceministerio de Transporte.
3. La institución correspondiente, debería incluir a los autobuses de transporte público como vehículos de los que se debe registrar sus pesos y hacer campañas de pesaje en las vías importantes del país, ya que, aunque los autobuses no transporten cargas mayores a las que transportan vehículos más grandes como por ejemplo un T3-S3, son cargas muy repetitivas.
4. La institución correspondiente debe prestar atención a los datos que registran, dado que se pudieron observar datos que están fuera de la realidad, por ejemplo, se encontraron registros de vehículos cuyos ejes pesan menos de 1 kg, y otros que sobrepasaban los 100,000 kg. Además de dar seguimiento a los datos de cargas máximas registradas.

5. Que las autoridades intervengan, para no permitir la circulación de cargas que excedan los límites permitidos por la ley.
6. Generar espectros carga por tipo de vehículo, en caso de necesitar replantear los límites de carga permitidos en las vías de El Salvador.

## BIBLIOGRAFIA.

- ✓ “Espectros de Carga y Daño para Diseño de Pavimentos”.  
Paul Garnica Anguas.  
Quinta Conferencia Magistral “Alfonso Rico Rodríguez”
  
- ✓ “La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres”. Volumen 2, Limusa  
Noriega Editores, México.  
Alfonso Rico Rodríguez.
  
- ✓ Caracterización de los espectros de carga en la red federal carreteras.  
Guadalupe Álvarez, Álvaro Fuente.  
Querétaro, octubre de 2009
  
- ✓ Análisis Comparativo para Diseño de Pavimentos Flexibles Mediante las  
Alternativas: IMT-PAVE y CR-ME del Método Mecanicista Empírico, con  
el Método AASHTO 93.  
Ángel García, Felipe Gutiérrez, Josué Hernández.  
Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre 2014.
  
- ✓ Caracterización de los espectros de carga en la red carretera mexicana.  
Roberto Hernández, Paul Garnica, Ricardo Solorio.
  
- ✓ Ley Especial del Transporte de Carga por Carretera.  
Asamblea Legislativa-Republica de El Salvador.  
Mayo de 2013.

## ANEXOS.

### Anexo A.

Tablas de datos para generación de los espectros de carga de los años 2012 y 2013.

EJE SENCILLO 2012				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	57	0.1096
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	115	0.2210
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	542	1.0417
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	3864	7.4268
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	36235	69.6452
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	9822	18.8783
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	1211	2.3276
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	137	0.2633
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	19	0.0365
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	6	0.0115
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	5	0.0096
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	4	0.0077
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	2	0.0038
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	2	0.0038
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	2	0.0038
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	2	0.0038
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	2	0.0038
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1	0.0019
		Total	52028	100

Anexo 1 **Tabla A-1** Datos para generación de espectros de carga de eje sencillo direccional 2012.



EJE SENCILLO Dual 2012				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	23	0.3990
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	42	0.7285
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	63	1.0928
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	228	3.9549
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	471	8.1700
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	497	8.6210
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	502	8.7077
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	536	9.2975
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	949	16.4614
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	1502	26.0538
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	727	12.6106
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	99	1.7173
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	48	0.8326
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	24	0.4163
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	27	0.4683
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	11	0.1908
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	13	0.2255
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	2	0.0347
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	0	0.0000
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	1	0.0173
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	0	0.0000
		total	5765	100.00

Anexo 2 **Tabla A-2** Datos para generación de espectros de carga de eje sencillo dual 2012.

EJE TANDEM 2012				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	0	0.0000
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	33	0.0464
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	9	0.0126
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	27	0.0379
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	242	0.3400
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	976	1.3714
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	1503	2.1119
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	2119	2.9774
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	2631	3.6968
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	2879	4.0453
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	3046	4.2800
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	3584	5.0359
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	3941	5.5375
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	5726	8.0456
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	11135	15.6459
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	16776	23.5721
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	11024	15.4899
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	3681	5.1722
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	1014	1.4248
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	481	0.6759
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	155	0.2178
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	87	0.1222
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	45	0.0632
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	22	0.0309
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	16	0.0225
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	9	0.0126
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	6	0.0084
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	2	0.0028
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	0	0.0000
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	0	0.0000
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	0	0.0000
		total	71169	100

Anexo 3 **Tabla A-3** Datos para generación de espectros de carga de eje tándem 2012.

EJE TRIDEM 2012				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	2	0.0117
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	1	0.0058
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	0	0.0000
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	0	0.0000
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	14	0.0818
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	13	0.0760
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	71	0.4150
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	79	0.4617
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	44	0.2572
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	75	0.4383
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	82	0.4793
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	92	0.5377
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	152	0.8884
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	259	1.5137
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	569	3.3255
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	1201	7.0193
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	2563	14.9795
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	3775	22.0631
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	4702	27.4810
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	2442	14.2724
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	646	3.7756
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	160	0.9351
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	57	0.3331
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	45	0.2630
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	25	0.1461
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	12	0.0701
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	12	0.0701
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	5	0.0292
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	3	0.0175
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	4	0.0234
31000 < peso ≤ 32000	31500	31.5	3	0.0175
32000 < peso ≤ 33000	32500	32.5	2	0.0117
33000 < peso ≤ 34000	33500	33.5	0	0.0000

Anexo 4 **Tabla A-4** Datos para generación de espectros de carga de eje tridem 2012.

MEDIA	EJE 2012			
TONELADAS	SENCILLO	DUAL	TANDEM	TRIDEM
0.5	0.1038	0.3816	0.0000	0.0000
1.5	0.2268	0.7112	0.0464	0.0117
2.5	1.0417	1.1275	0.0126	0.0058
3.5	7.4268	3.9549	0.0379	0.0000
4.5	66.5334	7.7190	0.3400	0.0000
5.5	21.9901	9.0720	1.3714	0.0818
6.5	2.3276	8.7077	2.1119	0.0760
7.5	0.2633	9.2975	2.9774	0.4150
8.5	0.0365	16.4614	3.6968	0.4617
9.5	0.0115	24.7181	4.0453	0.2572
10.5	0.0096	13.9462	4.2800	0.4383
11.5	0.0077	1.7173	5.0359	0.4793
12.5	0.0038	0.8326	5.5375	0.5377
13.5	0.0038	0.4163	8.0456	0.8884
14.5	0.0038	0.4683	15.6459	1.5137
15.5	0.0038	0.1908	23.5721	3.3255
16.5	0.0038	0.2255	15.4899	7.0193
17.5	0.0019	0.0347	5.1722	14.9795
18.5		0	1.4248	22.0631
19.5		0.01734605	0.6759	27.4810
20.5		0	0.2178	14.2724
21.5			0.1222	3.7756
22.5			0.0632	0.9351
23.5			0.0309	0.3331
24.5			0.0225	0.2630
25.5			0.0126	0.1461
26.5			0.0084	0.0701
27.5			0.0028	0.0701
28.5			0.0000	0.0292
29.5			0.0000	0.0175
30.5			0.0000	0.0234
31.5				0.0175
32.5				0.0117
33.5				0
Total	100	100	100	100

Anexo 5 **Tabla A-5** Datos para generación de espectros de carga de ejes combinados 2012.

EJE SENCILLO 2013				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	36	0.2172
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	59	0.3559
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	228	1.3755
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	1316	7.9392
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	10460	63.1033
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	3574	21.5613
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	557	3.3603
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	207	1.2488
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	102	0.6153
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	24	0.1448
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	7	0.0422
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	3	0.0181
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	0	0.0000
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	0	0.0000
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	0	0.0000
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	1	0.0060
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	1	0.0060
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1	0.0060
			16576	100.00

Anexo 6 **Tabla A-6** Datos para generación de espectros de carga de ejes sencillos direccional 2013.

<b>EJE SENCILLO Dual 2013</b>				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	26	0.8553
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	34	1.1184
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	24	0.7895
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	81	2.6645
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	226	7.4342
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	242	7.9605
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	224	7.3684
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	267	8.7829
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	379	12.4671
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	518	17.0395
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	389	12.7961
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	183	6.0197
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	105	3.4539
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	55	1.8092
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	74	2.4342
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	84	2.7632
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	58	1.9079
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	45	1.4803
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	23	0.7566
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	2	0.0658
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	1	0.0329
		total	3040	100.00

Anexo 7 **Tabla A-7** Datos para generación de espectros de carga de ejes sencillos dual 2013.

EJE TANDEM 2013				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	0	0.0000
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	19	0.0907
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	37	0.1767
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	126	0.6017
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	251	1.1986
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	589	2.8127
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	682	3.2568
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	947	4.5222
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	849	4.0542
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	740	3.5337
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	837	3.9969
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	971	4.6368
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	1027	4.9043
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	1443	6.8908
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	2665	12.7262
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	4266	20.3715
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	3169	15.1330
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1171	5.5919
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	443	2.1155
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	221	1.0553
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	111	0.5301
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	98	0.4680
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	106	0.5062
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	64	0.3056
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	45	0.2149
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	28	0.1337
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	14	0.0669
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	12	0.0573
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	7	0.0334
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	1	0.0048
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	2	0.0096
		total	20941	100

Anexo 8 **Tabla A-8** Datos para generación de espectros de carga de ejes tándem 2013.

EJE TRIDEM 2013				
Rango	Valor medio	Peso medio en Toneladas	Frecuencia	Espectro Normalizado
0 < peso ≤ 1000	500	0.5	0	0.0000
1000 < peso ≤ 2000	1500	1.5	0	0.0000
2000 < peso ≤ 3000	2500	2.5	0	0.0000
3000 < peso ≤ 4000	3500	3.5	2	0.0254
4000 < peso ≤ 5000	4500	4.5	7	0.0888
5000 < peso ≤ 6000	5500	5.5	25	0.3171
6000 < peso ≤ 7000	6500	6.5	90	1.1416
7000 < peso ≤ 8000	7500	7.5	202	2.5622
8000 < peso ≤ 9000	8500	8.5	146	1.8519
9000 < peso ≤ 10000	9500	9.5	51	0.6469
10000 < peso ≤ 11000	10500	10.5	42	0.5327
11000 < peso ≤ 12000	11500	11.5	46	0.5835
12000 < peso ≤ 13000	12500	12.5	48	0.6088
13000 < peso ≤ 14000	13500	13.5	97	1.2303
14000 < peso ≤ 15000	14500	14.5	79	1.0020
15000 < peso ≤ 16000	15000	15.5	312	3.9574
16000 < peso ≤ 17000	16500	16.5	481	6.1010
17000 < peso ≤ 18000	17500	17.5	1054	13.3688
18000 < peso ≤ 19000	18500	18.5	1738	22.0446
19000 < peso ≤ 20000	19500	19.5	1957	24.8224
20000 < peso ≤ 21000	20500	20.5	953	12.0878
21000 < peso ≤ 22000	21500	21.5	313	3.9701
22000 < peso ≤ 23000	22500	22.5	134	1.6996
23000 < peso ≤ 24000	23500	23.5	42	0.5327
24000 < peso ≤ 25000	24500	24.5	15	0.1903
25000 < peso ≤ 26000	25500	25.5	16	0.2029
26000 < peso ≤ 27000	26500	26.5	10	0.1268
27000 < peso ≤ 28000	27500	27.5	9	0.1142
28000 < peso ≤ 29000	28500	28.5	5	0.0634
29000 < peso ≤ 30000	29500	29.5	4	0.0507
30000 < peso ≤ 31000	30500	30.5	2	0.0254
31000 < peso ≤ 32000	31500	31.5	1	0.0127
32000 < peso ≤ 33000	32500	32.5	0	0.0000
33000 < peso ≤ 34000	33500	33.5	3	0.0381
34000 < peso ≤ 35000	34500	34.5	0	0
Total			7884	100

Anexo 9 **Tabla A-9** Datos para generación de espectros de carga de ejes tridem 2013.




MEDIA	EJES 2013			
TONELADAS	SENCILLO	DUAL	TANDEM	TRIDEM
0.5	0.2172	0.8553	0.0000	0.0445
1.5	0.3559	1.1184	0.0907	0.0000
2.5	1.3755	0.7895	0.1767	0.2891
3.5	7.9392	2.6645	0.6017	0.2447
4.5	63.1033	7.4342	1.1986	0.4226
5.5	21.5613	7.9605	2.8127	0.8452
6.5	3.3603	7.3684	3.2568	2.2242
7.5	1.2488	8.7829	4.5222	1.7571
8.5	0.6153	12.4671	4.0542	0.4671
9.5	0.1448	17.0395	3.5337	0.4004
10.5	0.0422	12.7961	3.9969	0.4226
11.5	0.0181	6.0197	4.6368	0.4893
12.5	0.0000	3.4539	4.9043	1.2011
13.5	0.0000	1.8092	6.8908	1.6014
14.5	0.0000	2.4342	12.7262	3.4475
15.5	0.0060	2.7632	20.3715	6.8060
16.5	0.0060	1.9079	15.1330	12.5890
17.5	0.0060	1.4803	5.5919	20.7518
18.5		0.7566	2.1155	25.5116
19.5		0.0658	1.0553	11.6993
20.5		0.0329	0.5301	4.0036
21.5			0.4680	1.7571
22.5			0.5062	0.7340
23.5			0.3056	0.7340
24.5			0.2149	0.4448
25.5			0.1337	0.3336
26.5			0.0669	0.3114
27.5			0.0573	0.0890
28.5			0.0334	0.1335
29.5			0.0048	0.1112
30.5			0.0096	0.0000
31.5				0.0445
32.5				0.0000
33.5				0.0222
34.5				0.0667
Total	100	100	100	100

Anexo 10 **Tabla A-10** Datos para generación de espectros de carga combinados de 2013.

## Anexo B.

### Cartas de resolución a la petición de datos al Viceministerio de Transporte.

	<p><b>VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE</b>  <b>DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DE CARGA</b>  <b>DIRECTOR GENERAL</b></p>	<p><small>GOBIERNO DE</small>  <b>EL SALVADOR</b>  <small>UNIDOS CRECEMOS TODOS</small></p>
<p><b>MEMORANDUM</b></p>		
<p>REF. DGTC-VMT-OIR- N° 03-106/2017</p>		
<p>PARA: Licda. Karen Vanessa Alvarenga          Oficina de Información y Respuesta</p>		
<p>DE: Oscar Armando Rodríguez          Director General de Transporte de Carga</p>		
<p>ASUNTO: INFORME DE SOLICITUD</p>		
<p>FECHA: 29 de Mayo 2017</p>		
<hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p>Reciba saludos de mi parte.</p> <p>Adjunto le estoy enviando respuesta escrita a la solicitud con referencia número 112-2017 en la que se solicita información referente al conteo diario anual con pesos de las estaciones fijas y móviles de los años 2014, 2015 y 2016, como también del Registro de estaciones de pesajes fijas y móviles de los años 2014, 2015, y 2016. Al respecto, igualmente le informo que del año 2014, no se encontró registro de las toneladas pesadas en las básculas móviles, debido a que ese tipo de registro no fue sistematizado.</p> <p style="text-align: center;">Sin otro particular</p>		
<p><small>VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE</small>          Carretera al Puerto La Libertad, KM 9 1/2, Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, C.A.          Call Center: (503) 2133-3600 &amp; 917</p>		

MES	AÑO 2014											
	BASCULA						M O V I L					
	A C A J U T L A			Z A C A T E C O L U C A			V E H I C U L O S			R E G I S T R O		
	VEHICULOS CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES	VEHICULOS CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES	VEHICULOS CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES	VEHICULOS CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES
ENERO	2190	70,118	19	544	16,764	28	1081					13
FEBRERO	2228	58,930	19	851	27,159	28	665					19
MARZO	2812	91,069	21	784	24,437	30	567					11
ABRIL	2240	72,007	16	374	9,921	16	144					8
MAYO	505	10,499	21	348	8,749	21	432					25
JUNIO	430	9,540	20	268	6,750	19	139					20
JULIO	400	7,890	23	398	9,848	23	494					23
AGOSTO	105	2,175	17	307	7,864	17	365					17
SEPTIEMBRE	2475	76,927	19	368	9,299	21	208					23
OCTUBRE	3352	104,134	25	342	7,792	25	195					27
NOVIEMBRE	2671	84,075	20	387	8,993	20	653					36
DICIEMBRE	2085	65,000	16	273	7,033	18	241					18
<b>TOTALES</b>	<b>21,493</b>	<b>652,364</b>	<b>236</b>	<b>5,244</b>	<b>144,609</b>	<b>266</b>	<b>5,184</b>					<b>240</b>

NOTA: NO SE ENCONTRARON DATOS DE PESO EN ESTE AÑO EN LAS BASCULAS MOVILES, MOTIVO POR EL QUE NO AGRIGAN DATOS.

		A N O 2 0 1 5									
		BASCULA									
		A C A J U T L A					Z A C A T E C O L U C A				
M E S	V E H I C U L O S C O N T R O L A D O S	T O N E L A D A S E N M I L E S	R E G I S T R O D E E S T A C I O N E S	V E H I C U L O S C O N T R O L A D O S		T O N E L A D A S E N M I L E S		R E G I S T R O D E E S T A C I O N E S	V E H I C U L O S C O N T R O L A D O S		R E G I S T R O D E E S T A C I O N E S
				2015	2014	2015	2014		2015	2014	
ENERO	2679	82,659	21	658	17,938	25	269	5,171	15		
FEBRERO	1693	52,715	21	594	15,871	25	198	4,123	9		
MARZO			20	468	11,525	21	258	5,923	11		
ABRIL	787	24,599	19	281	6,694	17	161	2,924	8		
MAYO	2006	62,589	21	335	7,784	20	178	3,637	5		
JUNIO	483	12,446	20	270	5,780	20	376	7,423	10		
JULIO	3291	101,863	25	431	10,549	21	386	8,965	12		
AGOSTO	3291	101,863	20	254	6,612	17	357	8,256	14		
SEPTIEMBRE	1819	56,822	21	307	7,013	18	492	10,621	18		
OCTUBRE				310	7,132	21	836	20,518	20		
NOVIEMBRE				35	811	20					
DICIEMBRE						17					
<b>TOTALES</b>	<b>16,049</b>	<b>495,556</b>	<b>188</b>	<b>3,943</b>	<b>97,709</b>	<b>242</b>	<b>3,511</b>	<b>77,561</b>	<b>122</b>		

NOTA: NO HAY DATOS DE LOS MESES DE OCTUBRE, NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE LA BASCULA DE ACAJUTLA; EN ZACATECOLUCA

NO SE ENCONTRARON VEHICULOS CONTROLADOS NI PESO EN TONELADAS ; EN LA BASCULA MOVIL NO HAY DATOS DE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE

		A		Ñ		O		2		0		1		6	
		BASCULA													
		A C A J U T L A						Z A C A T E C O L U C A						M O V I L	
MES	CONTROLADO S	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES	CONTROLADOS		TONELADAS EN MILES		REGISTRO DE ESTACIONES		VEHICULOS CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES	VEHICULOS CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES
				CONTROLADOS	TONELADAS EN MILES	REGISTRO DE ESTACIONES	REGISTRO DE ESTACIONES								
ENERO	2845	87,729	20	350	9,710	20	513	14,320	18						
FEBRERO	2751	84,017	19	404	10,748	19	552	11,545	14						
MARZO	2333	72,634	19	350	9,848	19	466	14,241	13						
ABRIL	5829	176,940	25	199	5,883	20	344	10,212	14						
MAYO	3733	109,313	22	299	6,929	22	290	11,351	19						
JUNIO	2896	85,865	21	398	8,864	21	430	9,538	18						
JULIO	3011	93,034	20	290	6,760	20	511	11,809	11						
AGOSTO	2266	71,257	17	200	4,854	16	351	10,125	13						
SEPTIEMBRE	2924	68,794	17	380	10,153	17	455	12,850	22						
OCTUBRE	2541	79,208	19	322	7,433	20	251	10,118	9						
NOVIEMBRE	2919	89,741	17	232	5,319	17	317	10,001	12						
DICIEMBRE	2000	60,505	15	224	5,326	16	215	9,515	11						
<b>TOTALES</b>	<b>36,048</b>	<b>1079,037</b>	<b>231</b>	<b>3,648</b>	<b>91,827</b>	<b>227</b>	<b>4,695</b>	<b>135,625</b>	<b>174</b>						



VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE  
OFICINA DE INFORMACIÓN Y RESPUESTA  
CASA DE LA TRANSPARENCIA



En la Oficina de Información y Respuesta del Viceministerio de Transporte, Santa Tecla, a las catorce horas dos minutos del día veintinueve de mayo de dos mil diecisiete.

La suscrita Oficial de Información, CONSIDERANDO que:

1. Que el día once de mayo del presente año, se dio ingreso a solicitud de información recibida de forma electrónica por medio del correo [oir.vmt@mop.gob.sv](mailto:oir.vmt@mop.gob.sv), suscrita por el ciudadano MARVIN VITALICIO LÓPEZ ROMERO, identificada administrativamente con la referencia ciento doce- dos mil diecisiete, mediante la cual requirió la información siguiente: "Coteo diario anual con pesos de las estaciones fijas y móviles de los años 2014,2015 y 2016, Registro de estaciones de pesajes fijas y móviles de los años 2014,2015 y 2016".
2. Con base a las atribuciones legales de la letra d), i) y j) del artículo 50 de la Ley de Acceso a la Información Pública (en lo consiguiente LAIP), le corresponde al Oficial de Información realizar los trámites necesarios para la localización y entrega de la información solicitada por los particulares, y resolver sobre las solicitudes de información que se someten a su conocimiento.
3. A partir del deber de motivación genérico establecido en los artículos 65,68 y 72 LAIP, las decisiones de los entes obligados deberán entregarse por escrito al solicitante, con mención breve pero suficiente de sus fundamentos, para lo cual el suscrito debe establecer los razonamientos de su decisión sobre el acceso de la información, garantizando así "Principio de Máxima Publicidad" reconocido en el Art. 4 LAIP, por el cual, la información en poder de los entes obligados es pública y su difusión restringida, salvo las excepciones expresamente establecidas en la Ley.

**FUNDAMENTACIÓN DE LA RESPUESTA SOLICITADA.**

Como parte del procedimiento interno de acceso a la información, la suscrita requirió a la Dirección General de Transporte de Carga, con la finalidad que evacuara según lo requerido por el ciudadano.



VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE  
DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DE CARGA

VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE  
GOBIERNO DE  
EL SALVADOR  
UNÁMONOS PARA CRECER

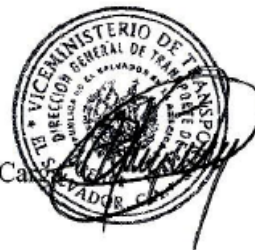
VMT-DGTC-N.27-06-2017

Para: Licda.: Karen Vanessa Alvarenga Rivas  
Oficial de Información

De: Lic.: Oscar Armando Rodríguez Campos  
Director General Dirección de Transporte de Carga

Asunto: Informando

Fecha: 08 de Junio del 2017.



.....

Por este medio, se remite información relacionada al Registro de control diario de vehículos de Transporte de Carga, por combinación, clasificación del tipo y producto transportado cuyo registro se llevó durante el año 2014, 2015 y 2016, en las Basculas Fijas de Acajutla, Zacatecoluca y Básculas móviles. La referida información se genera dando respuesta a la petición ingresada en esta Institución la cual se identifica bajo la referencia 138-2017.

Atentamente.





**VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE  
OFICINA DE INFORMACIÓN Y RESPUESTA  
CASA DE LA TRANSPARENCIA**



En la Oficina de Información y Respuesta del Viceministerio de Transporte, Santa Tecla, a las ocho horas dos minutos del día ocho de junio de dos mil diecisiete.

La suscrita Oficial de Información, **CONSIDERANDO** que:

1. Que el día cinco de junio del presente año, se dio ingreso a solicitud de información recibida de forma electrónica por medio del correo [oir.vmt@mop.gob.sv](mailto:oir.vmt@mop.gob.sv), suscrita por el ciudadano **MARVIN VITALICIO LÓPEZ ROMERO**, identificada administrativamente con la referencia ciento treinta y ocho- dos mil diecisiete, mediante la cual requirió la información siguiente: "Registro de control diario anual con pesos de las estaciones fijas y móviles de los años 2014,2015 y 2016, Registro de estaciones de pesajes fijas y móviles de los años 2014, 2015 y 2016".
2. Con base a las atribuciones legales de la letra d), i) y j) del artículo 50 de la Ley de Acceso a la Información Pública (en lo consiguiente LAIP), le corresponde al Oficial de Información realizar los trámites necesarios para la localización y entrega de la información solicitada por los particulares, y resolver sobre las solicitudes de información que se someten a su conocimiento.
3. A partir del deber de motivación genérico establecido en los artículos 65,68 y 72 LAIP, las decisiones de los entes obligados deberán entregarse por escrito al solicitante, con mención breve pero suficiente de sus fundamentos, para lo cual el suscrito debe establecer los razonamientos de su decisión sobre el acceso de la información, garantizando así "Principio de Máxima Publicidad" reconocido en el Art. 4 LAIP, por el cual, la información en poder de los entes obligados es pública y su difusión irrestricta, salvo las excepciones expresamente establecidas en la Ley.

**FUNDAMENTACIÓN DE LA RESPUESTA SOLICITADA.**

Como parte del procedimiento interno de acceso a la información, la suscrita requirió a la Dirección General de Transporte de Carga, con la finalidad que proporcionara la información requerida por el ciudadano.



Con fecha ocho de junio del presente año, se ha recibido el oficio VMT-DGTC-N.27-06-2017, suscrito por el Licenciado Oscar Armando Rodríguez, en su calidad de Director General de Transporte de Carga, quien pone a disposición en versión digital el control diario de vehículos de transporte de carga por combinación del tipo y producto transportado de los años 2014, 2015 y 2016 en basculas fijas de Acajutla, Zacatecoluca y basculas móviles.

Con base a la Ley de Acceso a la Información Pública y a los razonamientos antes expuestos, se RESUELVE:

- a) Entréguese el oficio VMT-DGTC-N.27-06-2017, suscrito por el Licenciado Oscar Armando Rodríguez, en su calidad de Director General de Transporte de Carga.
- b) Notifíquese al interesado en el medio y forma señalada para tales efectos.



  
Lic. Karen Vanessa Avarenga Rivas  
Oficial de Información  
Viceministerio de Transporte

OFICINA DE INFORMACIÓN Y RESPUESTA  
Viceministerio de Transporte  
Km. 9 1/2, Carretera al Puerto de La Libertad, frente a TECUN, Santa Tecla, La Libertad, Tel. 2133-3607, Correo Electrónico oir.vmt@mop.gob.sv.