



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

Programa de
Infraestructura
del Transporte

Análisis descriptivo de patrones
de velocidad a partir de datos de
estaciones permanentes de
monitoreo del tránsito de Costa
Rica **LM-PI-USVT-002-16**

PREPARADO POR
Hernández-Vega, Henry
Morales-Aguilar, Mayra
Jiménez Romero, Diana
Leiva-Villacorta, Fabricio
Loría-Salazar, Guillermo



programa de infraestructura
del transporte

San José, Costa Rica
Abril, 2016

USVT

Unidad de
Seguridad Vial y Transporte

Análisis descriptivo de patrones de velocidad a partir de datos de estaciones permanentes de monitoreo del tránsito de Costa Rica LM-PI-USVT-002-16

Hernández-Vega, Henry¹; Morales-Aguilar, Mayra²; Jiménez-Romero, Diana³, Leiva-Villacorta, Fabricio⁴ y Loria-Salazar, Luis Guillermo⁵

1. Ingeniero Investigador Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR
2. Asistente Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR
3. Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR
4. Ingeniero Investigador Unidad de Materiales y Pavimentos PITRA LanammeUCR
5. Coordinador general Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR

Palabras Clave: PITRA, límites de velocidad, monitoreo del tráfico, factor temporal, patrón de velocidad

Resumen: El presente informe presenta los resultados de velocidades correspondientes a datos obtenidos de 13 estaciones permanentes de conteo de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Estas estaciones están instaladas en diferentes puntos de la Red Vial Nacional. Se analizó la distribución de velocidades para cada estación y se comparó con la velocidad suministrada en los inventarios viales del MOPT, según las secciones de control donde se encuentra cada estación. Se utilizaron datos de velocidades de mínimo una semana para cada estación (con excepción de la estación de Matapalo, en la que se utilizaron datos de seis días), por lo que se obtuvo el comportamiento temporal por las clasificaciones de día de la semana y hora del día.

Referencias

1. Macangus, J., Milligan, C., Montufar, J., & Belluz, L. (2012). Speed Characteristics on Manitoba's National Highway System Roads Using Weigh-In-Motion Data, In 2012 Conference and exhibition of the transportation association of Canada-transportation: innovations and opportunities.
2. Magaña, J. (2014). Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica, Trabajo Final de Graduación, Universidad de Costa Rica
3. Magaña, J., Hernández, H. y Jiménez, D. (2014). Aplicación del análisis de conglomerados para la caracterización de factores temporales de tránsito para Costa Rica. Congreso Ingeniería Civil, Costa Rica.
4. Martens, M., Compte, S., & Kaptein, N. (1997). The effects of road design on speed behaviour: a literature review.
5. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2014). Anuario de Información de Tránsito 2013, Dirección de Planificación Sectorial.

An descriptive analysis of speed patterns on permanent count station sites in Costa Rica **LM-PI-USVT-002-16**

Hernández-Vega, Henry¹; Morales-Aguilar, Mayra²; Jiménez-Romero, Diana³, Leiva-Villacorta, Fabricio⁴ y Loria-Salazar, Luis Guillermo⁵

1. *Ingeniero Investigador Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR*
2. *Asistente Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR*
3. *Coordinadora Unidad de Seguridad Vial y Transporte PITRA LanammeUCR*
4. *Ingeniero Investigador Unidad de Materiales y Pavimentos PITRA LanammeUCR*
5. *Coordinador general Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR*

Keywords: PITRA, speed limits, traffic monitoring, temporal factors, speed temporal patterns

Abstract: This reports presents speed patterns from 13 permanent count stations in different points of the National Road Network. The variation of speed by vehicular classification, time-of-day and day-of-week is also presented for every permanent count station.

References

1. Macangus, J., Milligan, C., Montufar, J., & Belluz, L. (2012). *Speed Characteristics on Manitoba's National Highway System Roads Using Weigh-In-Motion Data*, In 2012 Conference and exhibition of the transportation association of Canada-transportation: innovations and opportunities.
2. Magaña, J. (2014). *Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica*, Trabajo Final de Graduación, Universidad de Costa Rica
3. Magaña, J., Hernández, H. y Jiménez, D. (2014). *Aplicación del análisis de conglomerados para la caracterización de factores temporales de tránsito para Costa Rica*. Congreso Ingeniería Civil, Costa Rica.
4. Martens, M., Compte, S., & Kaptein, N. (1997). *The effects of road design on speed behaviour: a literature review*.
5. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2014). *Anuario de Información de Tránsito 2013*, Dirección de Planificación Sectorial.

Hernández-Vega, H., Morales-Aguilar, M., & Jiménez-Romero, D. L.-V.-S. (2016). *Análisis descriptivo de patrones de velocidad a partir de datos de estaciones permanentes de monitoreo del tránsito de Costa Rica LM-PI-USVT-002-16*. San José, Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.



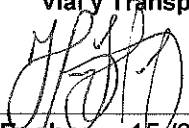
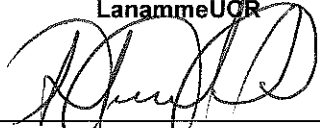
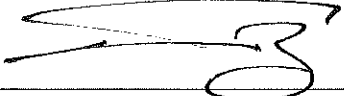
1. Informe LM-PI-USVT-002-16		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: Análisis descriptivo de patrones de velocidad a partir de datos de estaciones permanentes de monitoreo del tránsito de Costa Rica		4. Fecha del Informe 15 de abril de 2016
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias Este informe forma parte de la línea de investigación que busca generar la información relativa a parámetros de carga y a su modelación, para poder calibrar los modelos asociados a la Guía de diseño estructural de pavimentos para Costa Rica.		
9. Resumen El presente informe presenta los resultados de velocidades correspondientes a datos obtenidos de 13 estaciones permanentes de conteo de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Estas estaciones están instaladas en diferentes puntos de la Red Vial Nacional. Se analizó la distribución de velocidades para cada estación y se comparó con la velocidad suministrada en los inventarios viales del MOPT, según las secciones de control donde se encuentra cada estación. Se utilizaron datos de velocidades de mínimo una semana para cada estación (con excepción de la estación de Matapalo, en la que se utilizaron datos de seis días), por lo que se obtuvo el comportamiento temporal por las día de la semana y hora del día.		
10. Palabras clave PITRA, límites de velocidad, monitoreo del tráfico, factor temporal, patrón de velocidad	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 138
13. Preparado por: Ing. Henry Hernández Vega Investigador Unidad Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 15/04/2016	Ing. Mayra Morales Aguilar Asistente Unidad Seguridad Vial y Transporte	14. Revisado por: Ing. Diana Jiménez Romero, MSc Coordinadora Unidad Seguridad Vial y Transporte  Fecha: 15/04/2016
14. Revisado por: Ing. Fabricio Leiva Villacorta, PhD Investigador Unidad Materiales y Pavimentos  Fecha: 15/04/2016	Lic. Miguel Chacón, MSc, MBA Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 15/04/2016	15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, PhD Investigador Unidad Materiales y Pavimentos  Fecha: 15/04/2016

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	5
2. CONTEXTUALIZACIÓN	6
2.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS	7
2.1.1. TIPO DE VEHÍCULO	7
2.1.2. FACTOR TEMPORAL	7
2.1.3. FACTOR AMBIENTAL	8
2.1.4. ACTITUD Y COMPORTAMIENTO DEL CONDUCTOR	8
2.1.5. LEYES Y REGULACIÓN EN EL AMBIENTE	8
2.1.6. CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA	8
2.2. EFECTOS DE LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS.....	9
2.2.1. SEGURIDAD	9
2.2.2. IMPACTOS AMBIENTALES	9
2.2.3. CONSUMO COMBUSTIBLE.....	9
3. ANTECEDENTES	10
4. OBJETIVOS.....	10
5. METODOLOGÍA	10
2.3. RECOPIACIÓN DE DATOS	10
2.4. CARACTERIZACIÓN DE DATOS	12
6. ALCANCES Y LIMITACIONES	15
7. RESULTADOS.....	16
7.1. ESTACIÓN DE BÚFALO	17
7.1.1. DESCRIPCIÓN DE DATOS	17
7.1.1. ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN.....	17
7.1.2. ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	19
7.1.3. ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	22
7.2. ESTACIÓN DE CAMBRONERO	25
7.2.1. DESCRIPCIÓN DE DATOS	25

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 2 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------



7.2.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	25
7.2.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS.....	26
7.2.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL.....	30
7.3.	ESTACIÓN DE CAÑAS	33
7.3.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	33
7.3.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	33
7.3.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS.....	35
7.3.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL.....	39
7.4.	ESTACIÓN DE DESMONTE.....	41
7.4.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	41
7.4.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	41
7.4.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS.....	42
7.4.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL.....	47
7.5.	ESTACIÓN DE GUÁPIL	49
7.5.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	49
7.5.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	49
7.5.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS.....	51
7.5.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL.....	55
7.6.	ESTACIÓN DE JUAN VIÑAS.....	57
7.6.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	57
7.6.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	57
7.6.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS.....	59
7.6.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL.....	63
7.7.	ESTACIÓN DE LIBERIA	66
7.7.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	66
7.7.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	66
7.7.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS.....	67
7.7.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL.....	72
7.8.	ESTACIÓN DE MATAPALO	75
7.8.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS.....	75
7.8.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN	75



7.8.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	76
7.8.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	81
7.9.	ESTACIÓN DE MUELLE	83
7.9.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS	83
7.9.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN.....	83
7.9.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	84
7.9.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	89
7.10.	ESTACIÓN DE PASO CANOAS	91
7.10.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS	91
7.10.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN.....	91
7.10.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	93
7.10.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	97
7.11.	ESTACIÓN DE RÍO CHIQUITO	99
7.11.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS	99
7.11.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN.....	99
7.11.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	101
7.11.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	105
7.12.	ESTACIÓN DE SAN JUANILLO	108
7.12.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS	108
7.12.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN.....	108
7.12.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	109
7.12.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	113
7.13.	ESTACIÓN DE TEMPISQUE	116
7.13.1.	DESCRIPCIÓN DE DATOS	116
7.13.2.	ANÁLISIS DE VELOCIDADES EN LA ESTACIÓN.....	116
7.13.3.	ANÁLISIS POR CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS	117
7.13.4.	ANÁLISIS POR FACTOR TEMPORAL	122
8.	RESUMEN DE RESULTADOS.....	124
9.	RECOMENDACIONES	136
10.	TRABAJOS CITADOS	137

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 4 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------



Análisis descriptivo de patrones de velocidad a partir de datos de estaciones permanentes de monitoreo del tránsito de Costa Rica

1. RESUMEN

Con el objetivo de obtener los patrones de velocidad en los diferentes corredores viales de Costa Rica, se analizaron los datos de 13 estaciones permanentes de conteo vehicular, distribuidas alrededor del país en diferentes puntos de la Red Vial Nacional. Las estaciones en estudio son las siguientes: Búfalo, Cambronero, Cañas, Desmonte, Guápil, Juan Viñas, Liberia, Matapalo, Muelle, Paso Canoas, Río Chiquito, San Juanillo y Tempisque.

Para cada estación se obtuvo la distribución de velocidades para un período mayor a una semana (con excepción de la estación de Matapalo donde se trabajó con datos de seis días). Mediante los valores de velocidades se obtuvo la distribución general de la estación y la distribución acumulada; estas distribuciones fueron comparadas con la velocidad provista por el MOPT según la sección de control que fue tomada como referencia.

Los datos de velocidad fueron clasificados según la cantidad de ejes de los vehículos (dos, tres, cuatro, cinco o más ejes), se analizó la distribución de cada tipo y las características específicas para cada estación. En todas las estaciones los vehículos de dos ejes corresponden al mayor porcentaje de vehículos, por lo tanto, se clasificaron según lo recomendado por AASHTO en cinco categorías (motocicleta, automóvil, pick up, camión de dos ejes y autobús). Para cada clasificación se obtuvo la distribución de velocidades y fueron comparados con la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se separaron los datos de velocidades según día de la semana y hora del día para cada estación. De esta forma, se obtuvo el día de mayor y menor velocidad, así como también la hora de mayor y menor velocidad. Además se obtuvo la distribución de velocidades según la hora del día para todas las estaciones. Finalmente se compararon los resultados de todas las estaciones y se establecieron comportamientos patrones.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 5 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------

2. CONTEXTUALIZACIÓN

En el año 2004, el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LanammeUCR, inició una revisión y análisis de la Guía de Diseño Mecanicista - Empírico 2002 de Estados Unidos.

En la actualidad se están generando insumos para la elaboración de una guía desarrollada y calibrada para las condiciones nacionales. Para esto, es necesaria la generación de insumos relacionados con el suelo, materiales, clima, tráfico y estructura de pavimento. El PITRA-LanammeUCR ha estado implementando proyectos relacionados con las variables más importantes de dicha guía, incluyendo los siguientes temas: zonificación climática, asfaltos modificados, uso de granulometrías discontinuas, desempeño en deformación permanente, resistencia al daño por humedad, módulo resiliente y curva maestra en mezclas asfálticas, variación estacional de módulos, módulos resilientes sobre materiales granulares y estabilizadas y la caracterización de pesos por tipo de vehículo mediante la encuesta de carga.

Una adecuada modelación de las cargas requiere conocimiento de la frecuencia, velocidad, volumen y clasificación vehicular de la flotilla en cada proyecto. Específicamente, la velocidad del tráfico es importante conocerla, pues los materiales que componen los paquetes estructurales pueden tener un comportamiento visco-elástico y por tanto sus propiedades dependen de la velocidad y frecuencia de las cargas a las que están sujetos. Por esto, en este informe se generan perfiles de velocidad para los vehículos de diseño.

Este informe forma parte de la línea de investigación que busca generar la información relativa a parámetros de carga y a su modelación, para poder calibrar los modelos asociados a la Guía de diseño estructural de pavimentos para Costa Rica. Contar con una Guía de Diseño Estructural de Pavimentos para Costa Rica que permitirá optimizar recursos en el diseño de proyectos de pavimentos.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 6 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------



La falta de una guía de diseño a nivel nacional ocasiona que muchas veces se subestimen o sobreestimen los diseños estructurales, lo que generalmente resulta en una inadecuada inversión de recursos y un mal desempeño de las obras.

Por otro lado, las altas velocidades son asociadas con mayores riesgos y mayores consecuencias en caso de un accidente (Haglund y Aberg, 2002). La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2009) indica que pequeños aumentos en la velocidad promedio generan acrecentamientos en la cantidad de accidentes mortales y con traumatismos. De acuerdo con MacAngus et al. (2012) la velocidad es una característica compleja y heterogénea de los flujos del sistema de transporte influenciada por diversos elementos como hora del día, condiciones climáticas, tipo de vehículo, y geometría de la vía. A continuación se presentan algunos factores que afectan las velocidades de los vehículos en la vía.

2.1. Factores que influyen en la velocidad de los vehículos

2.1.1. Tipo de vehículo

El tipo de vehículo influye en la velocidad de operación de la vía de acuerdo a la capacidad y estado mecánico de los vehículos. Es de esperar que los vehículos pesados posean velocidades menores que los livianos, ya sea por el tamaño del vehículo como también por la carga que transporta cada uno. Debido a lo anterior, se considera importante realizar una división de los vehículos de acuerdo al número de ejes. Por ejemplo, Wasielewski (1984), en un estudio realizado en Michigan en los Estados Unidos, encontró que vehículos de tamaño intermedio (1600-1900 Kg) operaban a mayores velocidades cuando eran comparadas con las velocidades promedio de los vehículos más livianos o más pesados que estos.

2.1.2. Factor temporal

El factor temporal es determinante para las velocidades de los vehículos ya que determina el comportamiento de los usuarios según el propósito de viaje y la percepción de seguridad. Según Brilon (1996) la oscuridad disminuye la velocidad de operación en 4 km/h. Además se

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 7 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------

ha determinado que las velocidades disminuyen también en días de vacaciones al ser comparados con el resto.

2.1.3. *Factor ambiental*

El factor ambiental influye en la velocidad de los vehículos ya que afecta la percepción de seguridad del usuario como es el caso de la lluvia, viento, neblina y las condiciones de la superficie del pavimento para un país tropical como Costa Rica.

La lluvia afecta la velocidad de los vehículos debido a dos efectos; la intensidad de precipitación y las condiciones de la vía. Se ha determinado que la intensidad de la precipitación disminuye las velocidades de operación entre uno a diez kilómetros por hora (Ibrahim y Hall, 1994) en dependencia de la misma y las condiciones húmedas de la vía disminuyen entre 9,5 y 12 km/h (Kyte, 2001). Igualmente para el caso de viento y neblina, para ambos la velocidad disminuye conforme aumenta la intensidad del factor.

2.1.4. *Actitud y comportamiento del conductor*

“Los conductores tienen diferentes enfoques y motivos al seleccionar su velocidad personal” (MacAngus, J. et al., 2012). La velocidad varía con respecto a la actitud del conductor con respecto a maniobras inseguras, la percepción de riesgo de ser multado por poseer velocidades mayores a la máxima, la forma de valorar su tiempo, entre otras. Wasielewski (1984), encontró que conductores jóvenes tienden a conducir a velocidades mayores.

2.1.5. *Leyes y regulación en el ambiente*

Los conductores en general tratan de evadir multas de tránsito; por lo tanto, su velocidad dependerá de las leyes de tránsito en la zona así como también de la existencia de dispositivos de medición de velocidades, como cámaras, radares, entre otros.

2.1.6. *Características de la vía*

El alineamiento vertical y horizontal de la vía afecta la percepción de seguridad del usuario por lo tanto afecta su velocidad. El diseño de las curvas horizontales, una curva diseñada incorrectamente genera inseguridad para los usuarios, sobre todo a velocidades altas. De

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 8 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------



acuerdo Martens, Compte y Kaptein (1997) con la percepción de la velocidad depende en el ambiente visual, es decir el ambiente de la vía; indicando además que es importante que la vía envíe las expectativas adecuadas al conductor.

2.2. Efectos de la velocidad de los vehículos

2.2.1. Seguridad

La velocidad de los vehículos afecta la seguridad debido que a velocidades elevadas, existe mayor probabilidad de pérdida de control del vehículo. Los accidentes de tránsito por salida de la vía, colisión con un objeto fijo o un vehículo a altas velocidades, representan un aumento en la severidad de estos accidentes.

2.2.2. Impactos ambientales

La resistencia aerodinámica, que tiene un efecto significativo en el desempeño del vehículo, se incrementa con el cuadrado de la velocidad del vehículo y la cantidad de potencia requerida para vencer esta resistencia aumenta con el cubo de la velocidad (Mannering, Kilareski, y Washburn, 2007). Los vehículos generan emisiones de óxidos de nitrógenos (NO_x), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2), hidrocarburos (HC), y otros contaminantes para el medio ambiente. La cantidad de emisiones depende de la velocidad de los vehículos, a velocidades bajas las emisiones son mayores; igualmente para velocidades elevadas ya que se consume más combustible.

Andre (2000) muestra que las emisiones de CO y CO_2 por kilómetro recorrido decrecen conforme la velocidad aumenta hasta llegar a 60 km/h y de nuevo aumentan una vez que se superan los 80 km/h; esto también varía según el tipo de conductor y las revoluciones promedio con las que conduzca.

2.2.3. Consumo Combustible

La velocidad de operación influye en el consumo de combustible como fue mencionado anteriormente. De acuerdo con Natural Resources Canada (2009) la mayoría de los

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 9 de 138
----------------------------	------------------------------------	-----------------

vehículos livianos operan de una manera más eficiente cuando viajan a velocidades entre los 50 y los 80 kilómetros por hora.

3. ANTECEDENTES

En el trabajo final de graduación *Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica* de Magaña (2014) se determinaron los patrones típicos de distribución temporal del tránsito particular y de carga a partir de los datos de las estaciones de conteo permanentes distribuidas en el país. Se evaluó la variación periódica de los volúmenes vehiculares según parámetros temporales como horas de mayor tránsito, días de la semana y meses del año. Además, se propuso un esquema de elección de patrones por hora del día, día de la semana y mes del año, de acuerdo a las características geográficas de la zona en análisis.

4. OBJETIVOS

Sintetizar el conocimiento existente sobre la velocidad a partir de la creación de patrones de velocidad para las estaciones de control analizadas de forma que estos datos puedan ser utilizados por la Administración en temas como la seguridad vial, el diseño de pavimentos y otras aplicaciones de la ingeniería de carreteras.

Plantear un punto de partida, en el estudio de las estaciones tomadas en cuenta para este informe, con el fin de iniciar un seguimiento al comportamiento de la velocidad (para las diferentes clasificaciones de vehículos, factores temporales, factores ambientales y factores de la vía) en el país, que podría cambiar por efecto de cambios en los controles, políticas públicas y condiciones de la vía.

5. METODOLOGÍA

2.3. Recopilación de datos

Los datos fueron suministrados por la Unidad de Gestión de Carreteras de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) que recopila la información mediante dispositivos neumáticos de conteo.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 10 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



Los dispositivos neumáticos utilizados son del modelo *Apollo Road Tube Counter/Classifier*, y son fabricados por la empresa estadounidense *Diamond Traffic Product*. Estos contadores funcionan mediante una celda solar y tienen mangueras neumáticas instaladas sobre la superficie de rueda, y mediante una configuración específica puede realizar conteos tanto por tipo de vehículo como por su distribución direccional en la vía. Además este equipo es capaz de determinar la velocidad a la que circula cada vehículo asociando el tiempo en pasar las mangueras distanciadas una longitud conocida (Magaña, 2014). En la siguientes figuras, se observa el contador utilizado para obtener los datos analizados en esta investigación y la configuración de las mangueras neumáticas colocadas sobre la carretera.



Figura 1. Contadores de tráfico utilizados para obtener los datos de velocidades.

Fuente: Magaña, J., 2014.



Figura 2. Instalación de contadores de vehículos por la Dirección de Planificación Sectorial.

Fuente: Magaña, J., 2014.

2.4. Caracterización de datos

Los datos fueron obtenidos de la Unidad de Gestión de Carreteras de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT como fue mencionado anteriormente. Además, se compararon los datos de velocidades con la velocidad indicada en los datos de inventario del MOPT de la sección de control donde se ubicaba la respectiva estación permanente de conteo.

El dato de velocidad que se encuentra disponible en el inventario se asumirá como el representativo de la sección de control y es utilizado únicamente como referencia en este informe para cada estación. Este informe incluye únicamente un análisis descriptivo de los datos y no se hace ningún tipo de modelación o inferencia utilizando las velocidades máximas permitidas en los sitios donde se encuentran las estaciones de conteo.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 12 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



Los datos utilizados corresponden al inventario del MOPT enviado en el 2010 al LanammeUCR para la Evaluación de la Red Vial Nacional.

Inicialmente se obtuvo la distribución de velocidades para la estación, se analizó la frecuencia acumulada de velocidades para todos los datos de velocidades y el porcentaje de vehículos asociado a cada velocidad hasta un límite de 200 km/h.

El factor temporal fue analizado en los datos de velocidad para cada estación. Los datos fueron clasificados según día de la semana y hora del día. A partir de esta información se obtuvo el día de la semana y la hora del día con mayor velocidad para las estaciones incluidas en este proyecto.

Además las velocidades fueron analizadas según el tipo de vehículo, tal como se presenta más adelante. Inicialmente los datos fueron divididos según la cantidad de ejes en las siguientes categorías: 2, 3, 4, y 5 o más ejes.

Adicionalmente, los vehículos de dos ejes fueron clasificados en 5 clases diferentes basados en la separación entre ejes. La clasificación utilizada corresponde al esquema F de la FHWA (administración federal de carreteras, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos. En el Cuadro 1 se presenta la descripción y separación entre ejes para cada clasificación de vehículos de dos ejes; y en la Figura 3 se representa cada clase.

Cuadro 1. Clasificación de vehículos de dos ejes recomendada por AASHTO.

Ejes	Clase	Descripción	Separación (pies)	Separación (cm)
2	F1	Motocicleta	< 6,0	< 183,0
	F2	Automóvil o <i>Pick-up</i> ligera	6,0 - 10,0	183,0 - 305,0
	F3	Pick up	10,0 - 15,0	305,0 - 457,0
	F5	Camión de dos ejes	15,0 - 20,0	457,0 - 610,0
	F4	Bus	> 20,0	> 610,0

Fuente: AASHTO, 2009.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 13 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------








	Clase F1
	Clase F2
	Clase F3
	Clase F4
	Clase F5

Figura 3. Clasificación de vehículos de dos ejes,

Fuente: *Manitoba Highway Traffic Information System*,

Modificado por: Autores, 2016.



6. ALCANCES Y LIMITACIONES

La información con la que se contó para elaborar este reporte es limitada. Los principales aspectos relacionados con los alcances y limitaciones de este estudio son los siguientes:

- Debido que no se realizó visita de campo a las estaciones, se tomó la velocidad indicada por la Dirección de Planificación Sectorial como referencia y no como límite de velocidad del sitio donde se ubica la estación permanente.
- Esta investigación no toma en cuenta el factor ambiental (como por ejemplo, lluvia) para el análisis de velocidades.
- Las velocidades son analizadas según el factor temporal (día de la semana y hora del día). Dado que los volúmenes de tránsito en horas de la madrugada son sumamente bajos no se analizó el día de la semana durante la hora de mayores velocidades. debido a la alta variabilidad que presentan los datos.
- Las características de la vía, en la ubicación de la estación de control, no fueron tomadas en cuenta debido que no se realizó visita al sitio.
- Para los datos de las estaciones de conteo analizadas, la velocidad máxima reportada por los contadores no superó los 200 km/h.
- No se podría incluir una descripción del tramo de calle como ancho de calzada, si hay o no espaldones, pendiente, entre otros que lleve a una clasificación por niveles de servicio y una correlación con los datos obtenidos.
- Se podría realizar análisis estadísticos que reafirmen el incumplimiento o no de la velocidad límite.
- El análisis de los datos en este informe es descriptivo. Es recomendable que en futuros estudios se realicen análisis inferenciales para confirmar las conclusiones del presente informe.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 15 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

7. RESULTADOS

En esta sección, se detallan los resultados para las 13 estaciones de control, del MOPT, analizadas en esta investigación: Búfalo, Cambronero, Cañas, Desmonte, Guápil, Juan Viñas, Liberia, Matapalo, Muelle, Paso Canoas, Río Chiquito, San Juanillo y Tempisque. La ubicación de las estaciones permanentes durante el año 2012 se muestran en la Figura 4.



Figura 4. Ubicación de las estaciones permanentes durante el año 2012

Fuente: Anuario de Información de Tránsito de 2012.

Las distribuciones de velocidades para cada estación fueron analizadas según los tres aspectos que se indican a continuación:

- 1- Distribución de velocidades y porcentaje de vehículos para toda la estación y comparación con la velocidad de referencia,

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 16 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



- 2- Factor vehículo, clasificación según número de ejes y clasificación según la separación entre ejes para los vehículos de dos ejes,
- 3- Factor temporal, clasificación según día de la semana y según hora del día.

7.1. Estación de Búfalo

7.1.1. Descripción de datos

La estación permanente de Búfalo está ubicada en la Ruta Nacional 32; y se encuentra 500 metros antes de la estación de pesaje de Búfalo. Se encuentra dentro de la sección de control de 70 080 y según los datos de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT, la velocidad máxima permitida es de 80 km/h. Según mediciones del primero de enero al 31 de diciembre de 2012 la estación de Búfalo tiene un Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de 6 461 vehículos (Anuario de información de tránsito, 2013).

7.1.1. Análisis de velocidades en la estación

Para este estudio se utilizaron datos de velocidades de 46 594 vehículos, obtenidos por el contador neumático entre el 25 de octubre y el primero de noviembre de 2011. En la **Figura 5** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Búfalo y se comparan estos datos con la velocidad de 80 km/h tomada como referencia. Se observa que aproximadamente el 20 % de los vehículos contados superan esta velocidad.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 17 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

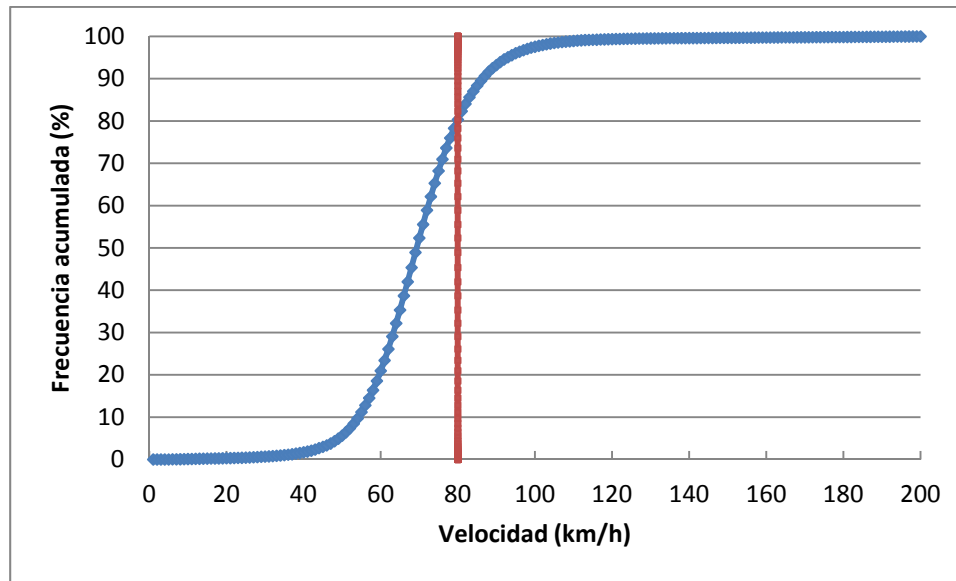


Figura 5. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Búfalo

Fuente: Autores, 2016,

En la **Figura 6** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 70 km/h. Además, se puede determinar a partir de este gráfico, que el rango de 20 km/h más repetitivo está entre 60 km/h y 80 km/h, ambos valores por debajo de la velocidad tomada como referencia.

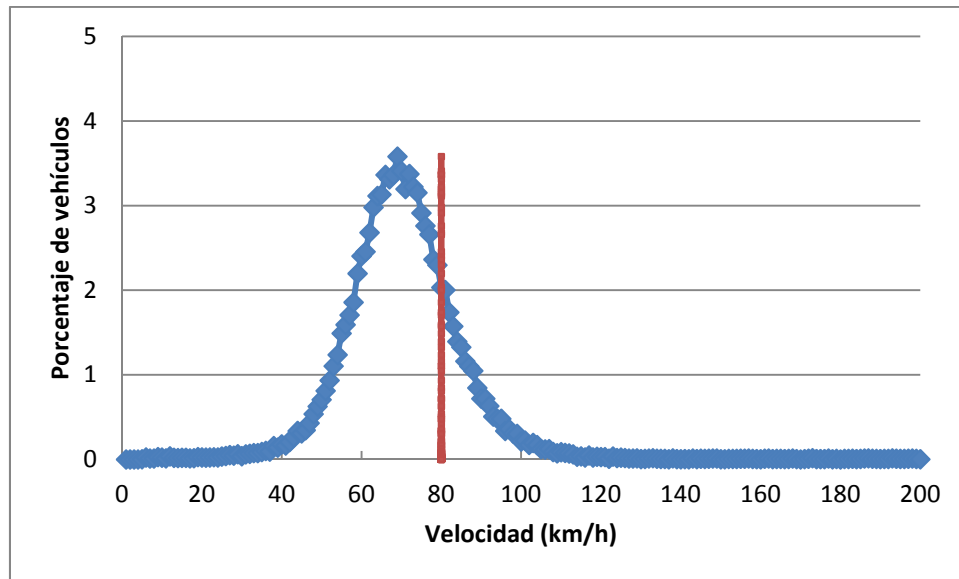


Figura 6. Distribución de velocidades en la estación de Búfalo

Fuente: Autores, 2016

7.1.2. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 7** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color celeste) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución pues se encuentra a la derecha de las gráficas para las demás clasificaciones. Los vehículos de cuatro ejes (verde) poseen las velocidades menores para frecuencias acumuladas bajas, finalmente, son los vehículos de cinco o más ejes (morado) quienes presentan velocidades menores con frecuencias acumuladas altas.

En el **Cuadro 2** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (73,2 km/h) y los de cinco o más ejes poseen una velocidad promedio menor (67,7 km/h). Se observa una relación entre el número de ejes y la velocidad del vehículo, a mayor número de ejes menor es la velocidad del vehículo.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 19 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

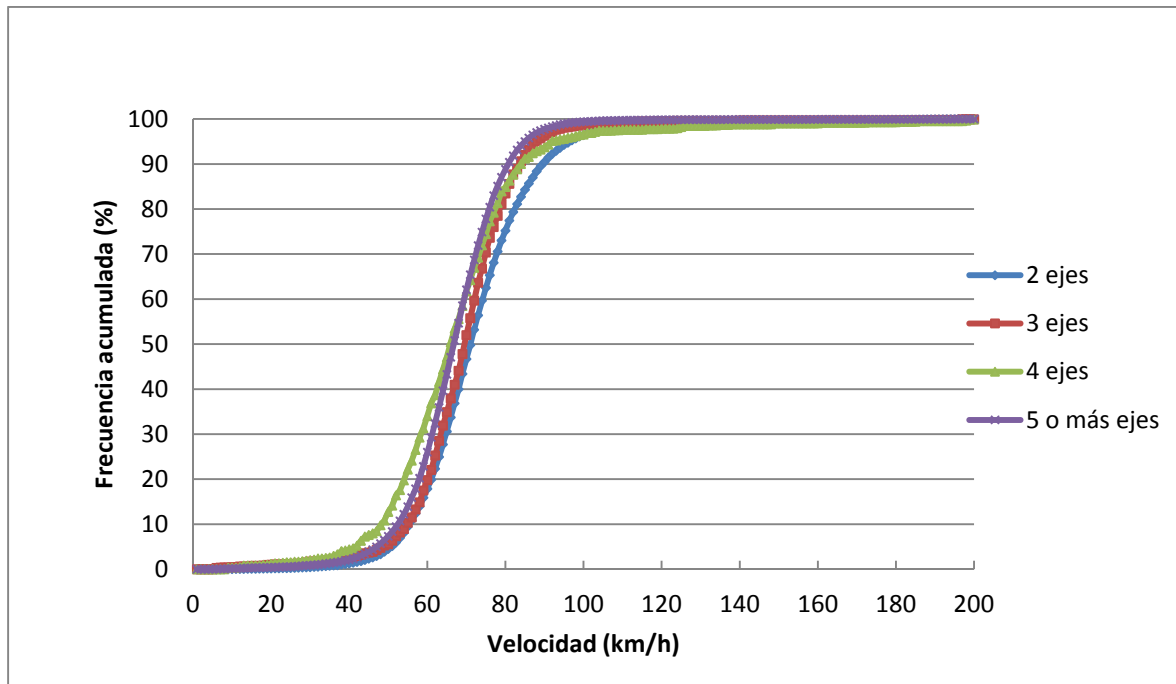


Figura 7. Distribución de vehículos en la estación de Búfalo

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 2. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Búfalo

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	28 199	1 971	841	15 615
Promedio (km/h)	73,2	70,1	67,8	67,7
Percentil 85 (km/h)	85,5	80,8	80,1	78,0
Percentil 15 (km/h)	58,6	58,1	51,5	55,6
Encima de 80 km/h (%)	24,8	16,3	14,7	11,2
Encima de 100 km/h (%)	3,5	1,4	3,4	0,6

Fuente: Autores, 2016

En la totalidad de vehículos, los de dos ejes son mayoría y los de cuatro ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 50 y 80 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 20 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos excepto la de cinco o más ejes superan la velocidad tomada como referencia. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (80 km/h) y adicionándole 20 km/h a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (24,8 %) y cinco o más ejes (11,2 %). De acuerdo al porcentaje de vehículos que transitan a 20 km/h por encima de la velocidad de referencia, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de dos ejes y de cinco o más ejes con 3,5 % y 0,6 % respectivamente.

Además, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases mencionadas anteriormente. En la **Figura 8** y el **Cuadro 3** se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

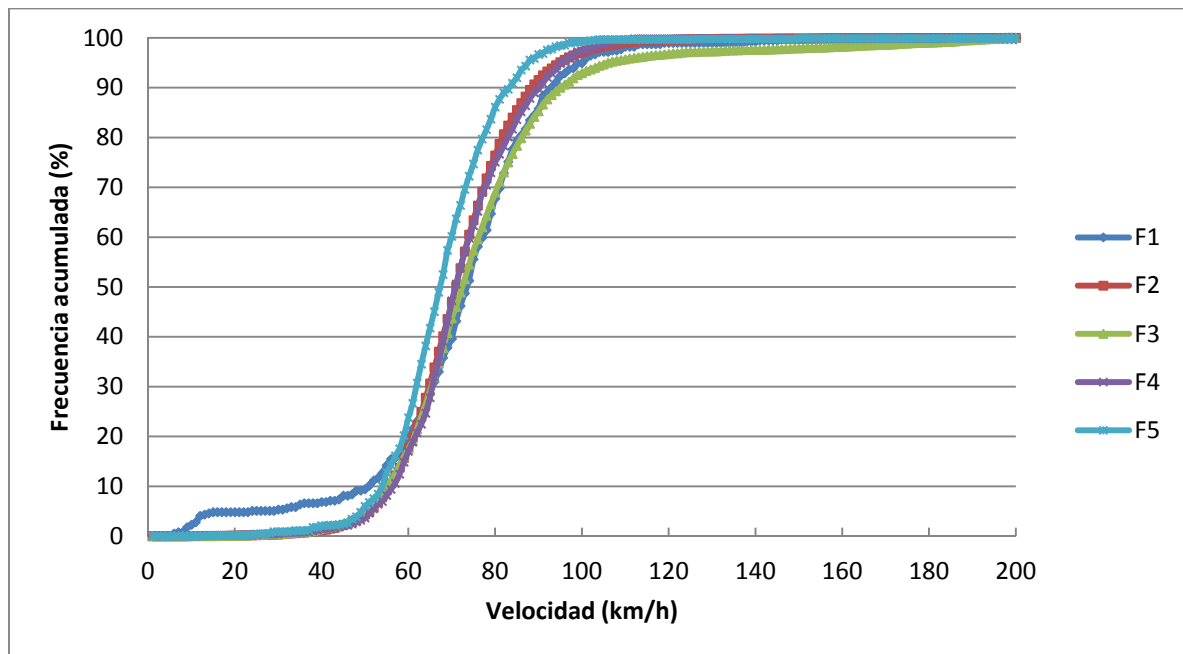


Figura 8. Distribución de vehículos de dos ejes en la estación de Búfalo

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 3. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Búfalo

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	389	20 704	5 054	1 147	896
Promedio (km/h)	71,5	71,6	75,5	72,1	67,8
Percentil 85 (km/h)	89,3	84,7	89,8	85,9	79,6
Percentil 15 (km/h)	56,0	58,7	58,5	59,2	56,6
Encima de 80 km/h (%)	32,1	23,6	31,0	24,8	13,8
Encima de 100 km/h (%)	4,9	2,8	7,1	2,5	0,7

Fuente: Autores, 2016.

Se observa que los vehículos de clasificación F5 (camiones de dos ejes) y los F3 (*pick up*) tienen las velocidades menores (67,8 km/h) y mayores (75,5 km/h) en promedio respectivamente. El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones con excepción de la F5 (camiones de dos ejes) superan la velocidad de 80 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (80 km/h) y que transitan a 20 km/h por encima de la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) con 32,1 % y 13,8 % correspondientemente. Para el caso del porcentaje de vehículos que transitan a 20 km/h por encima de la velocidad de referencia los F3 (*pick up*) y F5 (camiones de dos ejes) tienen el porcentaje mayor y menor con 7,1 % y 0,7 % respectivamente.

7.1.3. Análisis por factor temporal

En la **Figura 9** se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es domingo con 73,9 km/h y con velocidad promedio menor es martes con 68,3 km/h. Más adelante, en la **Figura 10** se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a disminuir hasta las ocho de la noche que es cuando la velocidad vuelve a aumentar. La hora de mayor velocidades corresponde a las primeras horas de la

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 22 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



madrugada con una velocidad promedio de 79,2 km/h y la de velocidades menores es de siete a ocho de la mañana con una velocidad promedio de 62,7 km/h,

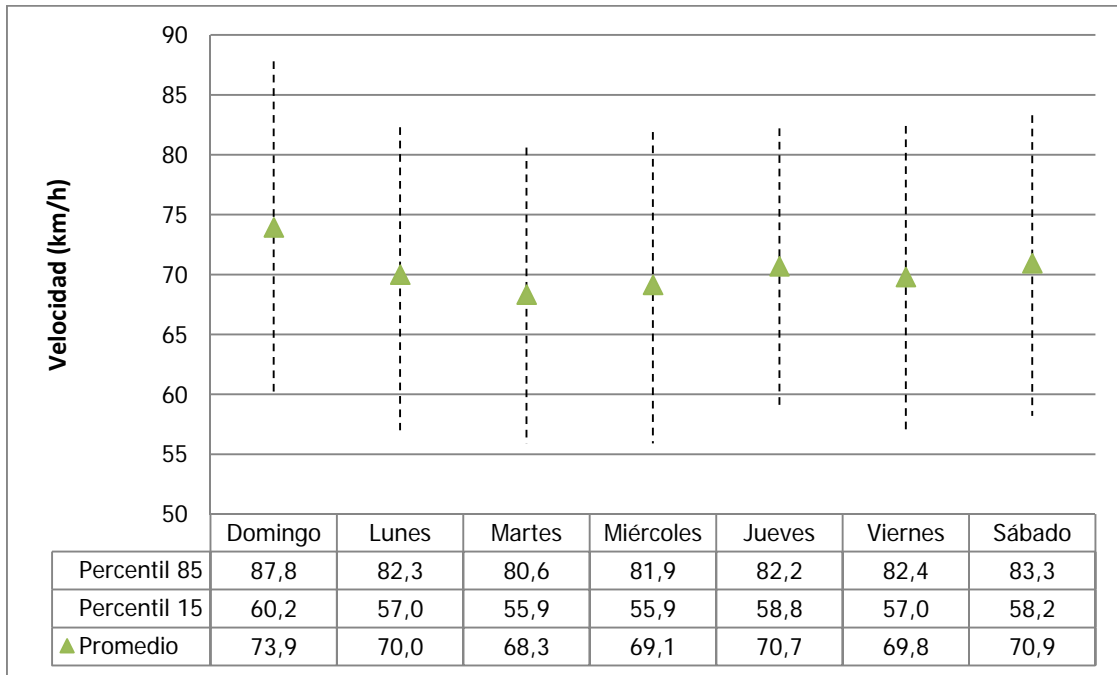


Figura 9. Velocidad por día de la semana para la estación de Búfalo

Fuente: Autores, 2016

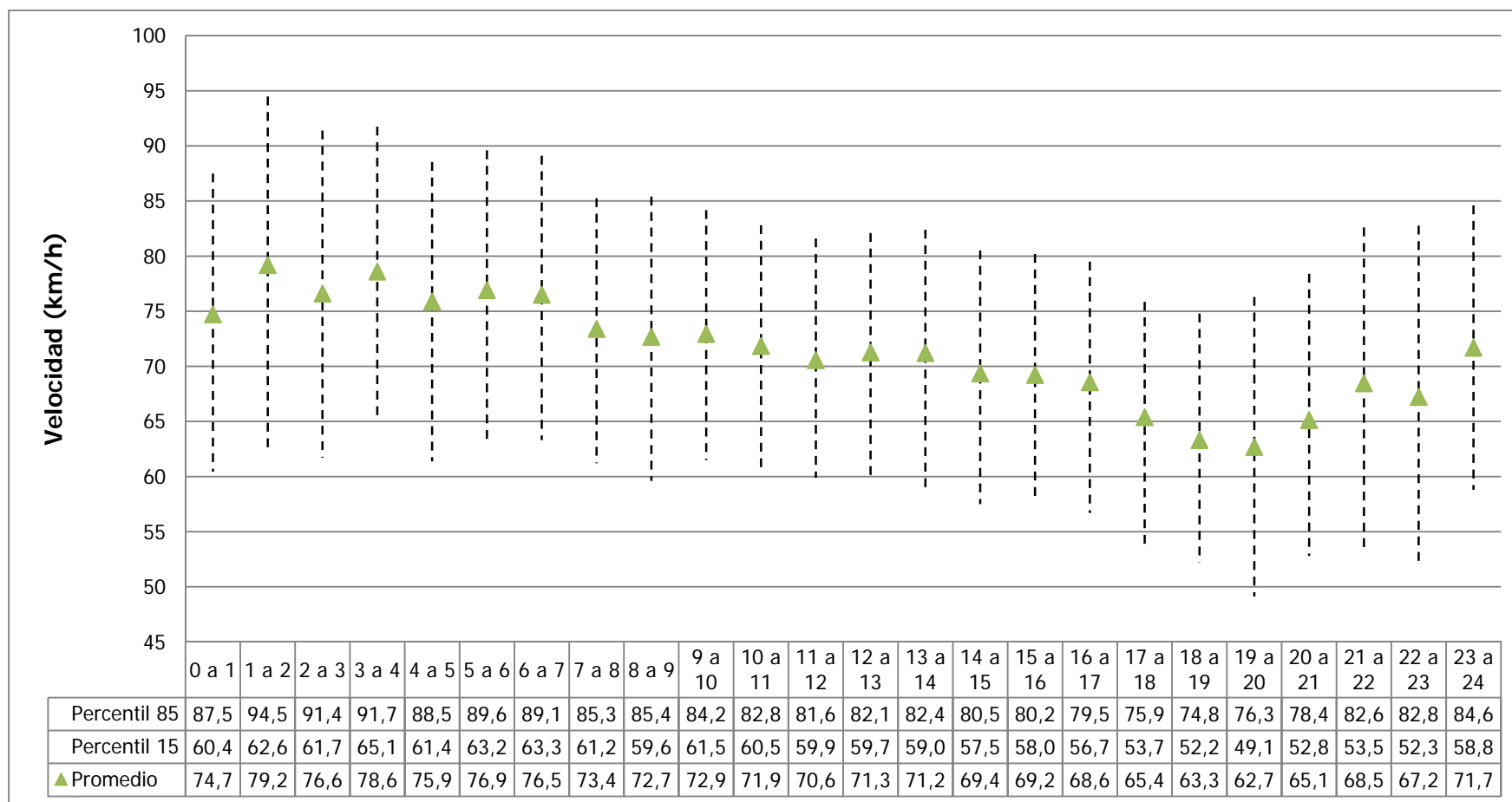


Figura 10. Velocidad por hora del día para la estación de Búfalo

Fuente: Autores, 2016



7.2. Estación de Cambronero

7.2.1. Descripción de datos

La estación permanente de Cambronero está ubicada en la Ruta Nacional 1 Interamericana Norte; y se encuentra en la entrada al poblado de Angostura. Se encuentra dentro de la sección de control 60 200 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia en el inventario es de 50 km/h. Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 116 448 vehículos. Los datos corresponden a velocidades obtenidas entre el 24 de septiembre y el 22 de octubre de 2011.

7.2.2. Análisis de velocidades en la estación

En la **Figura 11** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Cambronero y se comparan estos datos con la velocidad de 50 km/h tomada como referencia. Aproximadamente el 85 % de los vehículos contados superan esta velocidad.

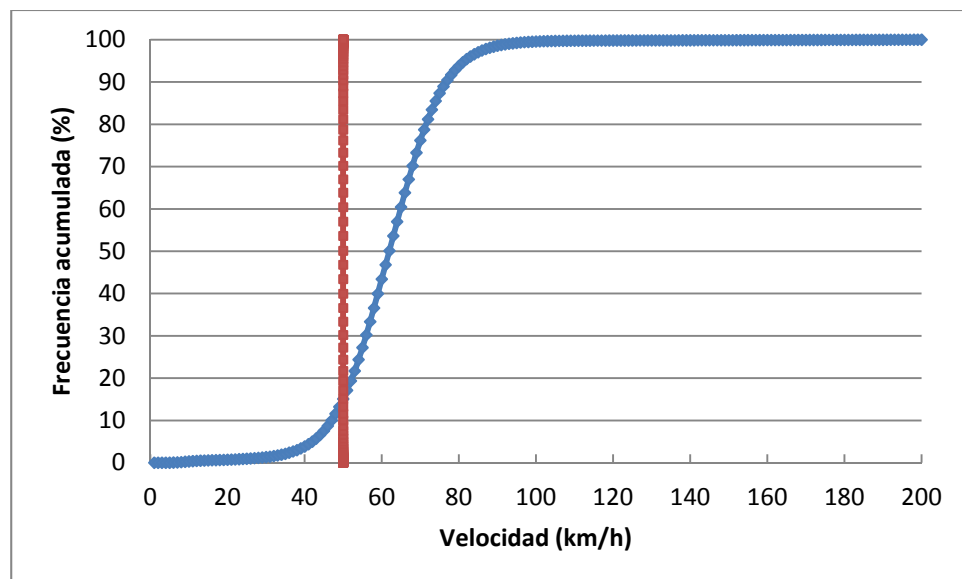


Figura 11. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Cambronero

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 25 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



En la **Figura 12** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 65 km/h. Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 55 km/h y 75 km/h, ambos valores mayores que la velocidad tomada como referencia.

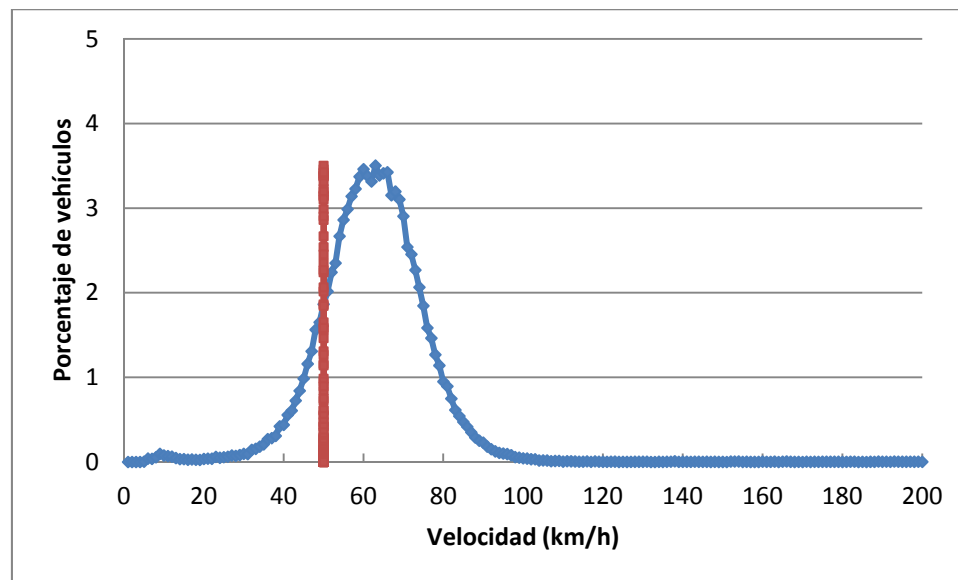


Figura 12. Distribución de velocidades en la estación de Cambronero

Fuente: Autores, 2016

7.2.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 13** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color celeste) tienen velocidades mayores que el resto, a lo largo de toda la distribución, debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cuatro ejes (verde) poseen las velocidades menores, a lo largo de toda su frecuencia acumulada, debido que se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones.



En el **Cuadro 4** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (63,5 km/h) y los de cuatro ejes poseen una velocidad promedio menor (54,8 km/h). Se observa que la relación entre el número de ejes y la velocidad es inversa como es de esperar; sin embargo, para el caso de los vehículos de cinco ejes o más la velocidad aumenta con respecto a los de cuatro ejes como se observa en el cuadro anterior.

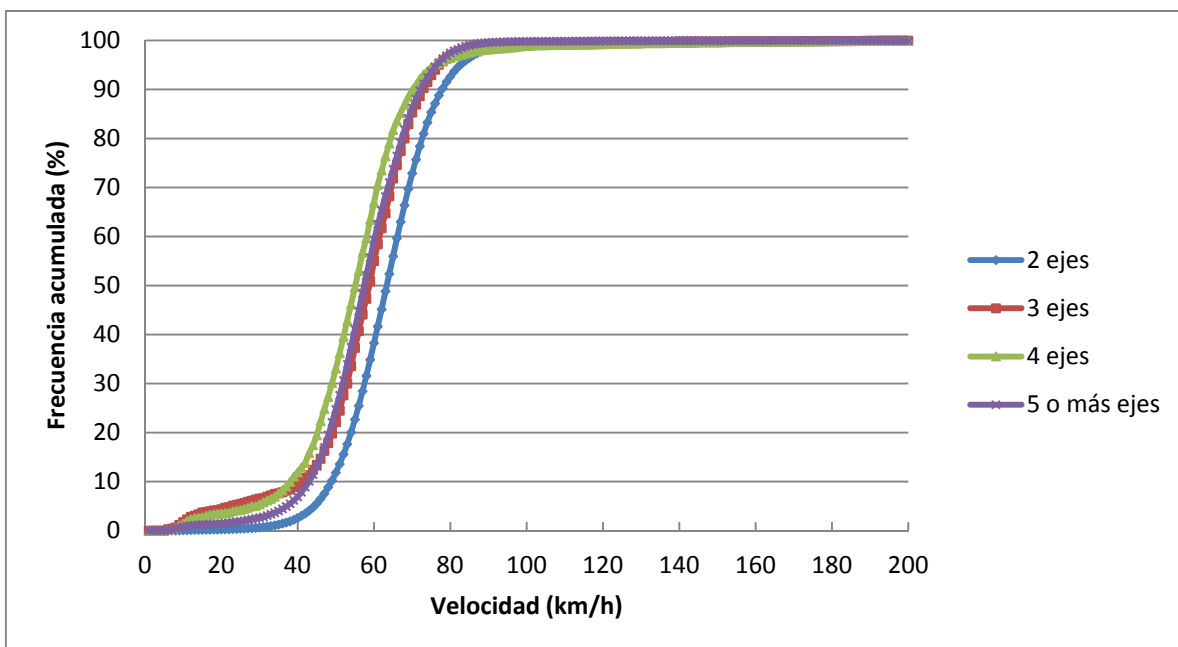


Figura 13. Distribución de vehículos en la estación de Cambronero

Fuente: Autores, 2016

En la totalidad de vehículos, los de dos ejes son mayoría y los de cuatro ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 40 km/h y 80 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (50 km/h) y adicionándole 20 km/h para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (88,2 %) y cuatro ejes (66,9 %). De acuerdo al porcentaje de vehículos que transitan 20 km por encima de la velocidad de referencia, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de dos ejes y de cuatro ejes con 27,1 % y 10,1 % respectivamente.

Cuadro 4. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Cambronero

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	88 485	3 516	3 187	21 260
Promedio (km/h)	63,5	57,3	54,8	57,3
Percentil 85 (km/h)	74,9	69,9	66,9	69,5
Percentil 15 (km/h)	51,8	46,3	42,8	46,1
Encima de 50 km/h (%)	88,2	77,9	66,9	75,3
Encima de 70 km/h (%)	27,1	14,6	10,1	13,7

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir con mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases mencionadas en el Cuadro 1. En la **Figura 14** y el **Cuadro 5** se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

Inicialmente, para frecuencias acumuladas bajas son los vehículos de clasificación F1 (motocicletas) quienes presentan velocidades menores y para frecuencias acumuladas altas, son los vehículos de clasificación F5 (camiones de dos ejes) quienes poseen velocidades menores. En promedio, según el cuadro anterior, se observa que la clasificación F3 (*pick up*) es la que posee en promedio velocidades mayores (66,2 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (56,6 km/h). El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones superan la velocidad de 50 km/h tomada como referencia.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 28 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



Finalmente, se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (50 km/h) y 20 km/h por encima de la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F3 (*pick up*) y F1 (motocicletas) con 91,0 % y 71,2 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima de la velocidad de referencia más 20 km/h los F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) tienen el porcentaje mayor y menor con 57,5 % y 14,5 % correspondientemente.

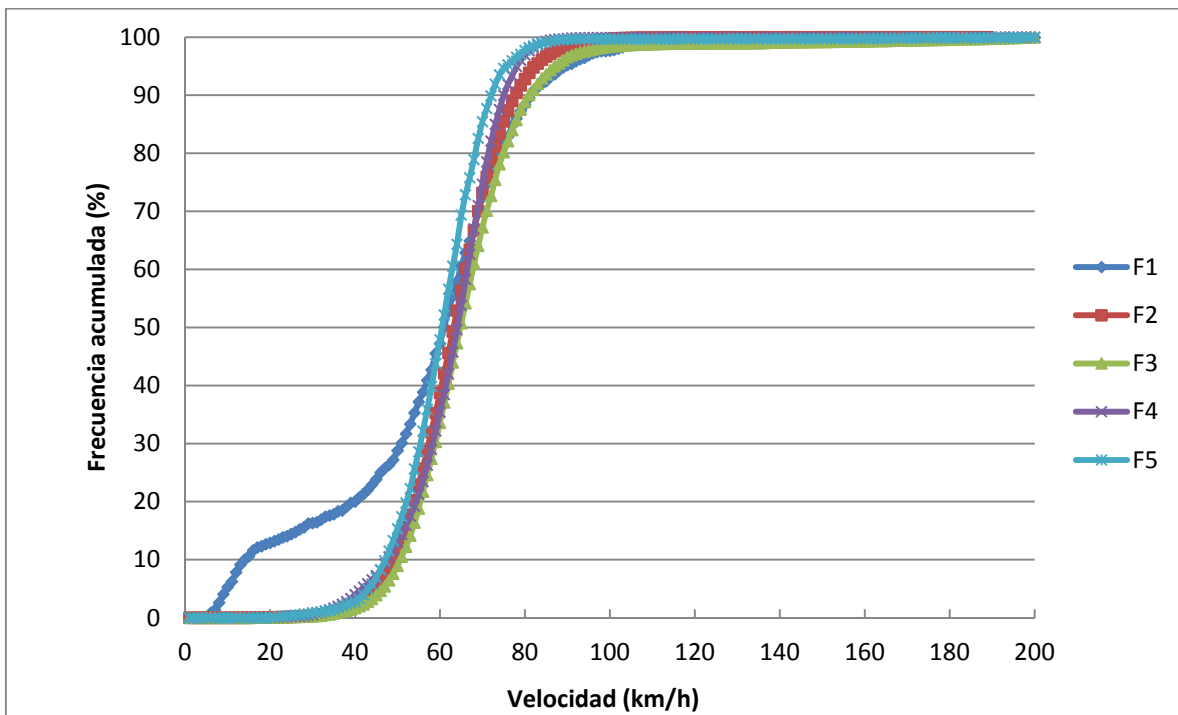


Figura 14. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Cambronero

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 5. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Cambronero

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	1 374	66 826	11 521	5 951	2 813
Promedio (km/h)	56,6	63,4	66,2	62,7	60,3
Percentil 85 (km/h)	77,2	74,8	77,6	73,0	69,9
Percentil 15 (km/h)	26,3	51,8	53,4	51,4	49,9
Encima de 50 km/h (%)	71,2	88,3	91,0	87,0	84,7
Encima de 70 km/h (%)	57,5	26,8	32,7	25,3	14,5

Fuente: Autores, 2016

7.2.4. Análisis por factor temporal

En la **Figura 15** se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es domingo con 62,5 km/h y con velocidad promedio menor es viernes con 61,3 km/h. Más adelante, en la **Figura 16** se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar hasta las seis de la mañana y luego a disminuir hasta las seis de la tarde que es cuando la velocidad vuelve a aumentar. La hora de mayor velocidades es de cinco a seis de la mañana con una velocidad promedio de 66,6 km/h y la de velocidades menores es de cinco a seis de la tarde con una velocidad promedio de 57,9 km/h. La hora de velocidad menor coincide con la salida regular de trabajo de las personas.

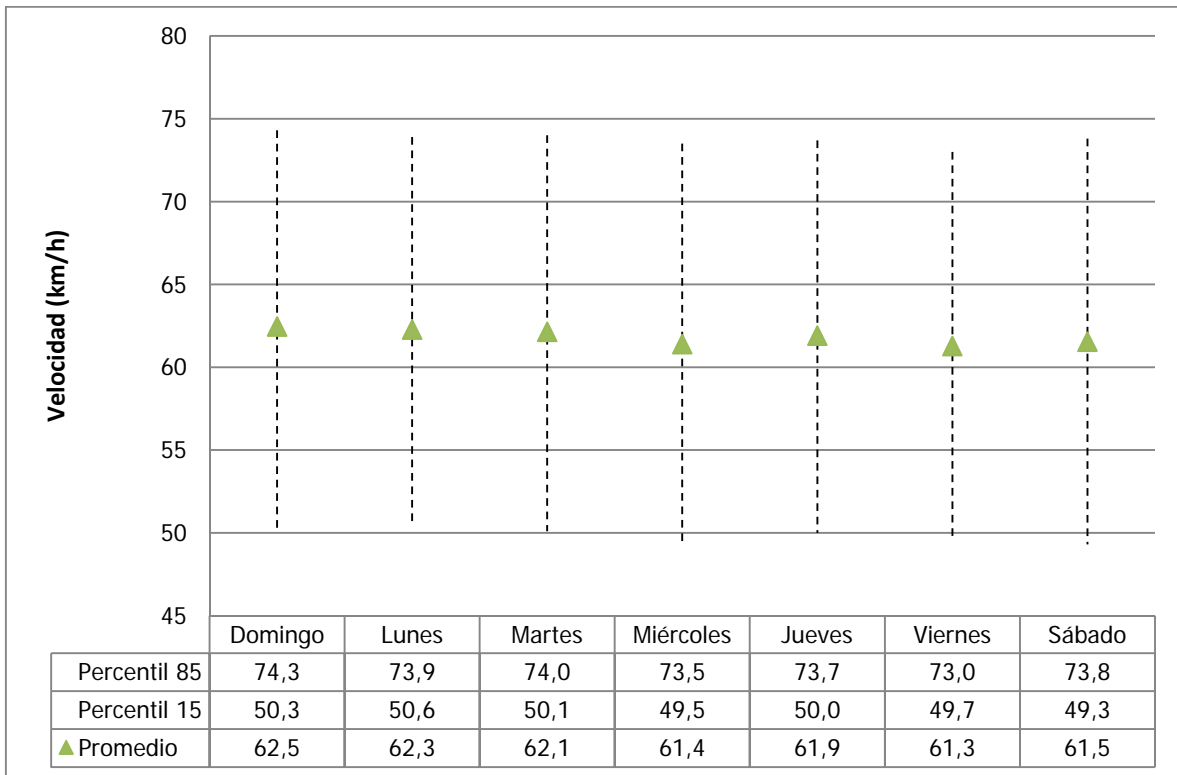


Figura 15. Velocidad por día de la semana para la estación de Cambronero

Fuente: Autores, 2016

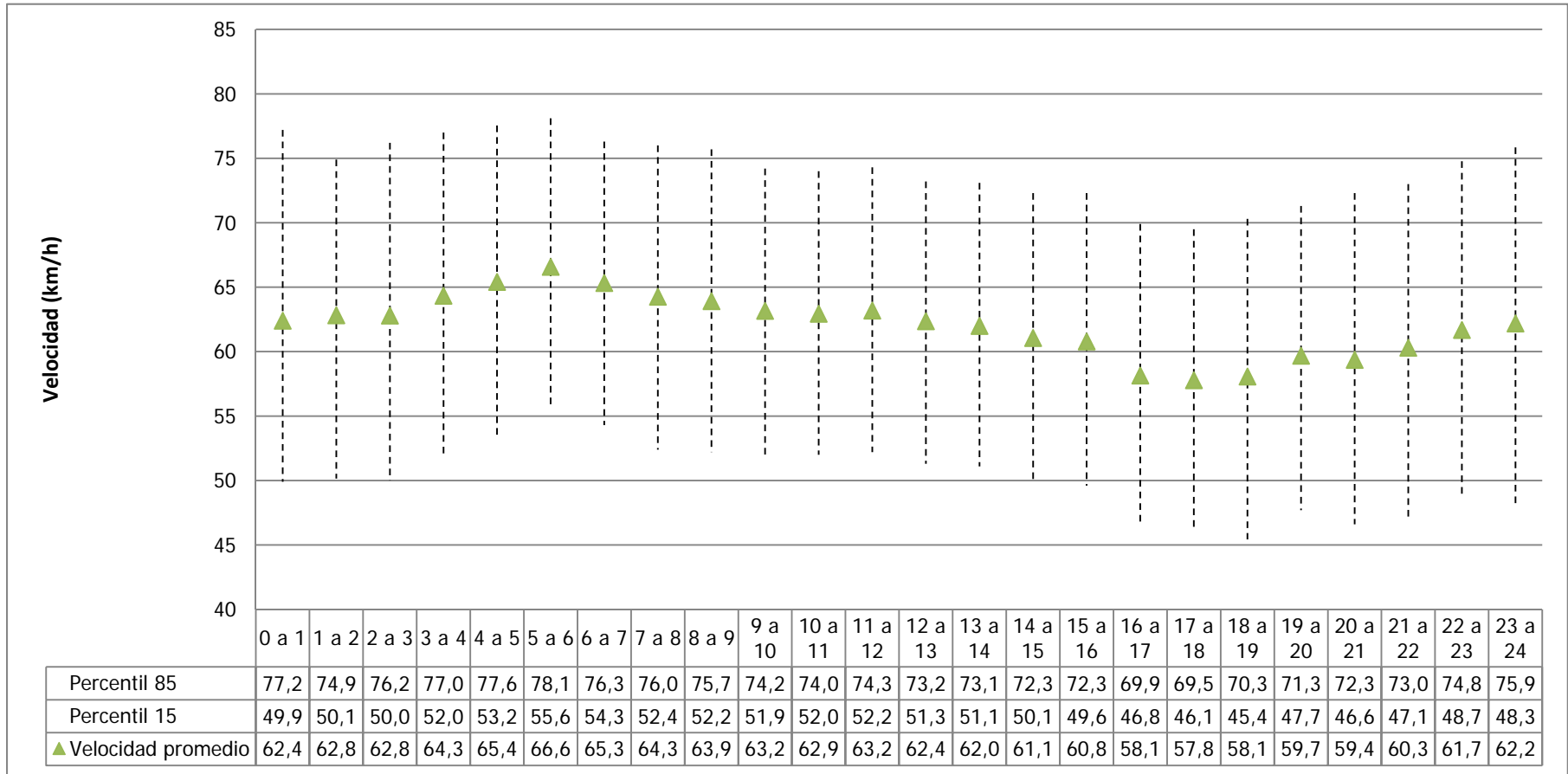


Figura 16. Velocidad por hora del día para la estación de Cambronero

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 32 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

7.3. Estación de Cañas

7.3.1. Descripción de datos

La estación permanente de Cañas está ubicada en la Ruta Nacional 1 Interamericana Norte, y se encuentra en San Miguel de Cañas en el puente sobre el río Higuerón. Se encuentra dentro de la sección de control 50 110 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 75 km/h.

Según mediciones del primero de enero al 31 de diciembre de 2011, la estación de Cañas tiene un TPDA de 5 861 vehículos (Anuario de información de tránsito, 2013).

Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 15 4407 vehículos obtenidos por el dispositivo contador entre el 26 de julio y el 23 de agosto de 2011.

7.3.2. Análisis de velocidades en la estación

En la **Figura 17** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Búfalo y se comparan estos datos con la velocidad de 75 km/h tomada como referencia. Se observa que aproximadamente el 55 % de los vehículos contados superan esta velocidad.

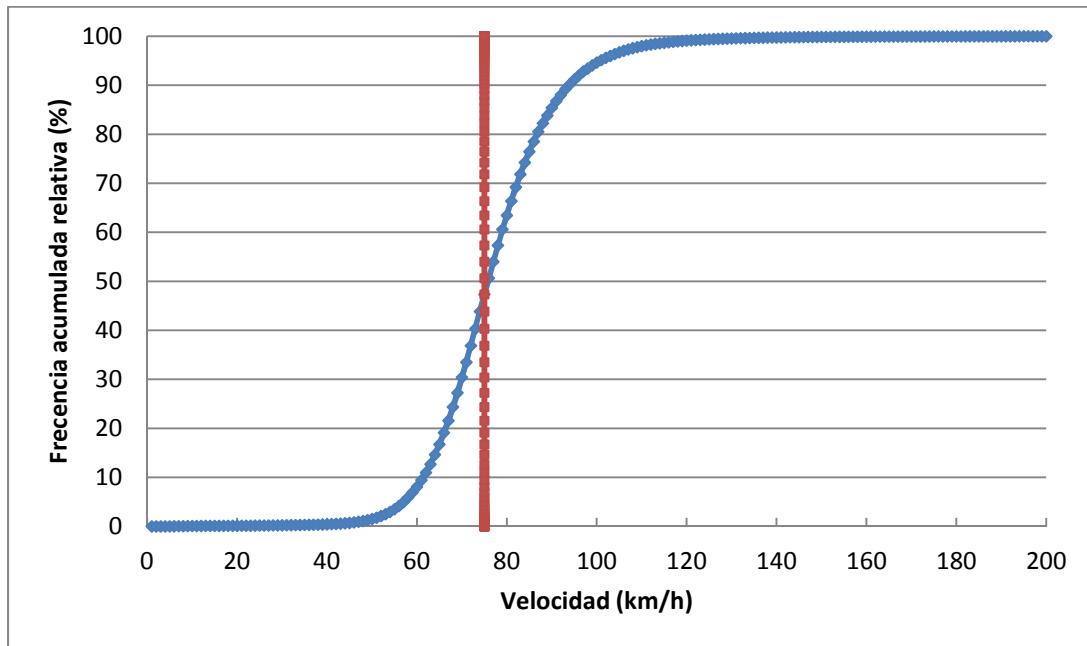


Figura 17. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Cañas

Fuente: Autores, 2016

En la **Figura 18** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 75 km/h siendo también está la velocidad de referencia. Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo está entre 65 y 85 km/h.

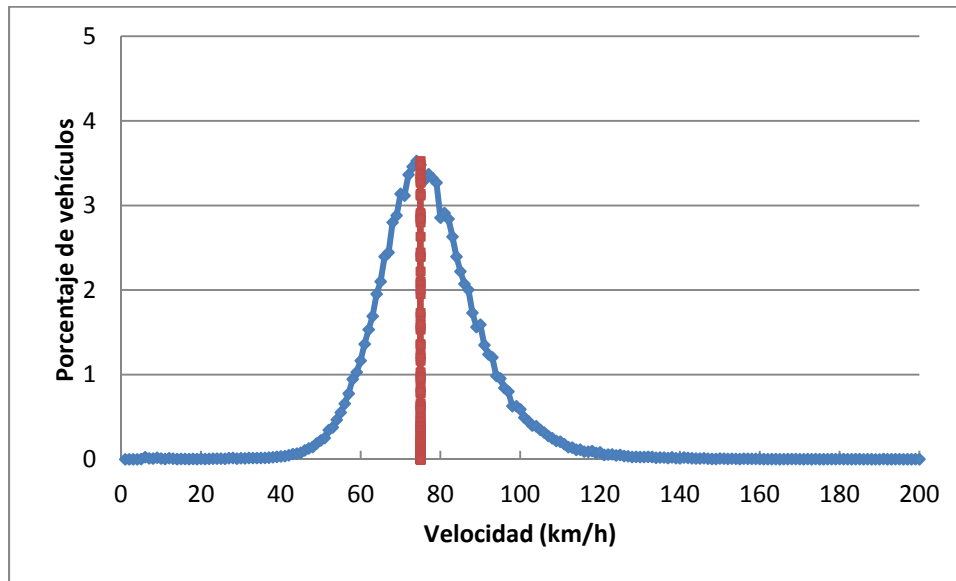


Figura 18,.Distribución de velocidades en la estación de Cañas

Fuente: Autores, 2016

7.3.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 19** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de tres ejes (color rojo) tienen velocidades mayores que el resto, a lo largo de toda la distribución, pues se encuentra a la derecha de las gráficas para las demás clasificaciones. Los vehículos de cuatro ejes (verde) poseen las velocidades menores para frecuencias acumuladas bajas, finalmente, son los vehículos de cinco o más ejes (morado) quienes presentan velocidades menores con frecuencias acumuladas altas.

En el **Cuadro 6** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de tres ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (81,4 km/h) y los de cuatro ejes poseen una velocidad promedio menor (73,1 km/h).

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de cuatro ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 60,0 km/h y 94,2 km/h para todas las

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 35 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



clasificaciones; siendo siempre la clasificación de tres ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (75 km/h) y adicionándole 20 km/h para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de tres ejes (66,6 %) y cuatro ejes (38,5 %). De acuerdo al porcentaje de vehículos que transitan por encima de 95 km/h, los porcentajes mayores y menores son para los vehículos de tres ejes y de cinco o más ejes con 13,9 % y 3,2 % respectivamente.

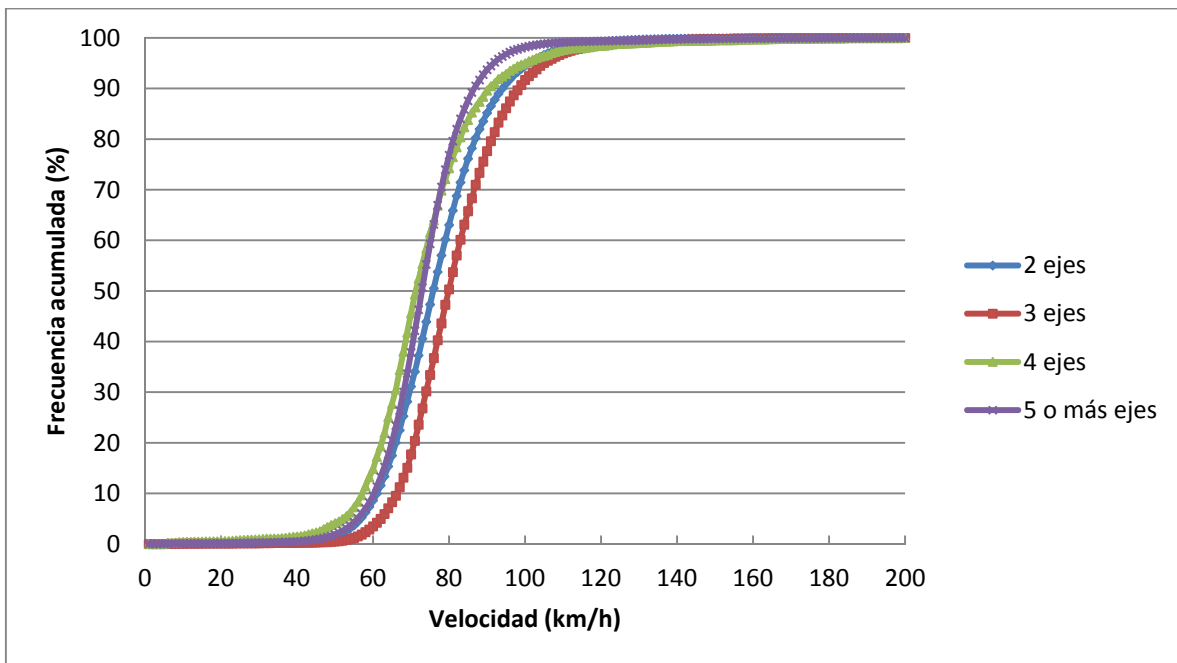


Figura 19. Distribución de vehículos en la estación de Cañas

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 6. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Cañas

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	99 415	25 802	4 454	24 736
Promedio (km/h)	76,9	81,4	73,1	73,4
Percentil 85 (km/h)	89,9	94,2	86,0	83,6
Percentil 15 (km/h)	63,9	69,0	60,1	63,0
Encima de 75 km/h (%)	52,7	66,6	38,5	40,7
Encima de 95 km/h (%)	9,0	13,9	7,1	3,2

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases explicadas en el Cuadro 1. En la **Figura 20** y el **Cuadro 7** se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

Los vehículos de clasificación F1 (motocicletas) presenta a lo largo de toda la distribución velocidades menores a las demás clasificaciones como se puede observar en la figura anterior. Existe la posibilidad de que el dispositivo también detectara bicicletas y las mismas fuesen incluidas en esta categoría. Para frecuencias acumuladas bajas la clasificación F4 (autobuses) posee velocidades mayores, para frecuencias acumuladas altas la clasificación F3 (*pick up*) presenta las velocidades mayores. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F3 (*pick up*) es la que posee en promedio velocidades mayores (79,8 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (66,7 km/h), El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones superan la velocidad de 75 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (75 km/h) y por encima de los 95 km/h para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F4 (*autobuses*) y F1 (motocicletas) con 61,5 % y 27,3 % respectivamente. Para el caso del



porcentaje por encima de 95 km/h los F3 (*pick up*) y F1 (motocicletas) tienen el porcentaje mayor y menor con 57,5 % y 14,5 % correspondientemente. Más de la mitad de los vehículos *pick up* sobrepasan la velocidad tomada como referencia en la estación de Cañas.

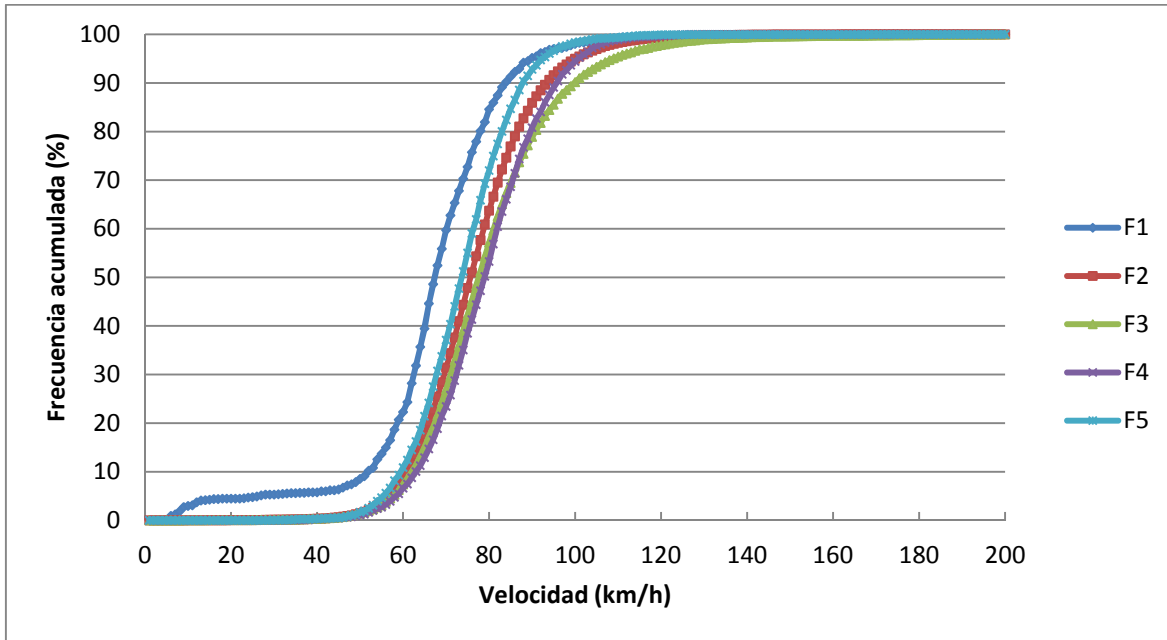


Figura 20. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Cañas

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 7. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Cañas

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	1 323	78 582	12 443	3 808	3 259
Promedio (km/h)	66,7	76,7	79,8	79,1	73,9
Percentil 85 (km/h)	80,6	89,5	94,6	92,4	85,2
Percentil 15 (km/h)	56,1	63,9	65,0	66,2	62,3
Encima de 75 km/h (%)	27,3	52,2	57,8	61,5	45,0
Encima de 95 km/h (%)	3,0	8,4	14,5	10,9	3,4

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 38 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

7.3.4. Análisis por factor temporal

En la **Figura 21** se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es domingo con 91,6 km/h y con velocidad promedio menor es viernes con 88,7 km/h. Más adelante en la **Figura 22** se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar hasta las cinco de la mañana y luego a disminuir hasta las 11 de la mañana; de ahí se mantiene relativamente constante hasta las dos de la tarde para luego disminuir hasta las siete de la noche, que es cuando la velocidad vuelve a aumentar. La hora de mayor velocidades es de cuatro a cinco de la mañana con una velocidad promedio de 84,3 km/h y la de velocidades menores es de seis de la tarde a siete de la noche con una velocidad promedio de 72,7 km/h.

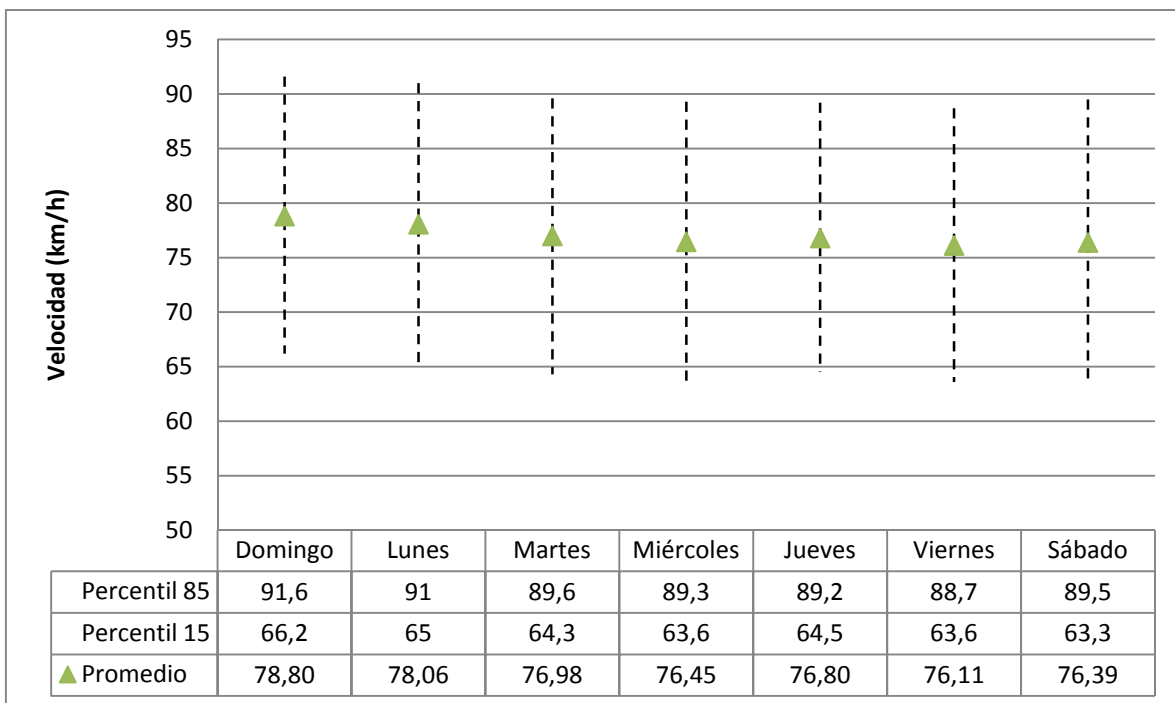


Figura 21. Velocidad por día de la semana para la estación de Cañas

Fuente: Autores, 2016

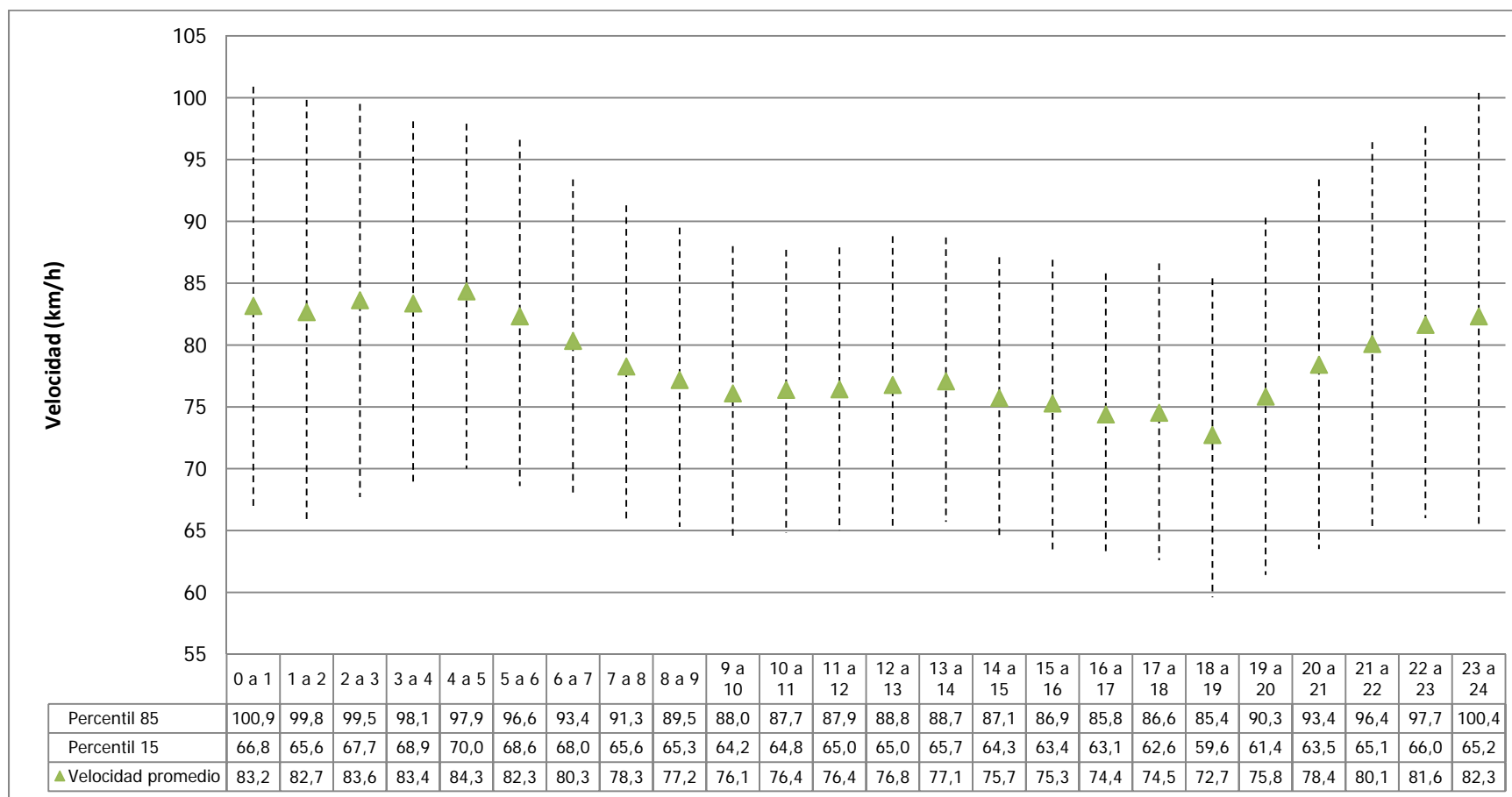


Figura 22. Velocidad por hora del día para la estación de Cañas

Fuente: Autores, 2016



7.4. Estación de Desmonte

7.4.1. Descripción de datos

La estación permanente de Desmonte está ubicada en la Ruta Nacional 3, y se encuentra 500 m después del poblado de Desmonte, San Mateo (sentido Atenas - San Mateo). Se encuentra dentro de la sección de control 20 112 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 45 km/h. Según mediciones del primero de enero al 31 de diciembre de 2012, la estación de Búfalo tiene un TPDA de 1 033 vehículos (MOPT, 2014). Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 25 223 vehículos, obtenidos del 29 de mayo al 27 de junio de 2012.

7.4.2. Análisis de velocidades en la estación

En la **Figura 23** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Desmonte y se comparan estos datos con la velocidad de 45 km/h tomada como referencia. Aproximadamente el 80 % de los vehículos contados superan esta velocidad.

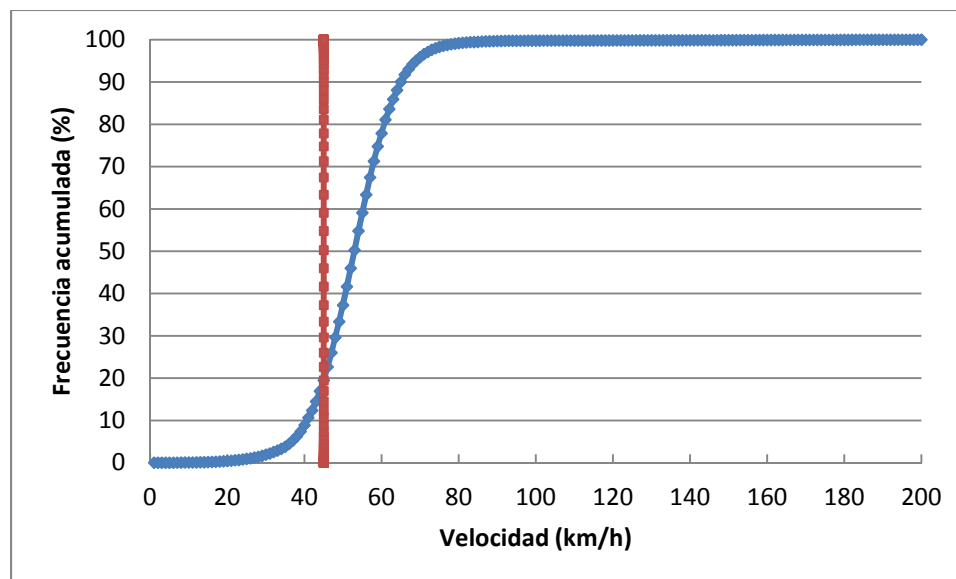


Figura 23. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Desmonte

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 41 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

En la **Figura 24** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 55 km/h. Además se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo está entre 45 y 65 km/h, ambos valores por encima de la velocidad tomada como referencia.

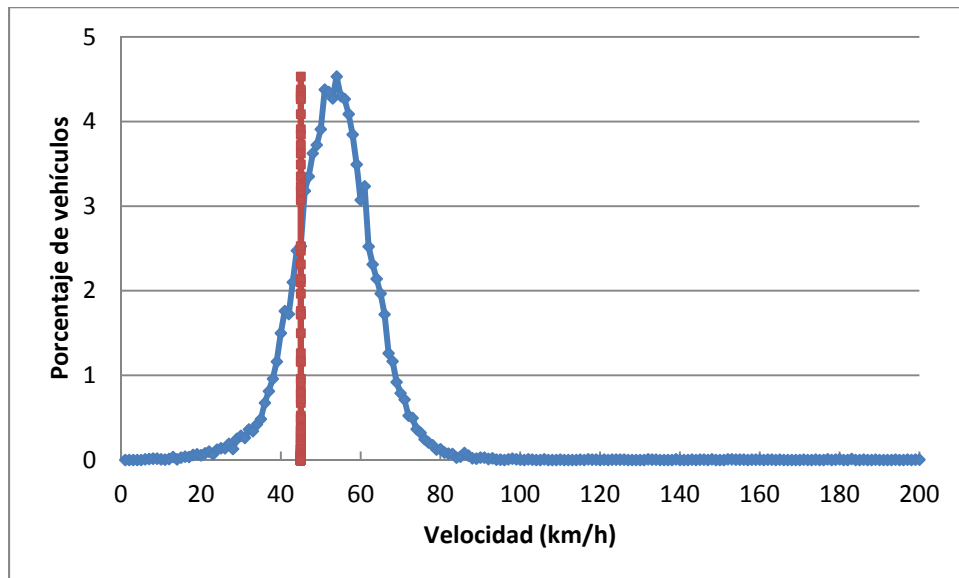


Figura 24, Distribución de velocidades en la estación de Desmote

Fuente: Autores, 2016

7.4.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 25** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color celeste) tienen velocidades mayores que el resto para frecuencias acumuladas bajas y finalmente para las frecuencias acumuladas mayores, son los vehículos de cinco o más ejes (color morado) quienes poseen menores velocidades. Los vehículos de cinco o más ejes (color morado) poseen las velocidades menores para frecuencias acumuladas bajas, finalmente, son los vehículos de dos ejes (celeste) quienes presentan velocidades menores con frecuencias acumuladas altas.



En el **Cuadro 8** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (53,1 km/h) y los de tres poseen una velocidad promedio menor (50,2 km/h).

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de cinco o más ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 35 km/h y 70 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (45 km/h) y por encima de una velocidad 20 km/h mayor a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (81,0 %) y cinco o más ejes (66,2 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 65 km/h, los porcentajes mayores y menores serían para los vehículos de cinco o más ejes y los de dos ejes con 19,7 % y 9,8 % respectivamente.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 43 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

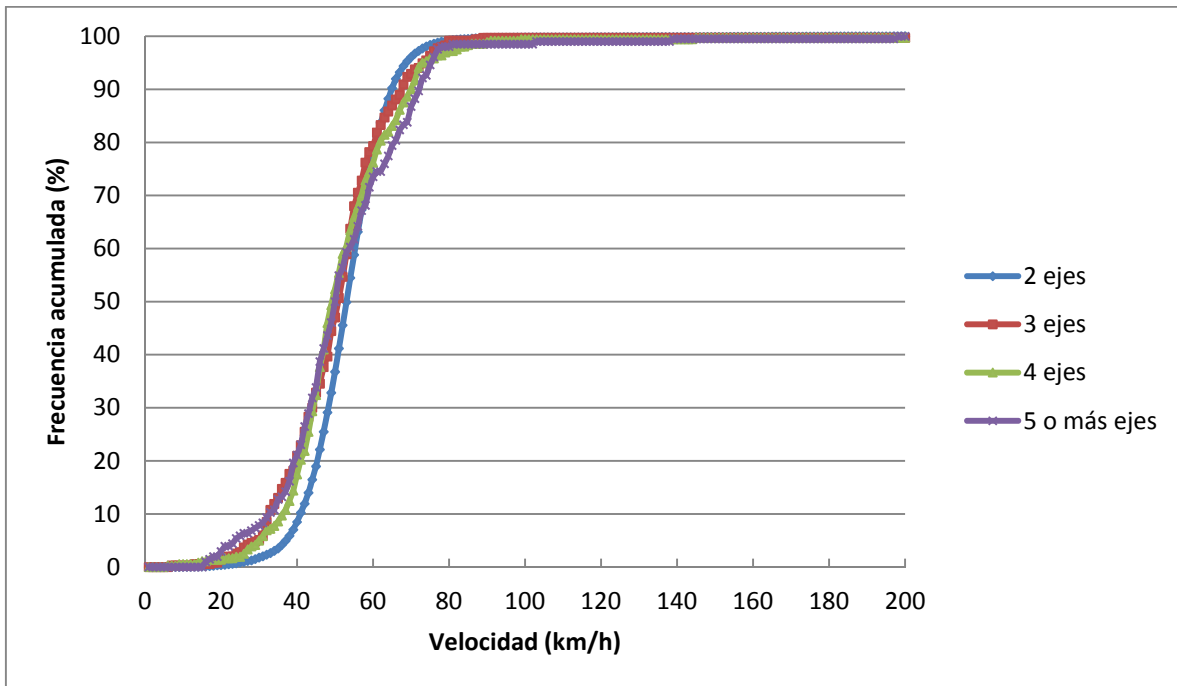


Figura 25. Distribución de vehículos en la estación de Desmonte

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 8. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Desmonte

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	24 323	347	355	198
Promedio (km/h)	53,1	50,2	51,2	51,3
Percentil 85 (km/h)	62,6	62,9	66,1	69,6
Percentil 15 (km/h)	43,5	36,6	39,4	37,8
Encima de 45 km/h (%)	81,0	67,2	67,6	66,2
Encima de 65 km/h (%)	9,8	12,7	16,3	19,7

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo a describir con mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 44 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

explicadas en el Cuadro 1. En la **Figura 26** y el **Cuadro 9** se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

A lo largo de toda la distribución son los vehículos F1 (motocicletas) quienes poseen las velocidades menores. Se observa que los vehículos de clasificación F5 (camiones de dos ejes) y los F1 (*pick up*) tienen las velocidades menores (46,7 km/h) y mayores (60,2 km/h) en promedio respectivamente. El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones superan la velocidad de 45 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (45 km/h) y por encima de la velocidad temeraria (adicionándole 20 km/h a la velocidad de referencia) para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) con 93,0 % y 55,6 % correspondientemente. Para el caso del porcentaje por encima de 65 km/h los F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) tienen el porcentaje mayor y menor con 30,9 % y 0,8 % correspondientemente.

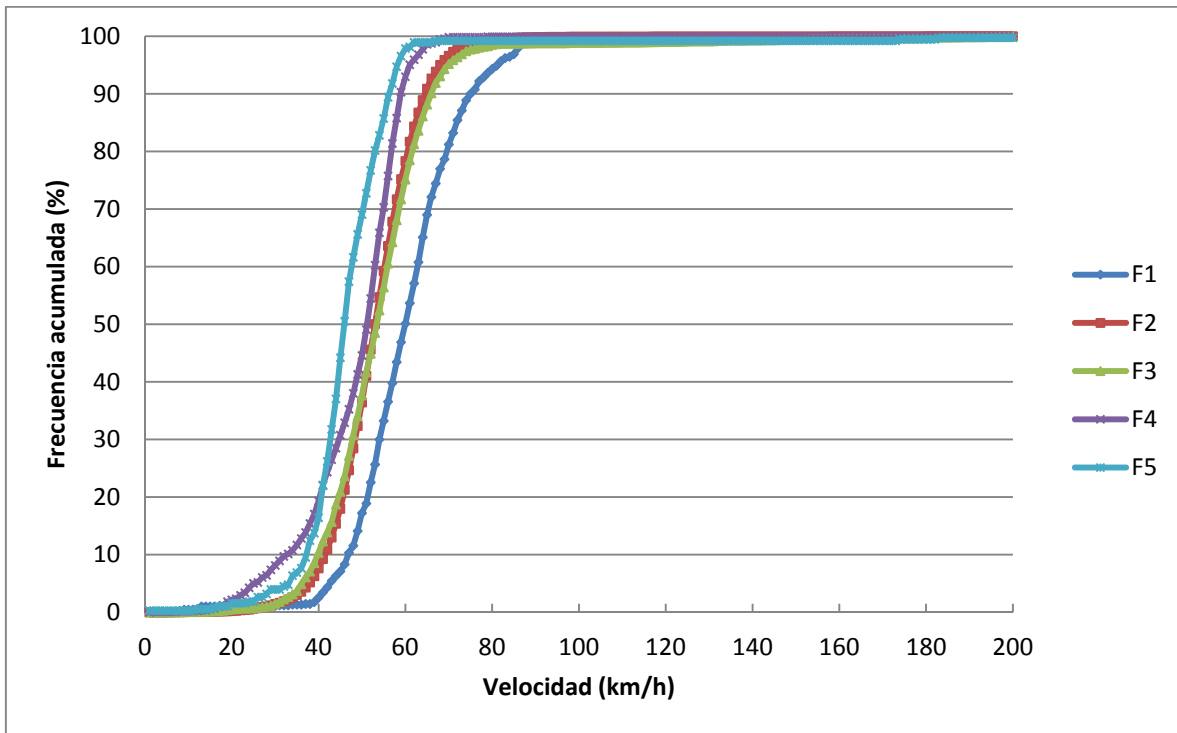


Figura 26. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Desmonte

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 9. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Desmonte

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	894	18 547	3 361	1 149	372
Promedio (km/h)	60,2	53,0	54,0	48,4	46,7
Percentil 85 (km/h)	71,9	62,3	63,6	57,9	54,6
Percentil 15 (km/h)	49,3	43,9	42,8	37,5	39,6
Encima de 45 km/h (%)	93,0	82,1	79,1	69,3	55,6
Encima de 65 km/h (%)	30,9	9,1	11,8	1,2	0,8

Fuente: Autores, 2016

7.4.4. Análisis por factor temporal

En la **Figura 27** se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es viernes con 63,6 km/h y con velocidad promedio menor es domingo con 61,4 km/h. Más adelante en la **Figura 28** se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar hasta las dos de la mañana para luego bajar e ir aumentando hasta las seis de la mañana. Posteriormente las velocidades permanecen relativamente constantes hasta las ocho de la noche en donde se presenta un descenso para finalmente aumentar hasta la media noche. La hora de mayor velocidades es de una a dos de la madrugada con una velocidad promedio de 56,2 km/h y la de velocidades menores es de dos a tres de la madrugada con una velocidad promedio de 50,5 km/h.

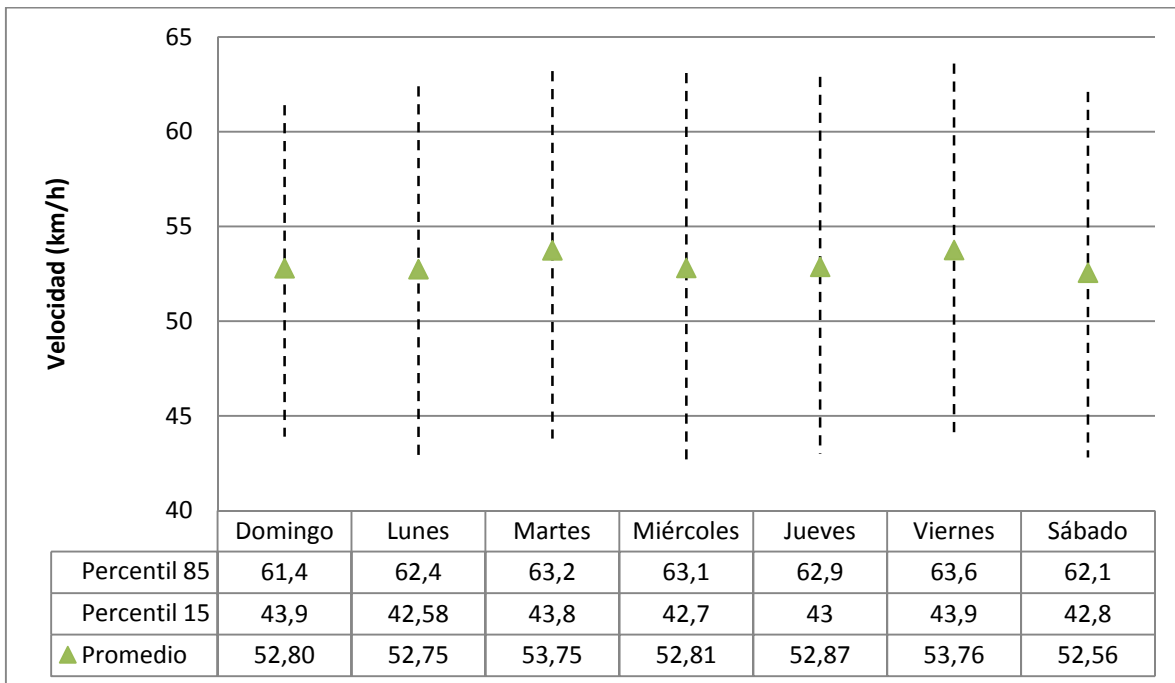


Figura 27. Velocidad por día de la semana para la estación de Desmorte

Fuente: Autores, 2016

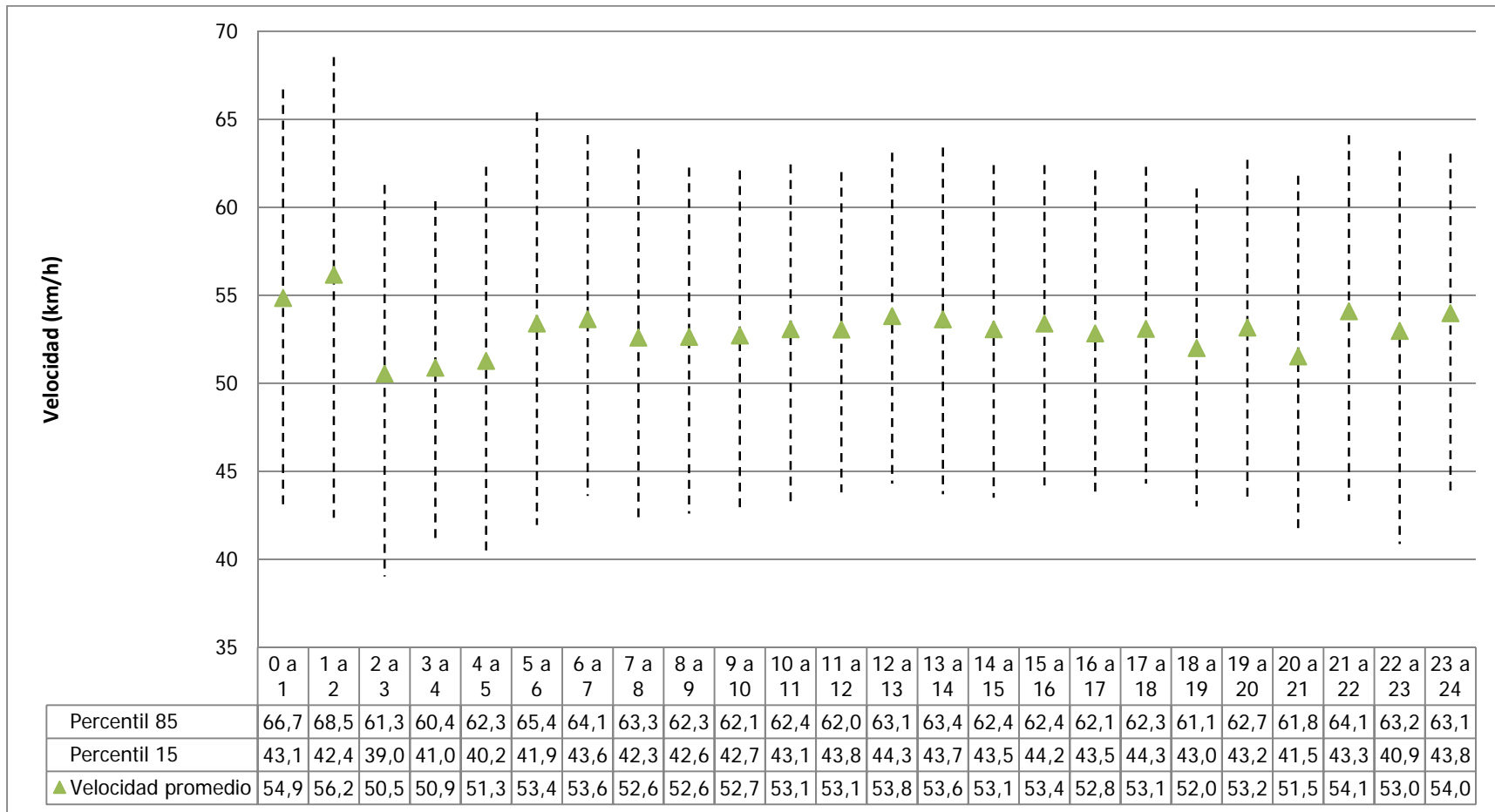


Figura 28. Velocidad por hora del día para la estación de Desmote

Fuente: Autores, 2016



7.5. Estación de Guápil

7.5.1. Descripción de datos

La estación permanente de Guápil está ubicada en la Ruta Nacional 34, y se encuentra al frente de la entrada a playa Guápil. Se encuentra dentro de la sección de control 60 101 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 30 km/h.

Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 51 517 vehículos obtenidos del 3 al 22 de agosto de 2012. Esta estación entró a sustituir la estación de Matapalo e inició operaciones el 3 de agosto de 2012.

Debido la ubicación geográfica de esta estación con respecto a la anterior, se considera que las estaciones no varían en sus características de tránsito entre sí (Anuario de información de tránsito, 2013).

7.5.2. Análisis de velocidades en la estación

En la **Figura 29** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Guápil y se comparan estos datos con la velocidad de 30 km/h tomada como referencia.

Se observa que aproximadamente el 100 % de los vehículos contados superan esta velocidad. En esta estación, aproximadamente el 90 % de los vehículos conducen a velocidades mayores a 70 km/h.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 49 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

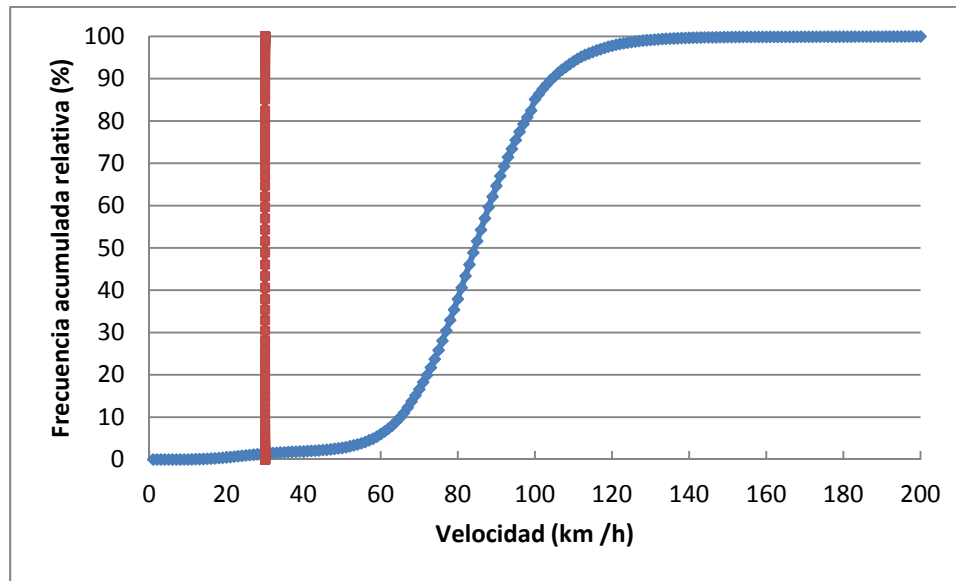


Figura 29. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Guápil

Fuente: Autores, 2016

En la **Figura 30** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 80 km/h. Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 70 km/h y 90 km/h, ambos valores mayores que la velocidad tomada como referencia.

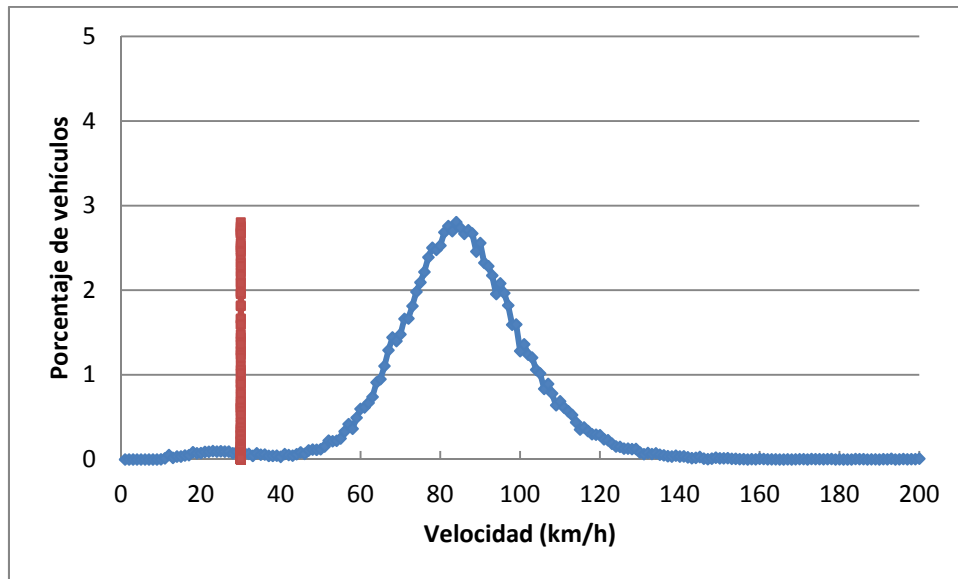


Figura 30. Distribución de velocidades en la estación de Guápil

Fuente: Autores, 2016

7.5.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 31** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color celeste) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cuatro ejes (verde) poseen las velocidades menores a lo largo de toda su frecuencia acumulada debido que se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones.

En el **Cuadro 10** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (85,4 km/h) y los de cuatro ejes poseen una velocidad promedio menor (76,2 km/h). La relación entre el número de ejes y la velocidad es inversa como es de esperar; sin embargo, para el caso de los vehículos de cinco ejes o más la velocidad aumenta con respecto a los de cuatro ejes como se observa en el cuadro anterior.

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de cuatro ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70% de los vehículos tienen velocidades entre 60 y 100 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que tanto los percentiles 85 como los 15 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (30 km/h) y por encima de una velocidad 20 km/h mayor a la de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (98,6 %) y tres ejes (96,4 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 50 km/h, los porcentajes mayores y menores son para los vehículos de cinco o más ejes y de cuatro ejes con 98,3 % y 94,0 % respectivamente.

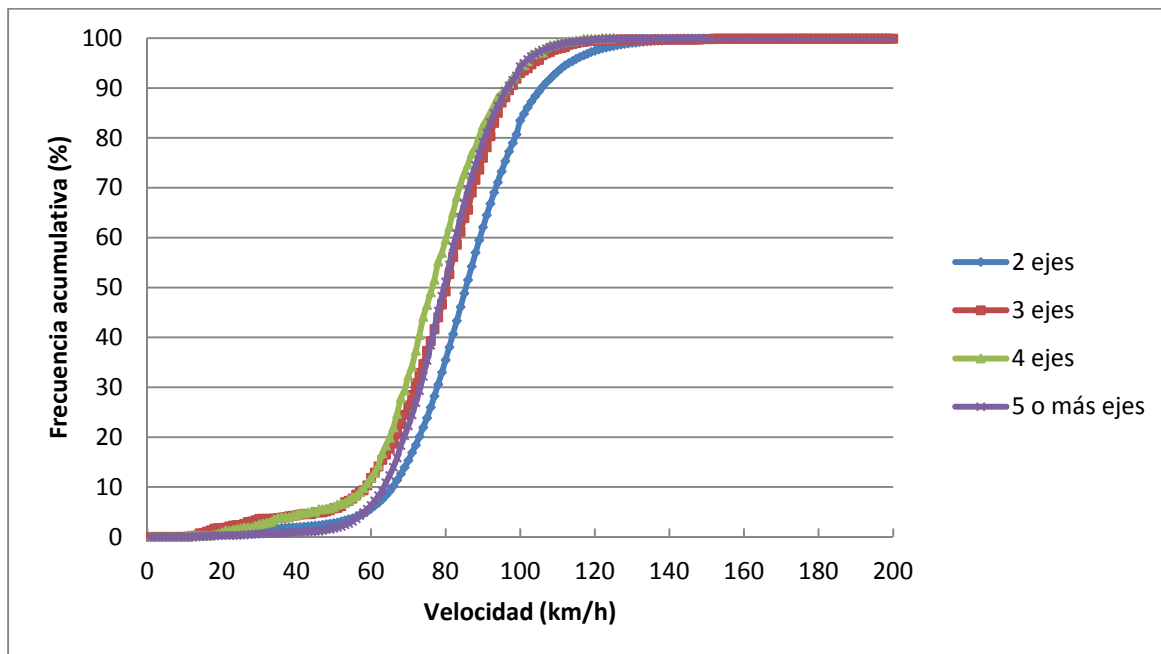


Figura 31. Distribución de vehículos en la estación de Guápil

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 10. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Guápil

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	43 617	1 125	632	6 142
Promedio (km/h)	85,4	78,1	76,2	79,7
Percentil 85 (km/h)	102,0	93,8	92,1	93,1
Percentil 15 (km/h)	69,8	62,8	62,5	66,5
Encima de 30 km/h (%)	98,6	96,4	97,5	99,4
Encima de 50 km/h (%)	97,2	94,2	94,0	98,3

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases indicadas en el Cuadro 1. En la **Figura 32** y el **Cuadro 11** se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

Los vehículos del tipo F1 (motocicletas) poseen las velocidades menores a lo largo de toda la distribución como se puede observar en la Figura anterior. Para frecuencias bajas son los vehículos F4 (bus) quienes poseen las velocidades mayores y para frecuencias acumuladas altas son los F3 (*pick up*). En promedio según el Cuadro anterior se observa que la clasificación F3 (*pick up*) es la que posee en promedio velocidades mayores (87,6 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (75,1 km/h), El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones superan la velocidad de 30 km/h.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (50 km/h) y por encima de una velocidad de 20 km/h mayor a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F4 (bus) y F1 (motocicletas) con 99,0 % y 96,3 % correspondientemente. Para el caso del porcentaje por encima de 50 km/h los F4 (bus) y F1 (motocicletas) tienen el porcentaje mayor y menor con 95,3 % y 76,7 % respectivamente.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 53 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

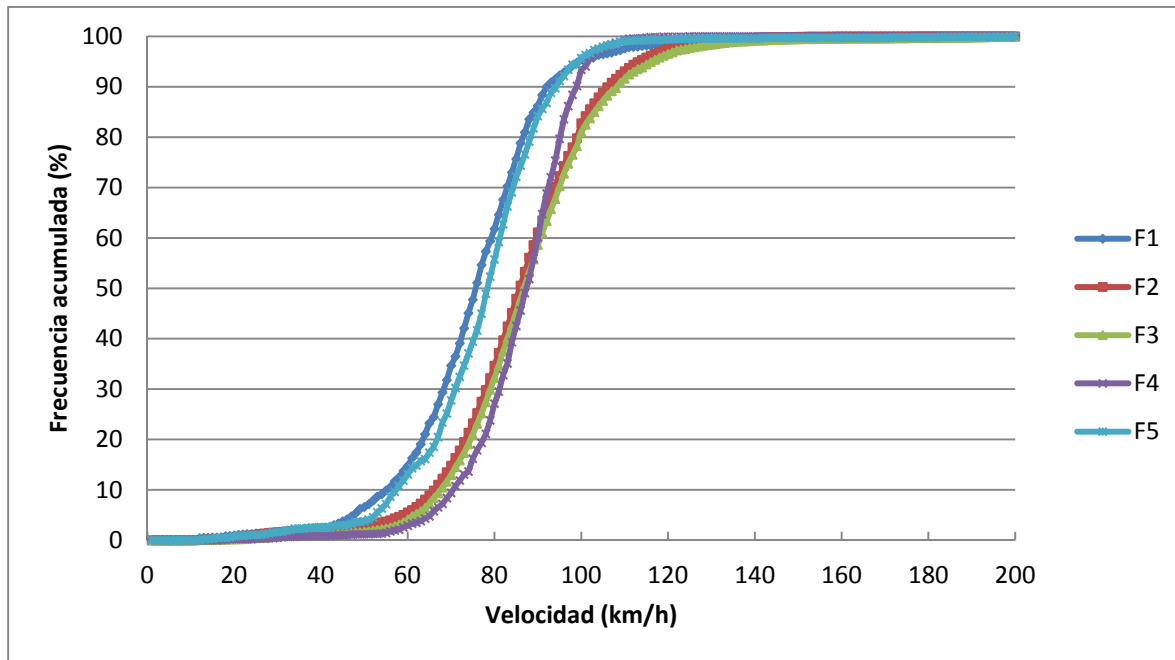


Figura 32. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Guápil

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 11. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Guápil

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	1 497	32 839	7 071	1 180	1030
Promedio (km/h)	75,1	85,7	87,6	85,7	77,1
Percentil 85 (km/h)	89,1	102,0	103,0	96,5	90,4
Percentil 15 (km/h)	60,3	70,2	71,4	74,7	62,3
Encima de 30 km/h (%)	96,3	97,6	98,7	99,0	97,0
Encima de 50 km/h (%)	76,7	91,1	92,7	95,3	82,6

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 54 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



7.5.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 33 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es lunes con 85,8 km/h y con velocidad promedio menor es domingo con 83,2 km/h. Más adelante en la Figura 34 se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar hasta las ocho de la mañana y luego a disminuir hasta las siete de la noche que es cuando la velocidad vuelve a aumentar. La hora de mayor velocidades es de siete a ocho de la mañana con una velocidad promedio de 89,1 km/h y la de velocidades menores es de seis a siete de la tarde con una velocidad promedio de 78,2 km/h.

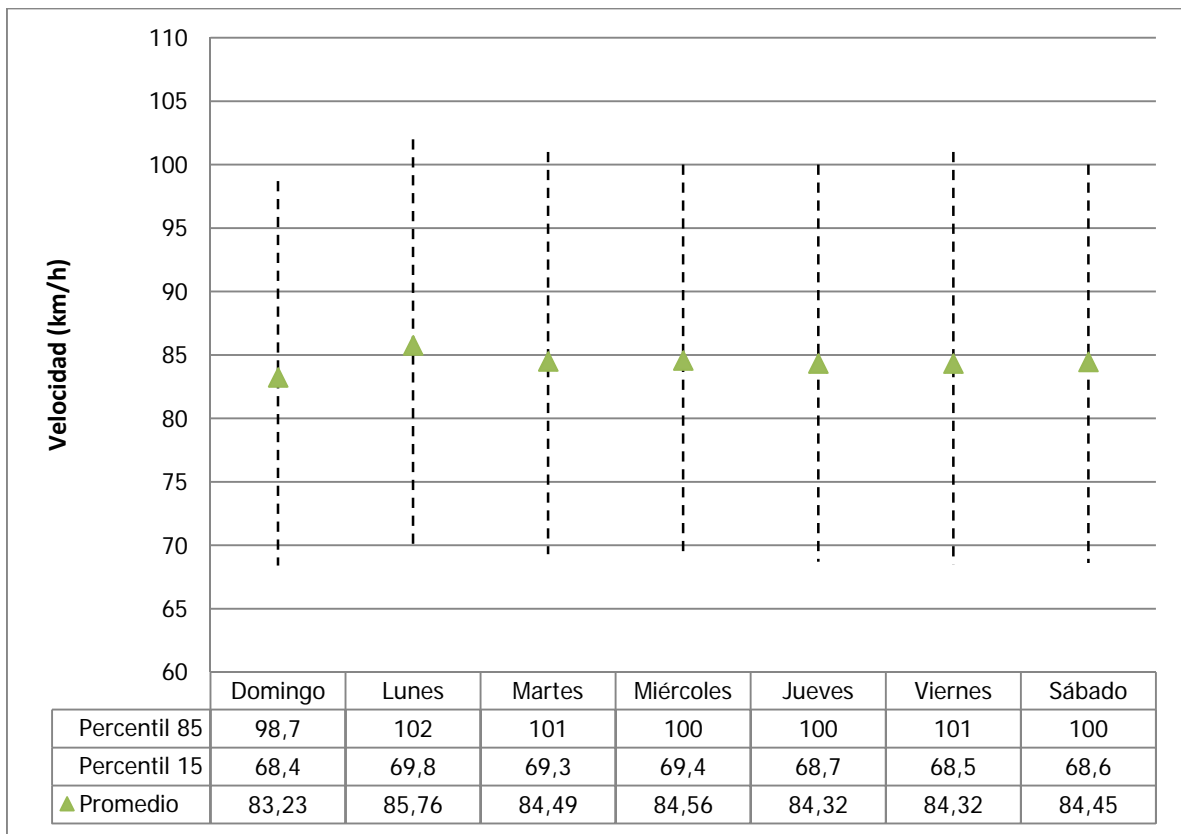


Figura 33. Velocidad por día de la semana para la estación de Guápil

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 55 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

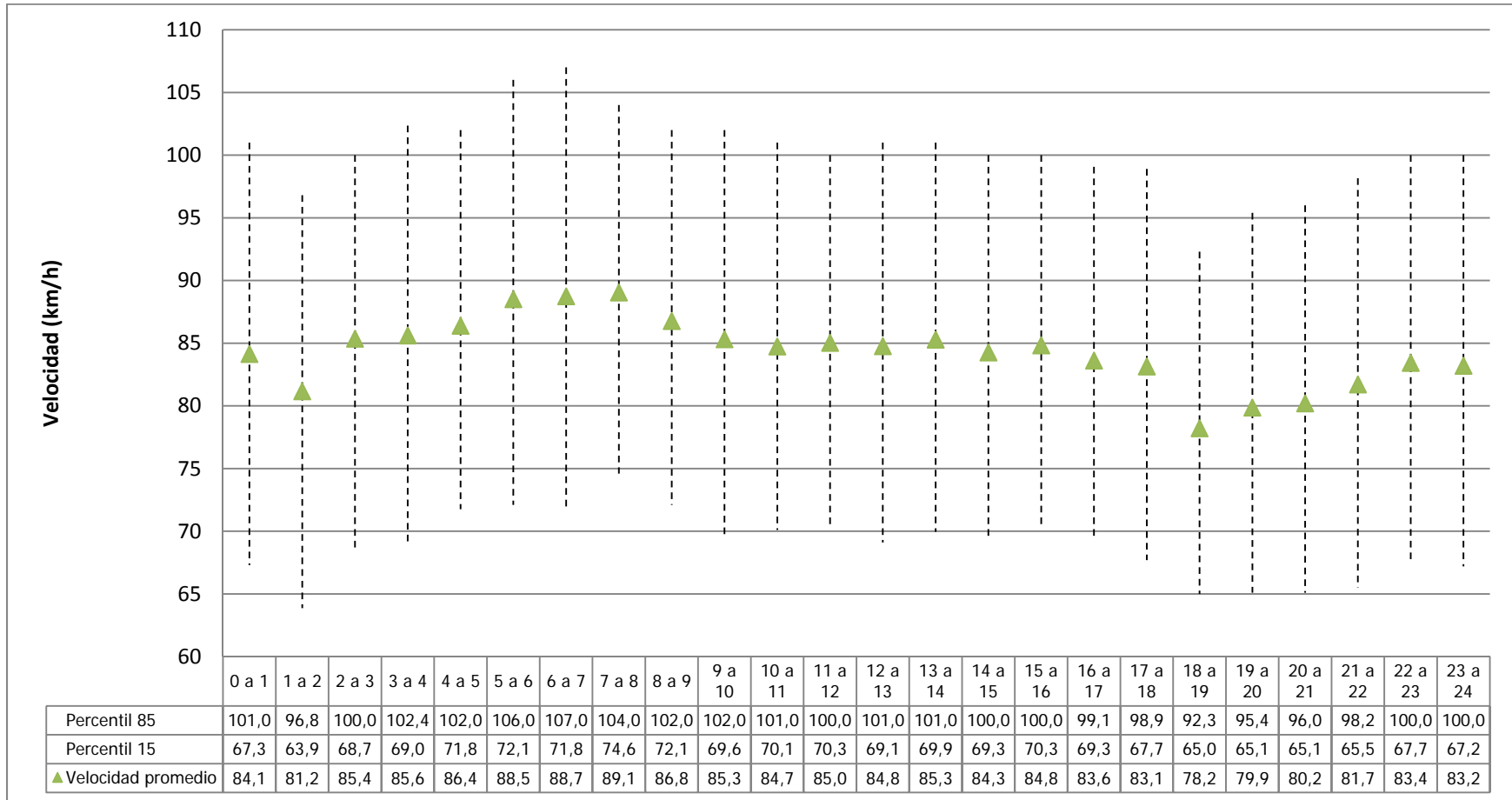


Figura 34. Velocidad por hora del día para la estación de Guápil

Fuente: Autores, 2016

7.6. Estación de Juan Viñas

7.6.1. Descripción de datos

La estación permanente de Juan Viñas está ubicada en Cartago, en la Ruta Nacional 10. Según mediciones del primero de enero al 31 de diciembre de 2012, la estación de Juan Viñas tiene un TPDA de 3 452 vehículos (Anuario de información de tránsito, 2013). Se encuentra dentro de la sección de control 30 480 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad máxima permitida es de 50 km/h.

Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 52 338 vehículos obtenidos del 2 de mayo al 16 de mayo de 2011.

7.6.2. Análisis de velocidades en la estación

En la **Figura 35** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Juan Viñas y se comparan estos datos con la velocidad de 50 km/h tomada como referencia.

Se observa que aproximadamente el 51 % de los vehículos contados superan esta velocidad. El 95 % de vehículos que transitan en esta estación poseen velocidades iguales o menores a 70 km/h.

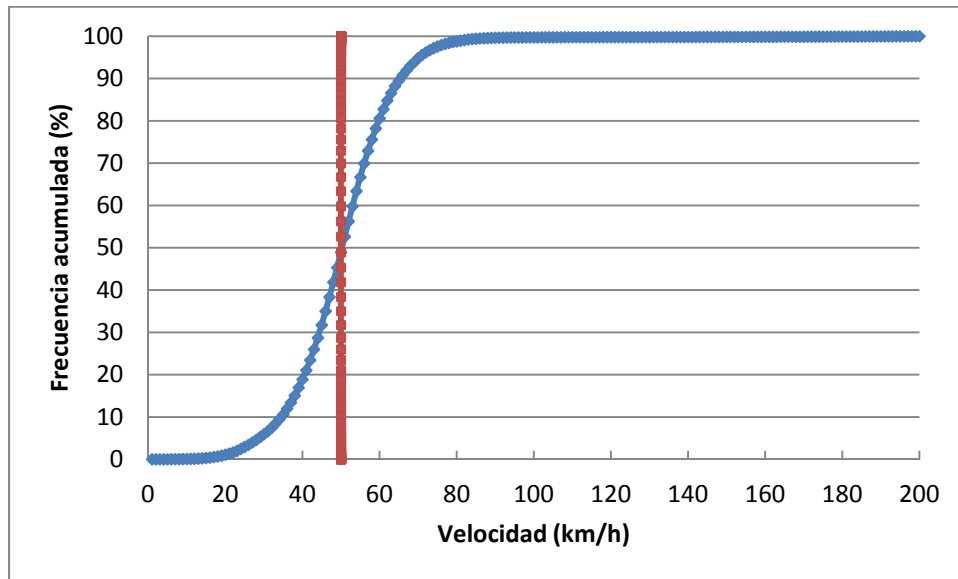


Figura 35. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Juan Viñas

Fuente: Autores, 2016

En la **Figura 36** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 50 km/h.

Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 40 y 60 km/h, rango dentro del cual se encuentra la velocidad tomada como referencia.

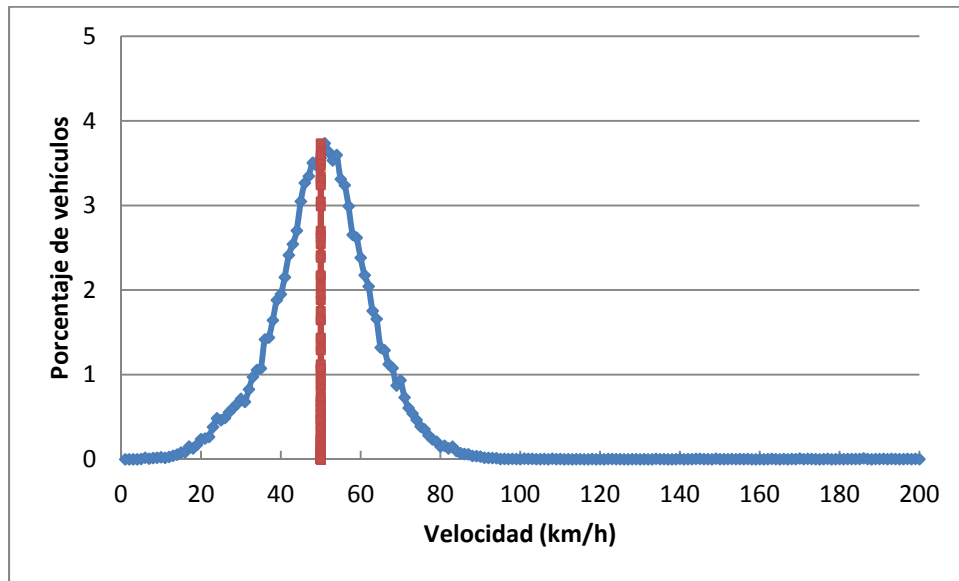


Figura 36. Distribución de velocidades en la estación de Juan Viñas

Fuente: Autores, 2016

7.6.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 37** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color celeste) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cinco o más ejes (morado) poseen las velocidades menores a lo largo de toda su frecuencia acumulada debido que se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones.

En el **Cuadro 12** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (51,6 km/h) y los de cinco o más ejes poseen una velocidad promedio menor (42,1 km/h). La relación entre el número de ejes y la velocidad es inversa como es de esperar; sin embargo, para el caso de los vehículos de cinco ejes o más la velocidad aumenta levemente con respecto a los de cuatro ejes como se observa en el Cuadro anterior.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 59 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de tres ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 25 km/h y 65 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia. Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (50 km/h) y por encima de una velocidad 20 km/h mayor que la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (54,8 %) y cinco o más ejes (29,2 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 65 km/h, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de cuatro ejes y de cinco o más ejes con 5,9 % y 2,2 % respectivamente.

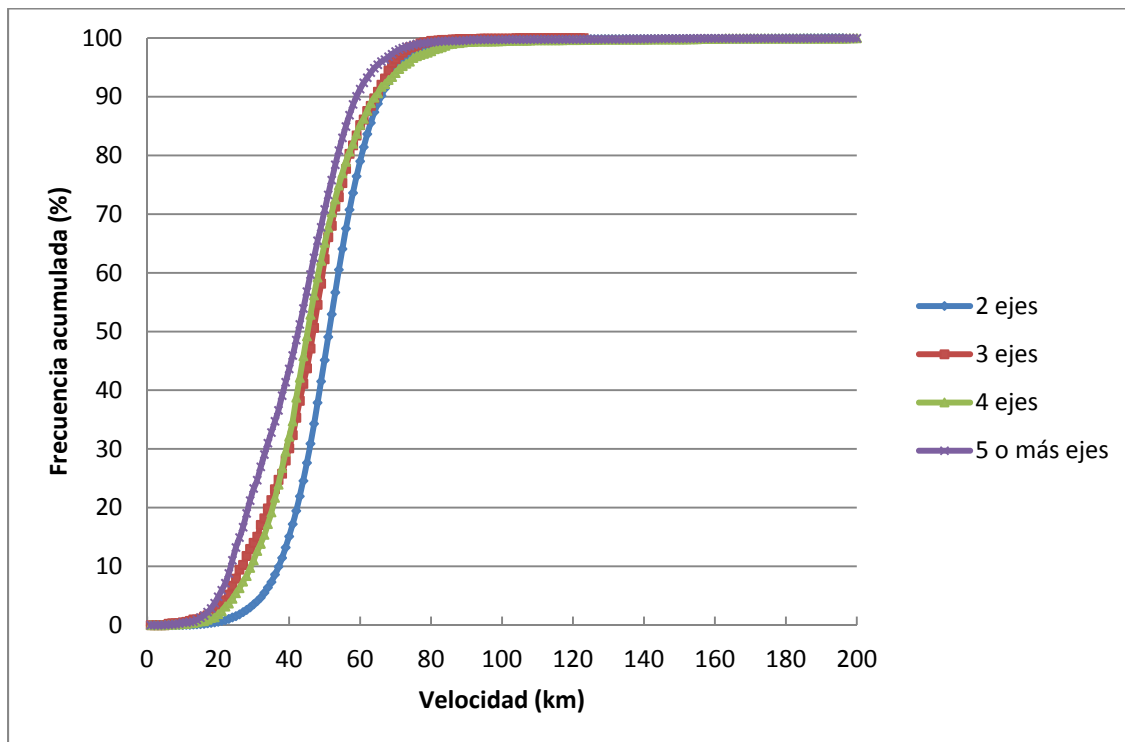


Figura 37. Distribución de vehículos en la estación de Juan Viñas

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 60 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

Cuadro 12. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Juan Viñas

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	43 718	1 248	2 768	4 654
Promedio (km/h)	51,6	46,5	46,5	42,1
Percentil 85 (km/h)	62,7	60,2	59,7	56,1
Percentil 15 (km/h)	40,0	31,1	32,7	26,1
Encima de 50 km/h (%)	54,8	37,9	34,8	29,2
Encima de 70 km/h (%)	5,5	4,0	5,9	2,2

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases indicadas en el Cuadro 1. En la **Figura 38** y el **Cuadro 13** se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

A lo largo de toda la distribución son los vehículos del tipo F1 (motocicletas) quienes poseen las mayores velocidades y los vehículos de clasificación F5 (camiones de dos ejes) son quienes poseen las velocidades menores. En promedio según el Cuadro anterior se observa que la clasificación F1 (motocicletas) es la que posee en promedio velocidades mayores (53,3 km/h) y la F5 (camiones de dos ejes) velocidades menores (44,4 km/h), El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 50 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (50 km/h) y por encima de 70 km/h (adicionándole 20 km/h a la velocidad de referencia) para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) con 62,8 % y 23,1 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima de 70 km/h los F1 (motocicletas) y F4 (bus) tienen el porcentaje mayor y menor con 10,2 % y 0,3 % respectivamente.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 61 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

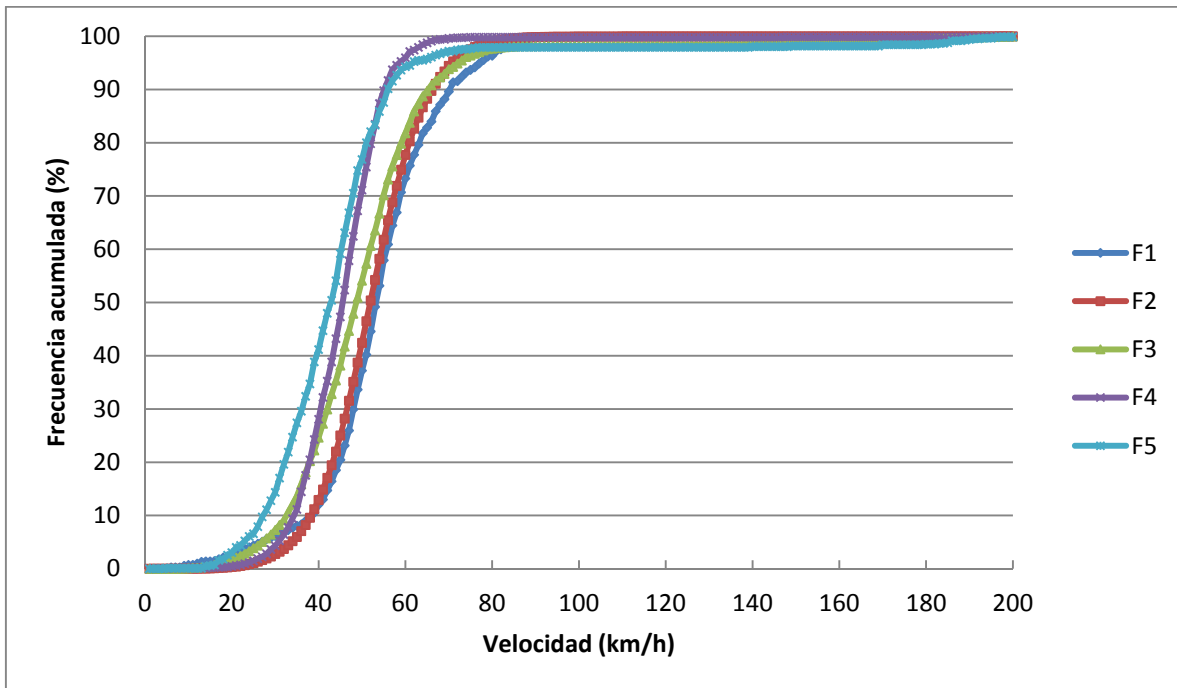


Figura 38. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Juan Viñas

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 13. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Juan Viñas

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	1 230	35 962	3 933	1 778	815
Promedio (km/h)	53,3	52,1	50,3	45,2	44,4
Percentil 85 (km/h)	66,7	63,2	61,6	53,4	53,7
Percentil 15 (km/h)	42,1	41,1	35,7	36,2	30,2
Encima de 50 km/h (%)	62,8	57,6	45,9	28,8	23,1
Encima de 70 km/h (%)	10,2	5,5	6,2	0,3	2,7

Fuente: Autores, 2016

7.6.4. Análisis por factor temporal

En la **Figura 39** se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es sábado con 52,1 km/h y con velocidad promedio menor es lunes con 48,5 km/h. Más adelante en la **Figura 40** se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a disminuir hasta las cuatro de la mañana, luego aumenta hasta las seis de la mañana para disminuir a la hora pico de las ocho de la mañana. Luego permanece constante y disminuye hasta la otra hora pico (medio día), continúa más o menos constante hasta el pico de la tarde, para luego comenzar a aumentar desde las siete de la noche hasta media noche.

La hora de mayor velocidades es de 10 a 11 de la noche con una velocidad promedio de 52,5 km/h y la de velocidades menores es de seis de la tarde a siete de la noche con una velocidad promedio de 47,0 km/h.

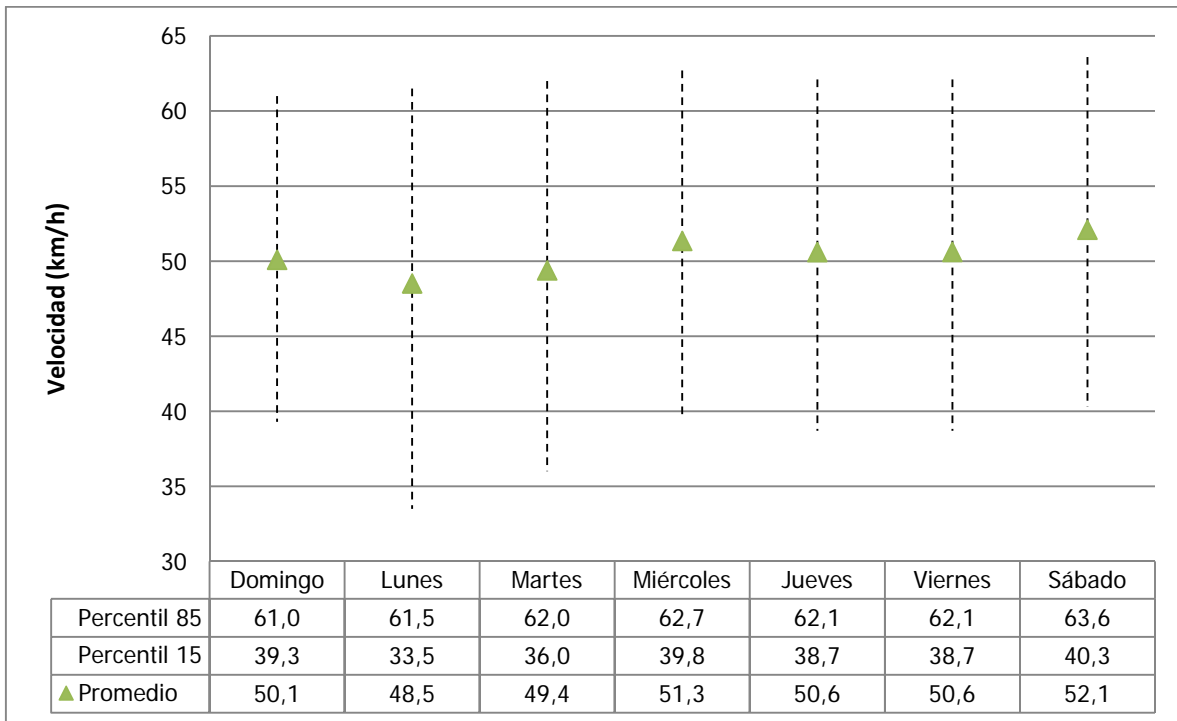


Figura 39. Velocidad por día de la semana para la estación de Juan Viñas

Fuente: Autores, 2016

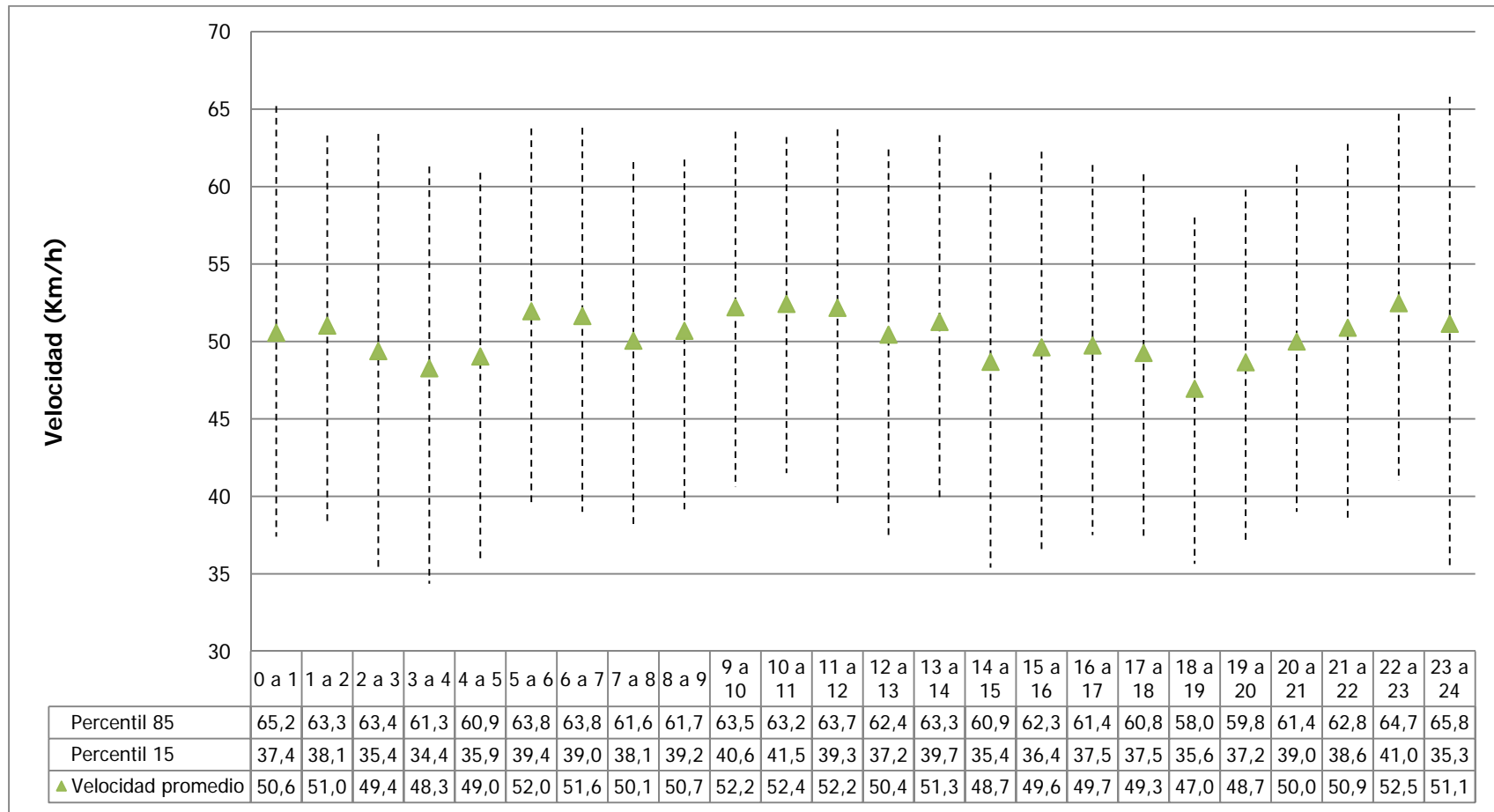


Figura 40. Velocidad por hora del día para la estación de Juan Viñas

Fuente: Autores, 2016



7.7. Estación de Liberia

7.7.1. Descripción de datos

La estación permanente de Liberia está ubicada en la Ruta Nacional 21 y se encuentra a 4,9 km al oeste de Liberia, frente a *Economy Rent a Car*. Se encuentra dentro de la sección de control 50 081 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad máxima permitida es de 80 km/h. Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 85 767 vehículos obtenidos del 17 de noviembre al 26 de noviembre de 2011.

7.7.2. Análisis de velocidades en la estación

En la **Figura 35** se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación y se comparan estos datos con la velocidad de 80 km/h tomada como referencia. Aproximadamente el 25% de los vehículos contados superan esta velocidad. El 75% de vehículos poseen velocidades iguales o menores a 80 km/h.

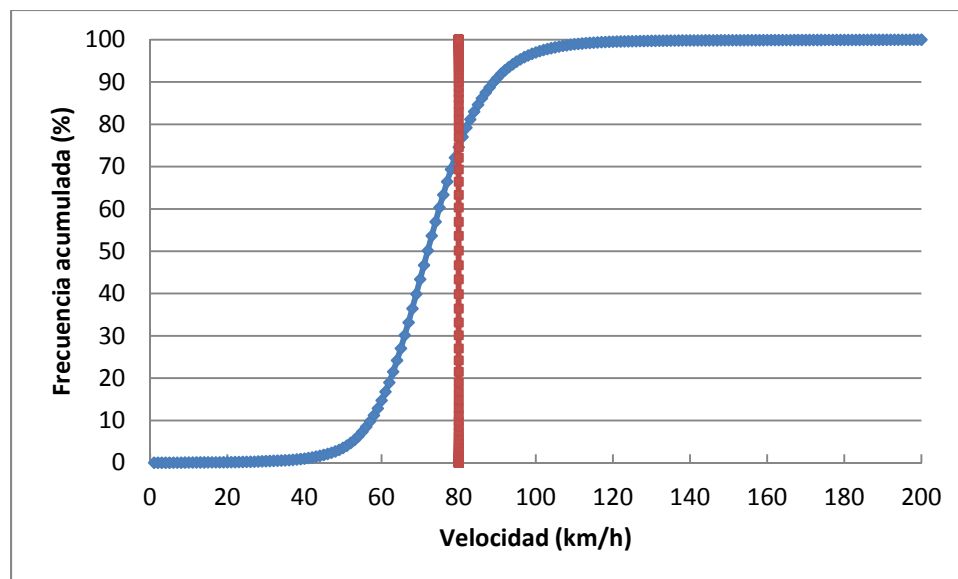


Figura 41. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Liberia

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 66 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

En la Figura 42 se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 70 km/h. Además se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 60 y 80 km/h, siendo la velocidad de referencia el límite superior.

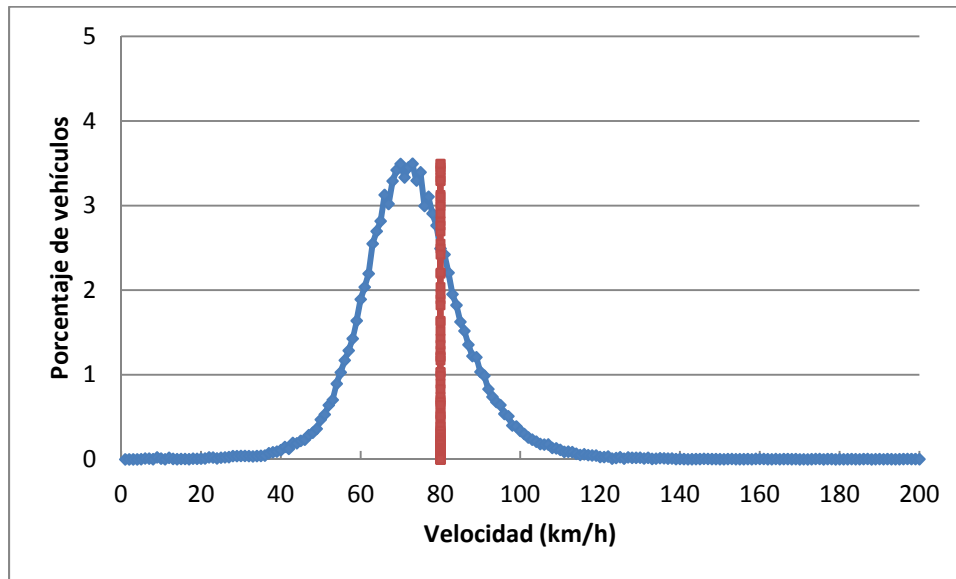


Figura 42. Distribución de velocidades en la estación de Liberia

Fuente: Autores, 2016

7.7.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la Figura 43 se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color rojo) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cuatro ejes (morado) poseen las velocidades menores para frecuencias acumuladas medias, para frecuencias acumuladas altas son los vehículos de cinco o más ejes quienes poseen las velocidades menores.

En el Cuadro 14 se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (73,3 km/h) y

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 67 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



los de cinco o más ejes poseen una velocidad promedio menor (67,0 km/h). La relación entre el número de ejes se observa en el cuadro anterior, a mayor número de ejes se presentan velocidades menores.

En la totalidad de vehículos, los de dos ejes son mayoría y los de tres ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 13 y 61 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia con excepción de los vehículos de cinco o más ejes.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia que es de 80 km/h y por encima de los 100 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (26,5 %) y cinco o más ejes (13,8 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 100 km/h, los porcentajes mayores y menores son para los vehículos de cuatro ejes y de cinco o más ejes con 4,5 % y 1,6 % respectivamente.

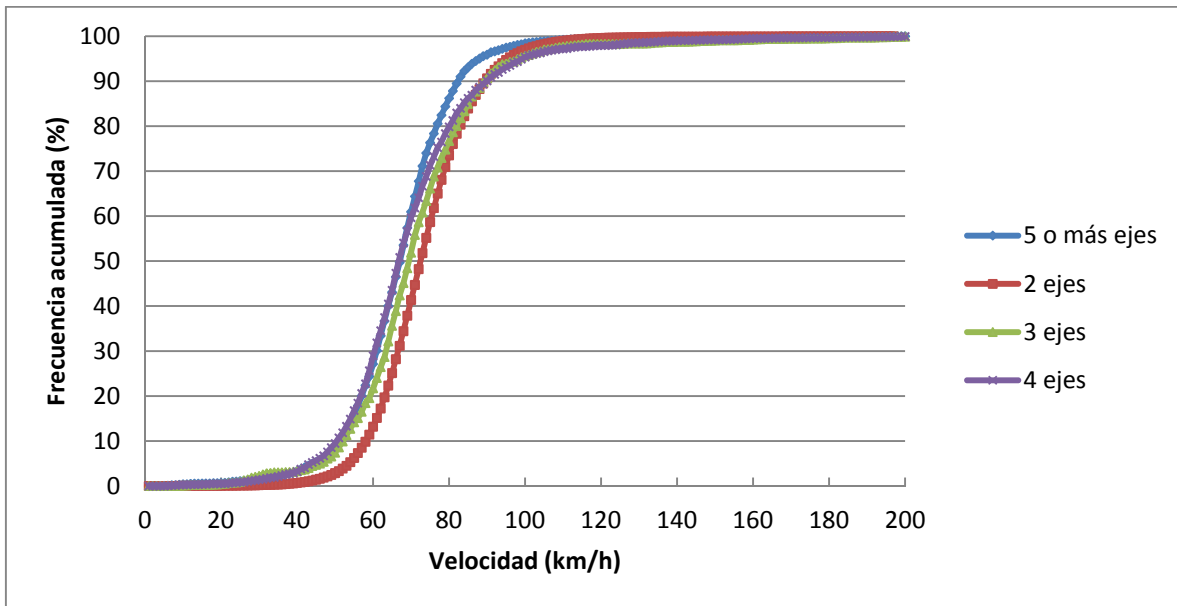


Figura 43. Distribución de vehículos en la estación de Liberia

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 14. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Liberia

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	76 139	1 518	2 815	5 295
Promedio (km/h)	73,3	70,8	69,1	67,0
Percentil 85 (km/h)	85,7	84,9	83,8	79,3
Percentil 15 (km/h)	61,0	56,0	54,2	54,6
Encima de 80 km/h (%)	26,5	23,1	20,0	13,8
Encima de 100 km/h (%)	3,0	4,3	4,6	1,6

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases

explicadas en el Cuadro 1. En la Figura 44 y el Cuadro 15 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

A lo largo de toda la distribución son los vehículos del tipo F1 (motocicletas) quienes poseen las menores velocidades y los vehículos de clasificación F4 (bus) son quienes poseen las velocidades mayores a lo largo de toda la distribución. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F4 (bus) es la que posee en promedio velocidades mayores (75,3 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (70,1 km/h). El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 80 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (80 km/h) y por encima de 100 km/h para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F4 (bus) y F1 (motocicletas) con 40,0 % y 21,6 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima de 100 km/h los F3 (*pick up*) y F5 (camiones de dos ejes) tienen el porcentaje mayor y menor con 4,0 % y 2,1 % respectivamente.

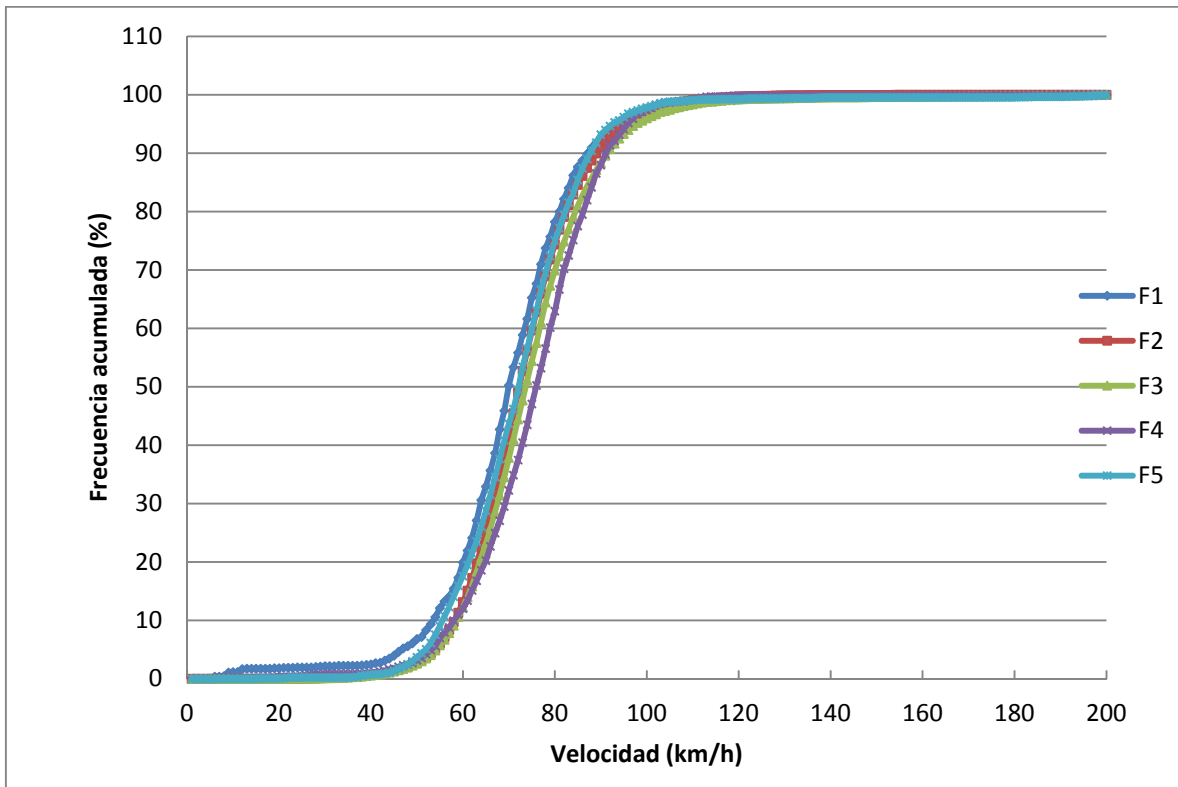


Figura 44. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Liberia

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 15. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Liberia

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	1 373	59 715	11 420	1 881	1 750
Promedio (km/h)	70,1	73,1	74,7	75,3	72,3
Percentil 85 (km/h)	83,3	85,3	87,5	88,2	84,9
Percentil 15 (km/h)	57,7	61,0	61,5	62,0	58,7
Encima de 80 km/h (%)	21,6	25,6	30,0	37,0	24,8
Encima de 100 km/h (%)	3,3	2,9	4,0	2,6	2,1

Fuente: Autores, 2016



7.7.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 45 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es domingo con 75,5 km/h y con velocidad promedio menor es viernes con 71,9 km/h. Más adelante en la Figura 46 se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia constante hasta las cinco de la mañana, luego comienza a disminuir hasta las nueve de la mañana. Luego continúa relativamente constante hasta las dos de la tarde, para luego disminuir hasta las seis de la tarde, y para aumentar hasta la media noche.

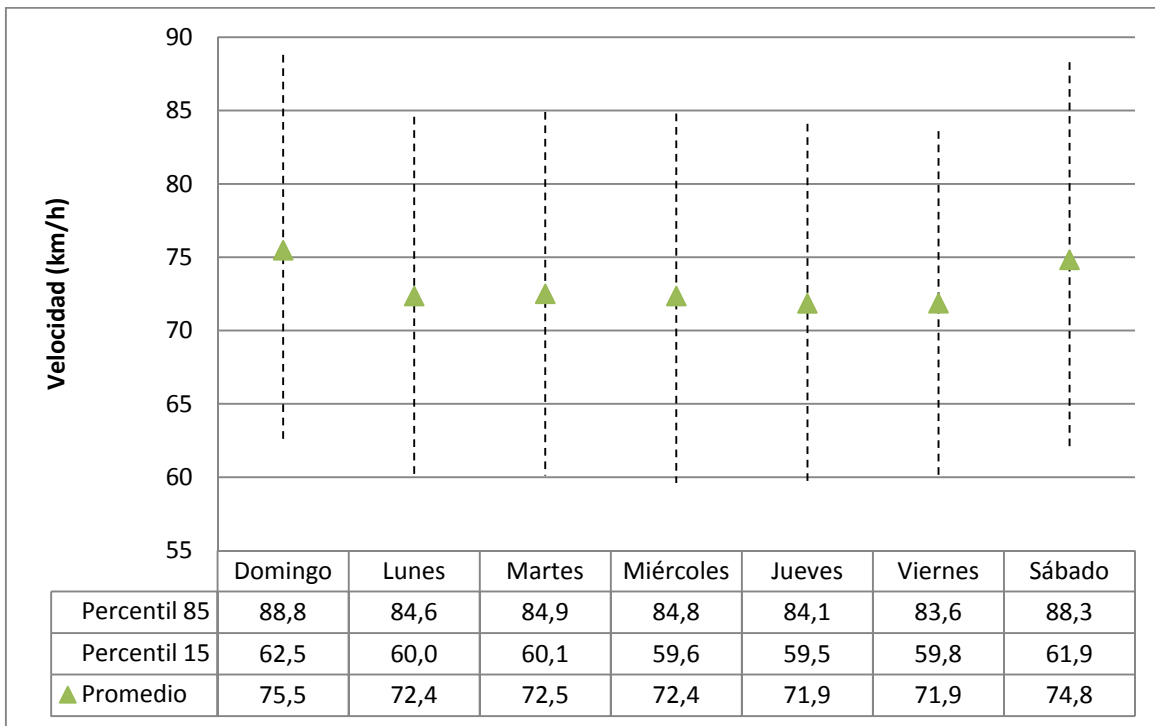


Figura 45. Velocidad por día de la semana para la estación de Liberia

Fuente: Autores, 2016



La hora de mayor velocidades es de dos a tres de la mañana con una velocidad promedio de 83,9 km/h y la de velocidades menores es de cinco a seis de la tarde con una velocidad promedio de 67,2 km/h.

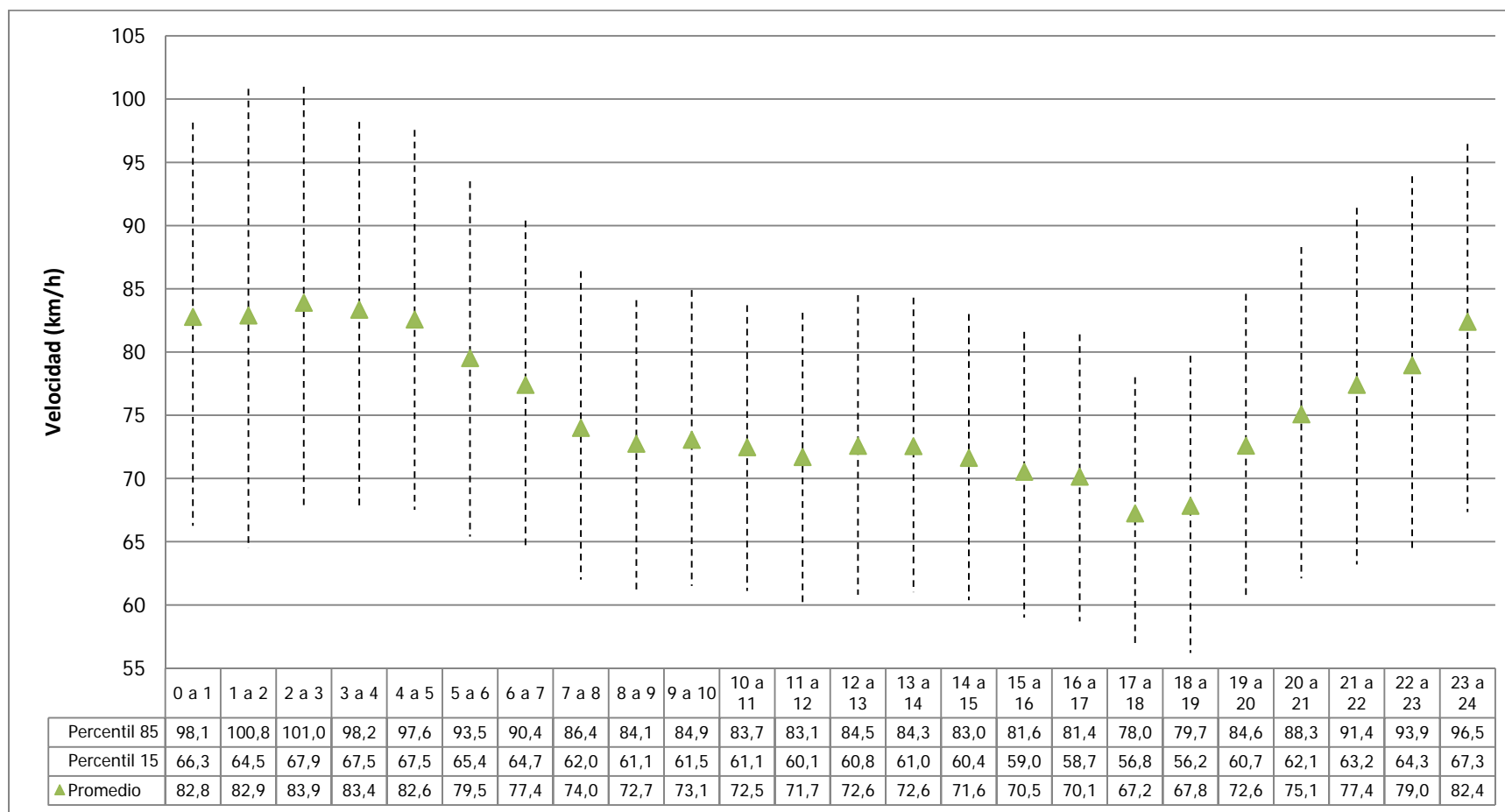


Figura 46. Velocidad por hora del día para la estación de Liberia

Fuente: Autores, 2016



7.8. Estación de Matapalo

7.8.1. Descripción de datos

La estación permanente de Matapalo está ubicada la Ruta Nacional 34, cerca del cementerio de Matapalo, cantón de Aguirre. Según mediciones del primero de enero al 31 de diciembre de 2011, la estación de Matapalo tiene un TPDA de 2 906 vehículos (Anuario de información de tránsito, 2012). Se encontraba dentro de la sección de control 60 101 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad máxima permitida es de 30 km/h. Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 11 494 vehículos obtenidos del 7 de agosto al 12 de agosto de 2011.

7.8.2. Análisis de velocidades en la estación

En la Figura 47 se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Matapalo y se comparan estos datos con la velocidad de 30 km/h tomada como referencia. Aproximadamente el 95% de los vehículos contados superan esta velocidad.

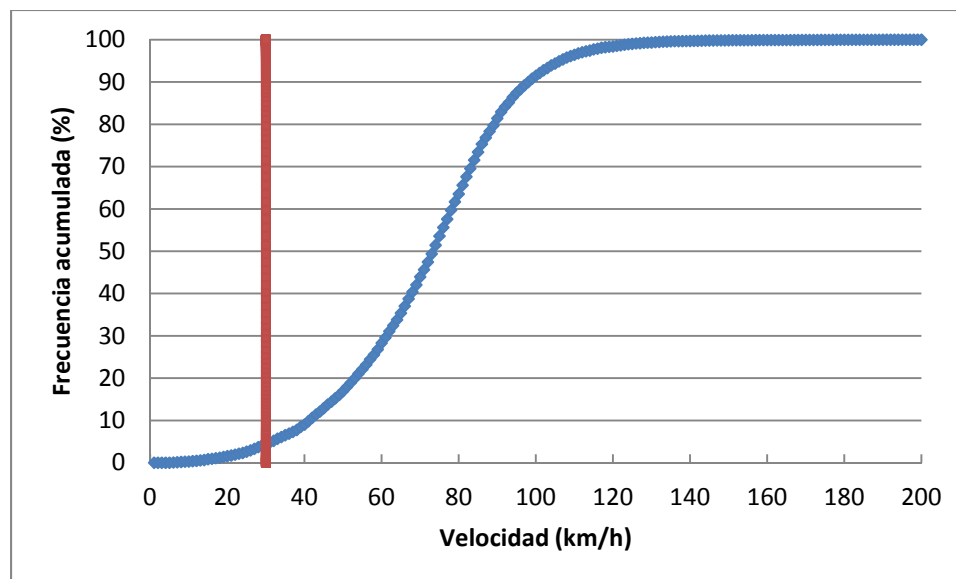


Figura 47. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Matapalo

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 75 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

En la Figura 48 se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 75 km/h. Además, el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 65 y 85 km/h, rango dentro del cual no se encuentra la velocidad tomada como referencia.

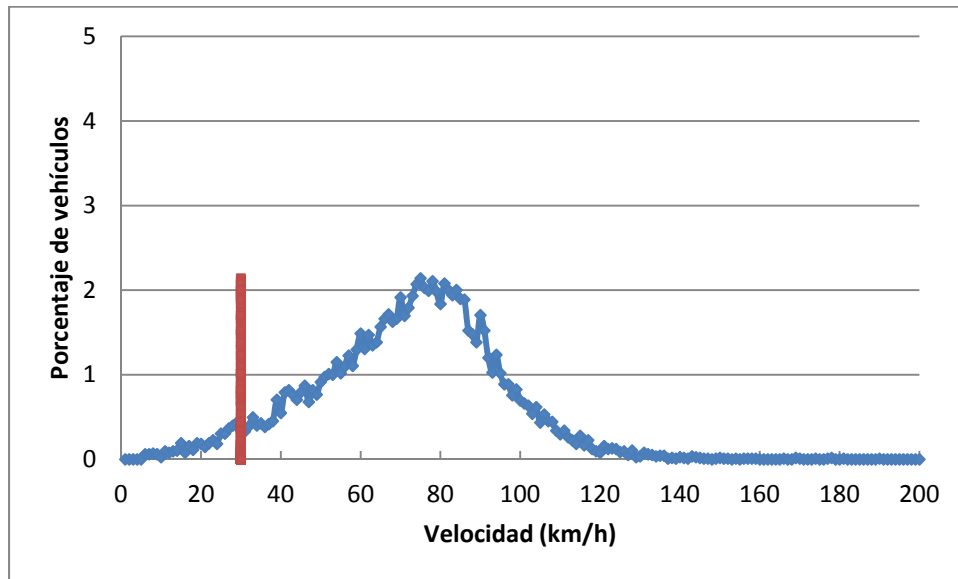


Figura 48. Distribución de velocidades en la estación de Matapalo

Fuente: Autores, 2016

7.8.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la Figura 49 se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color celeste) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cinco o más ejes (morado) poseen las velocidades menores a lo largo de toda su frecuencia acumulada debido que se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones.

En el Cuadro 16 se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (73,8 km/h) y

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 76 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



los de cinco o más ejes poseen una velocidad promedio menor (61,0 km/h). La relación entre el número de ejes y la velocidad es inversa como es de esperar, en el Cuadro anterior puede observarse la disminución de la velocidad promedio conforme aumenta el número de ejes del vehículo.

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de tres ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 29 y 95 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia; además, todos los percentiles 15 también superan la velocidad tomada como referencia con excepción de los vehículos de cinco o más ejes.

Posteriormente, se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (30 km/h) y por encima de la velocidad 20 km/h mayor a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (97,8 %) y cinco o más ejes (84,5%). De acuerdo al porcentaje por encima de 50 km/h, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de dos ejes y de cinco o más ejes con 86,0 % y 68,7 % respectivamente.

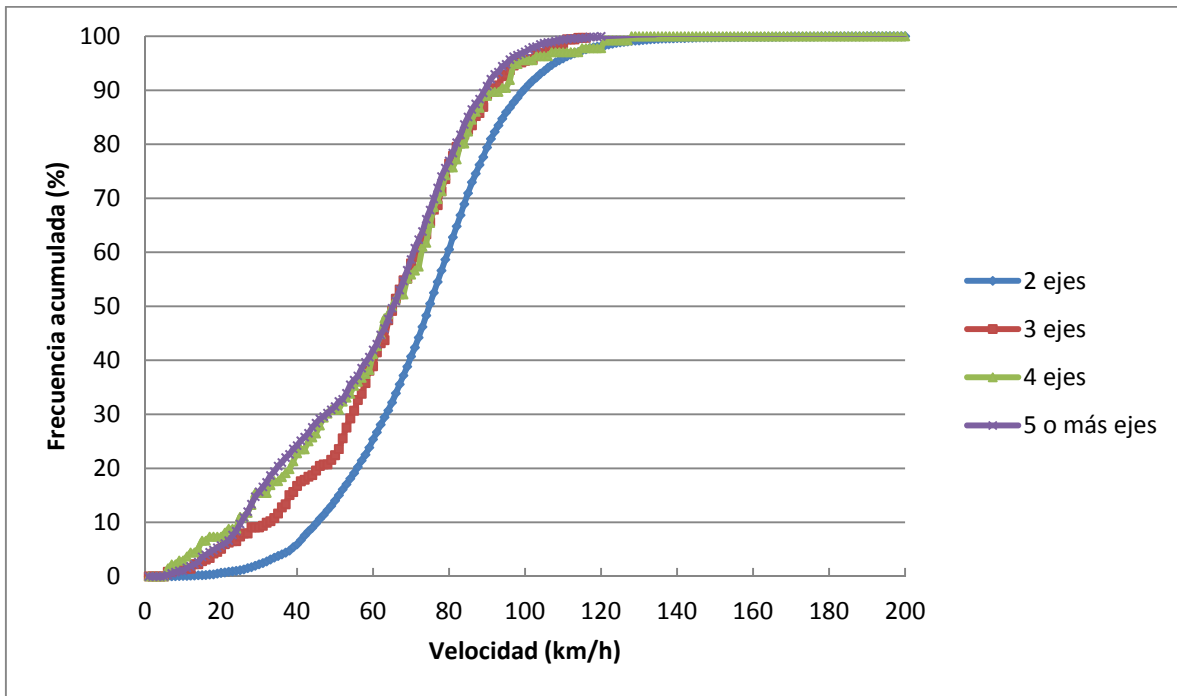


Figura 49. Distribución de vehículos en la estación de Matapalo

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 16. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Matapalo

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	9 354	352	128	1 660
Promedio (km/h)	73,8	65,5	61,6	61,0
Percentil 85 (km/h)	94,2	88,3	85,6	85,2
Percentil 15 (km/h)	51,0	39,1	32,4	29,4
Encima de 30 km/h (%)	97,8	91,5	85,2	84,5
Encima de 50 km/h (%)	86,0	78,4	69,5	68,7

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 78 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

detalladas en el Cuadro 1. En la Figura 50 y el Cuadro 17 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

A lo largo de toda la distribución son los vehículos del tipo F3 (*pick up*) quienes poseen las mayores velocidades y los vehículos de clasificación F1 (motocicletas) son quienes poseen las velocidades menores. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F3 (*pick up*) es la que posee en promedio velocidades mayores (78,8 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (58,0 km/h). El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 45 km/h tomada como referencia; igualmente el percentil 15 supera la velocidad tomada como referencia para todas las clasificaciones con excepción de las F1 (motocicletas).

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (30 km/h) y por encima de la 20 km/h mayor a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F2 (automóvil) y F1 (motocicletas) con 98,3 % y 84,9 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima 50 km/h, son los F3 (*pick up*) y F1 (motocicletas) quienes tienen el porcentaje mayor y menor con 87,8 % y 68,5 % respectivamente.

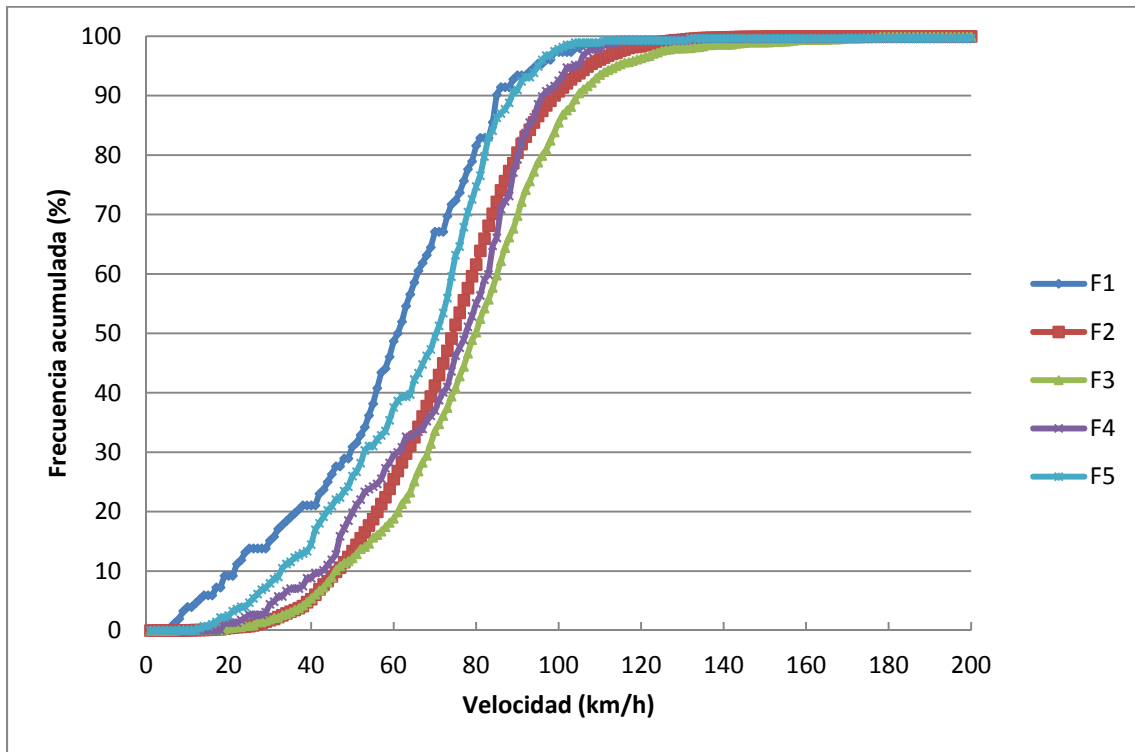


Figura 50. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Matapalo

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 17. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Matapalo

	F1	F2	F3	F4	F5
Total	146	7 366	1 350	221	271
Promedio (km/h)	58,0	73,6	78,8	72,3	64,6
Percentil 85 (km/h)	83,3	93,6	99,9	92,3	84,0
Percentil 15 (km/h)	29,9	51,6	54,4	46,8	40,2
Encima de 30 km/h (%)	84,9	98,3	98,2	95,5	91,9
Encima de 50 km/h (%)	68,5	86,6	87,8	80,1	73,8

Fuente: Autores, 2016



7.8.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 51 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es jueves con 74,5 km/h y con velocidad promedio menor es viernes con 65,5 km/h. Más adelante, en la Figura 52 se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar hasta las tres de la mañana para disminuir a hasta las cuatro, posteriormente aumenta hasta las nueve de la mañana y disminuye hasta medio día; luego la velocidad promedio aumenta hasta las dos de la tarde y disminuye hasta las cinco. La hora de mayor velocidades es de ocho a nueve de la mañana con una velocidad promedio de 78,4 km/h y la de velocidades menores es de cuatro a cinco de la tarde con una velocidad promedio de 65,9 km/h.

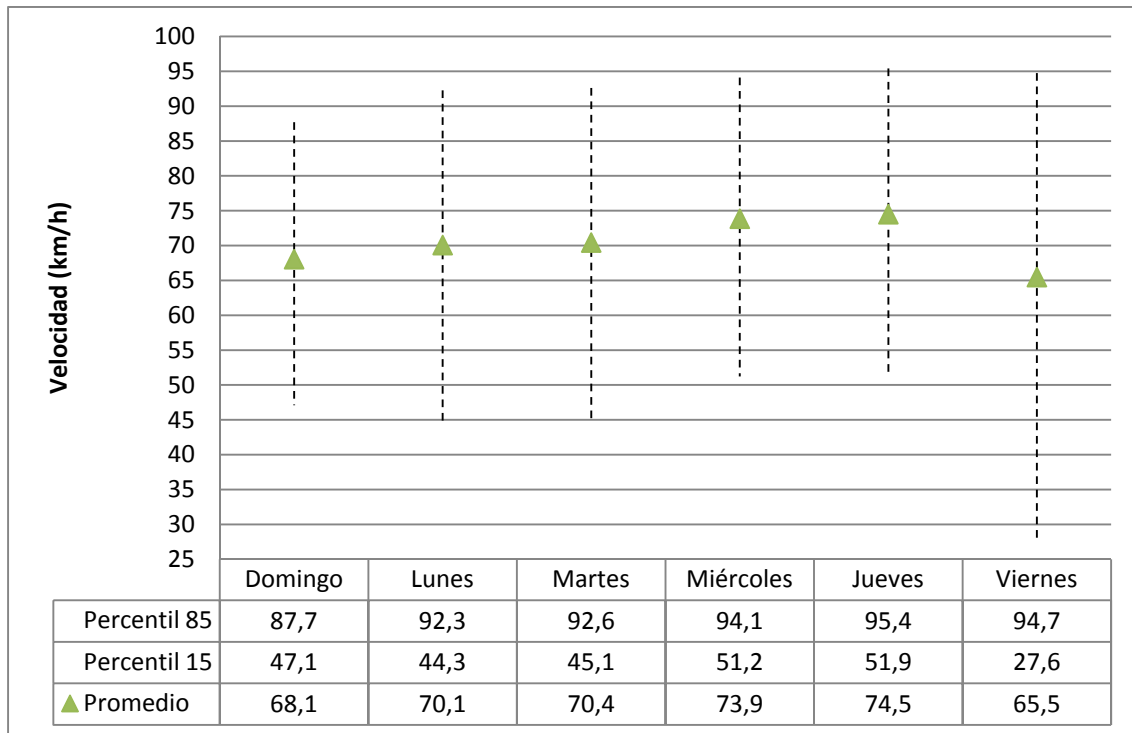


Figura 51. Velocidad por día de la semana para la estación de Matapalo

Fuente: Autores, 2016

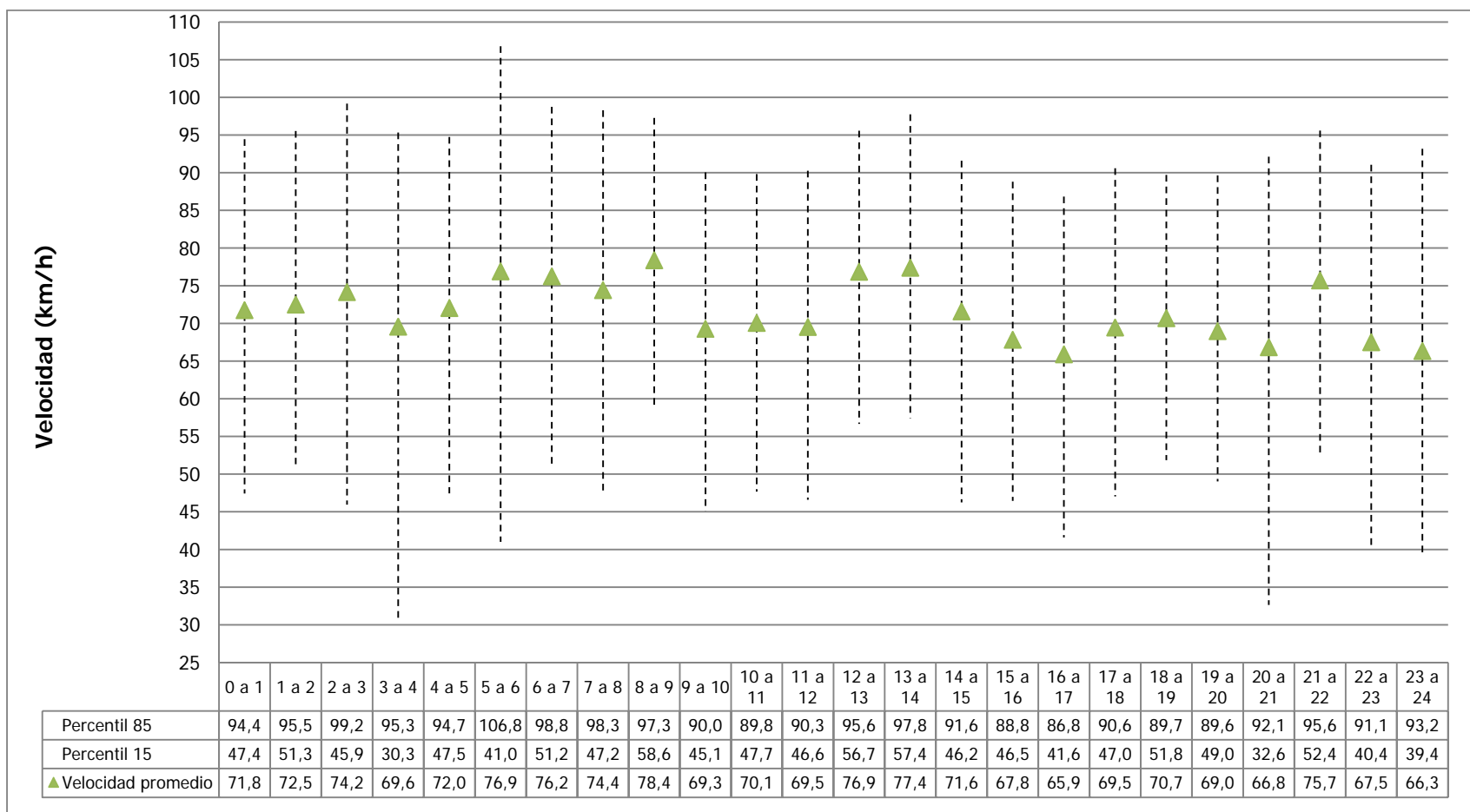


Figura 52. Velocidad por hora del día para la estación de Matapalo

Fuente: Autores, 2016



7.9. Estación de Muelle

7.9.1. Descripción de datos

La estación permanente de Muelle está ubicada en la Ruta Nacional 4 y se encuentra en el Muelle de San Carlos, 3 km al este del cruce con las Ruta Nacional 35. Se encuentra dentro de la sección de control 21 011 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad máxima permitida es de 70 km/h. Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 88 576 vehículos que pasaron por la estación de conteo entre el 5 de marzo al 28 de marzo de 2012.

7.9.2. Análisis de velocidades en la estación

En la Figura 53 se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Muelle y se comparan estos datos con la velocidad de 70 km/h tomada como referencia. Aproximadamente el 55% de los vehículos contados superan esta velocidad. El 15% de vehículos poseen velocidades iguales o menores a 80 km/h.

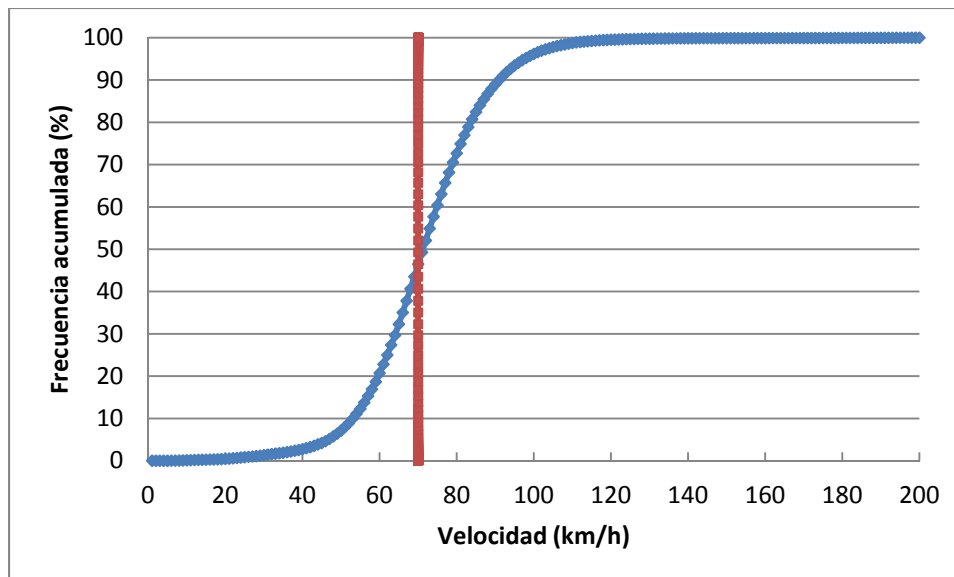


Figura 53. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Muelle

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 83 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

En la Figura 54 se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 70 km/h (velocidad de referencia). Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 60 y 80 km/h, rango dentro del cual se encuentra la velocidad de referencia como media.

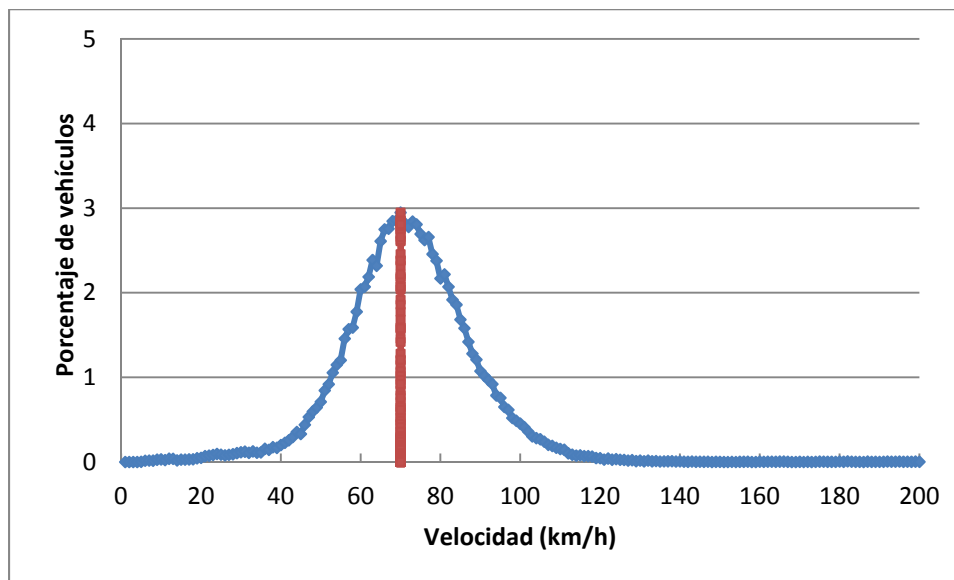


Figura 54. Distribución de velocidades en la estación de Muelle

Fuente: Autores, 2016

7.9.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la Figura 55 se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color azul) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha respecto de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cuatro ejes poseen velocidades menores para frecuencias bajas y finalmente son los vehículos de cinco o más ejes quienes poseen velocidades menores para frecuencias acumuladas altas, como se puede observar en la figura anterior al encontrarse hacia la izquierda de las demás gráficas.



En el Cuadro 18 se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (72,8 km/h) y los de tres ejes poseen una velocidad promedio menor (66,4 km/h). Los vehículos de tres, cuatro y cinco o más ejes tienen velocidades promedios similares (Cuadro 18).

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de cuatro ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 50 km/h y 88 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (70 km/h) y a los 90 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (56,5 %) y tres ejes (41,4 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 90 km/h, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de dos ejes y de tres ejes con 12,4 % y 4,2 % respectivamente.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 85 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

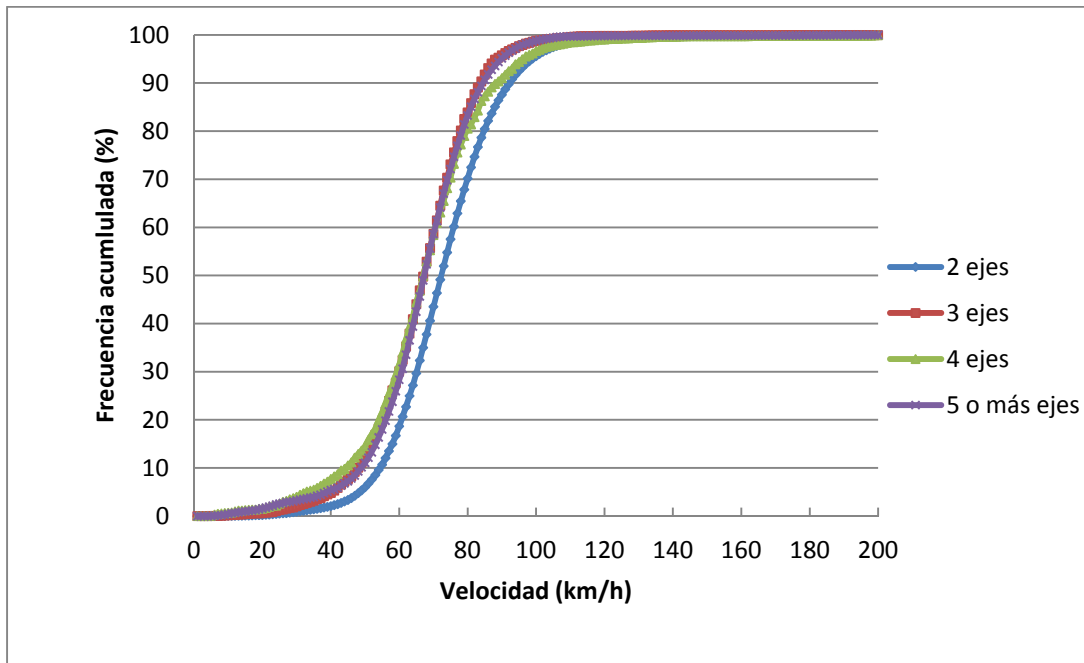


Figura 55. Distribución de vehículos en la estación de Muelle

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 18. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Muelle

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	71 319	4 761	2 095	10 401
Promedio (km/h)	72,8	66,4	66,8	66,6
Percentil 85 (km/h)	88,0	80,7	83,4	81,0
Percentil 15 (km/h)	58,1	52,1	50,5	53,2
Encima de 70 km/h (%)	56,5	41,4	41,6	41,4
Encima de 90 km/h (%)	12,4	4,2	9,0	4,9

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases

explicadas en el Cuadro 1. En la Figura 56 y el Cuadro 19 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

A lo largo de toda la distribución son los vehículos del tipo F2 (automóvil) quienes poseen las mayores velocidades y los vehículos de clasificación F5 (camiones de dos ejes) son quienes poseen las velocidades menores. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F2 (automóvil) es la que posee en promedio velocidades mayores (73,5 km/h) y la F5 (camiones de dos ejes) velocidades menores (66,6 km/h), El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 70 km/h tomada como referencia; por otro lado, el percentil 15 no supera la velocidad tomada como referencia para ninguna de las clasificaciones.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (70 km/h) y por encima de la velocidad 20 km/h mayor a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F2 (automóvil) y F5 (camiones de dos ejes) con 58,2 % y 37,9 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima de 90 km/h los F2 (automóvil) y F5 (camiones de dos ejes) continúan teniendo porcentaje mayor y menor con 87,8 % y 68,5 % correspondientemente.

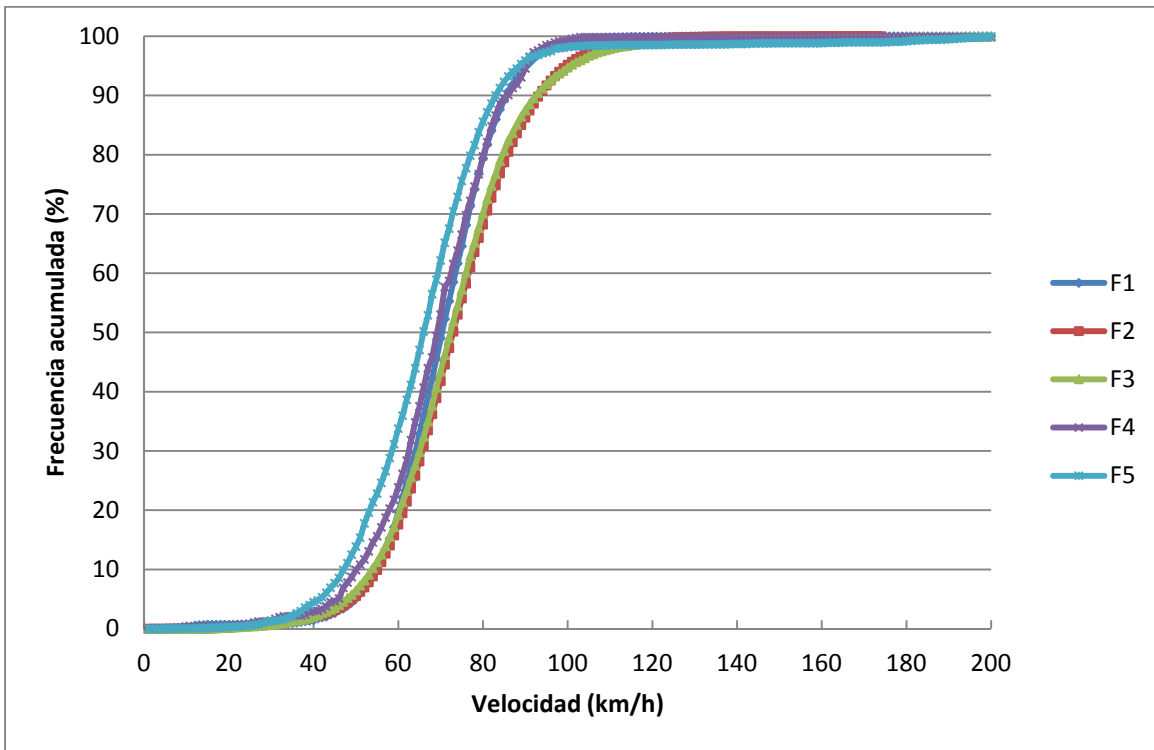


Figura 56. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Muelle

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 19. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Muelle

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	5 651	52 701	9 451	660	2 856
Promedio (km/h)	70,1	73,5	73,2	68,6	66,6
Percentil 85 (km/h)	82,5	89,0	88,0	82,0	79,8
Percentil 15 (km/h)	57,9	58,6	57,8	54,6	50,9
Encima de 70 km/h (%)	51,0	58,2	56,6	47,1	37,8
Encima de 90 km/h (%)	5,1	13,7	12,5	5,3	4,1

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 88 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



7.9.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 57 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es domingo con 74,9 km/h y con velocidad promedio menor es jueves con 70,3 km/h. Más adelante en la Figura 58 se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar desde las siete de la noche hasta la una de la mañana, luego la velocidad disminuye hasta las tres de la mañana y aumenta hasta las siete de la mañana. A partir de esta última hora comienza a disminuir hasta el medio día y permanece aproximadamente constante hasta las cinco de la tarde. Las horas de mayor velocidades corresponden a los periodos entre la medianoche y la una de la mañana y entre las seis y siete de la mañana, ambas con una velocidad promedio de 75,0 km/h y la hora con velocidades menores es de seis a siete de la tarde con una velocidad promedio de 66,4 km/h.

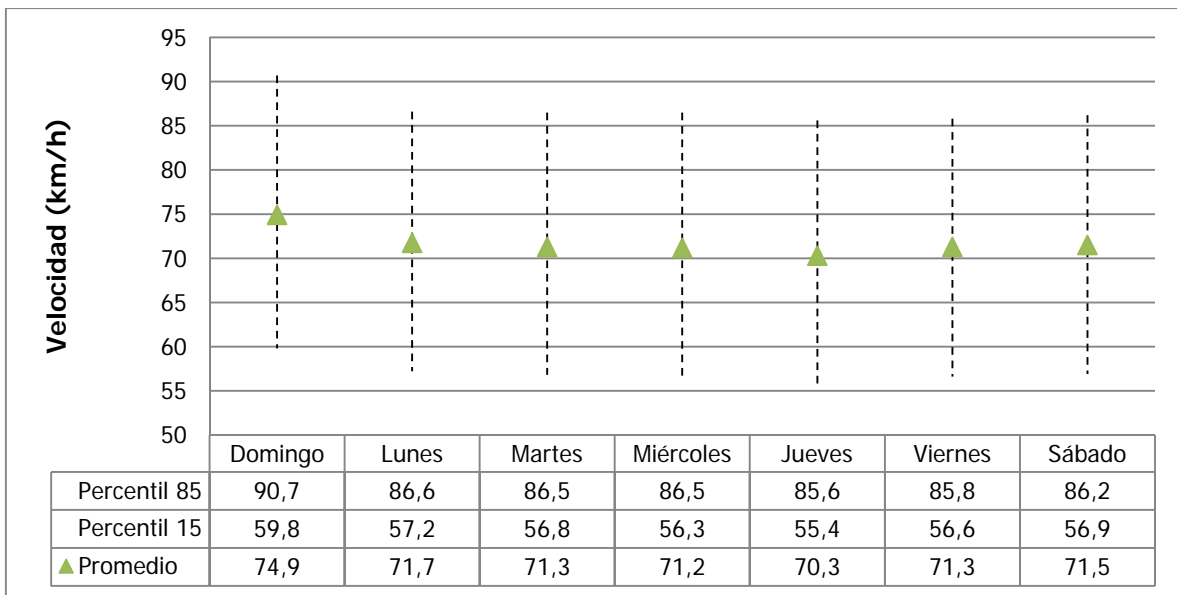


Figura 57. Velocidad por día de la semana para la estación de Muelle

Fuente: Autores, 2016

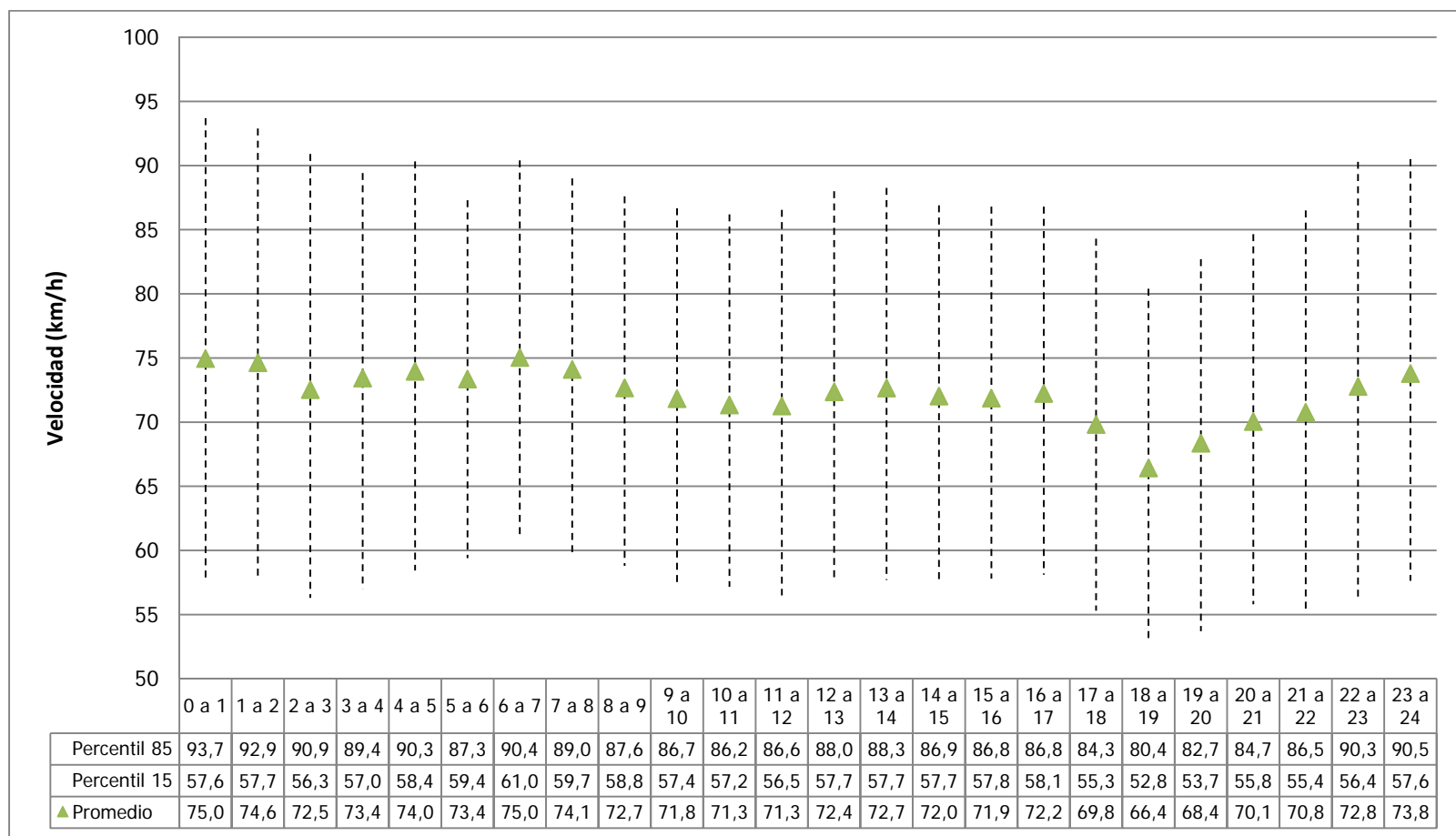


Figura 58. Velocidad por hora del día para la estación de Muelle

Fuente: Autores, 2016



7.10. Estación de Paso Canoas

7.10.1. Descripción de datos

La estación permanente de Paso Canoas está ubicada la Ruta Nacional 2, en el mojón del kilómetro 349, cantón de Corredores.

Según mediciones del año 2012, la estación de Paso Canoas tiene un TPDA de 6 648 vehículos (Anuario de información de tránsito, 2013). Se encuentra dentro de la sección de control 60 001 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 75 km/h.

Para el estudio se utilizaron datos de velocidades de 73 222 vehículos que transitaron sobre la estación entre el 28 de noviembre y el 11 de diciembre de 2010.

7.10.2. Análisis de velocidades en la estación

En la Figura 59 se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Paso Canoas y se comparan estos datos con la velocidad de 75 km/h tomada como referencia.

Se observa que aproximadamente el 10 % de los vehículos contados superan esta velocidad. El 90 % de vehículos que transitan en esta estación poseen velocidades iguales o menores a 75 km/h.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 91 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

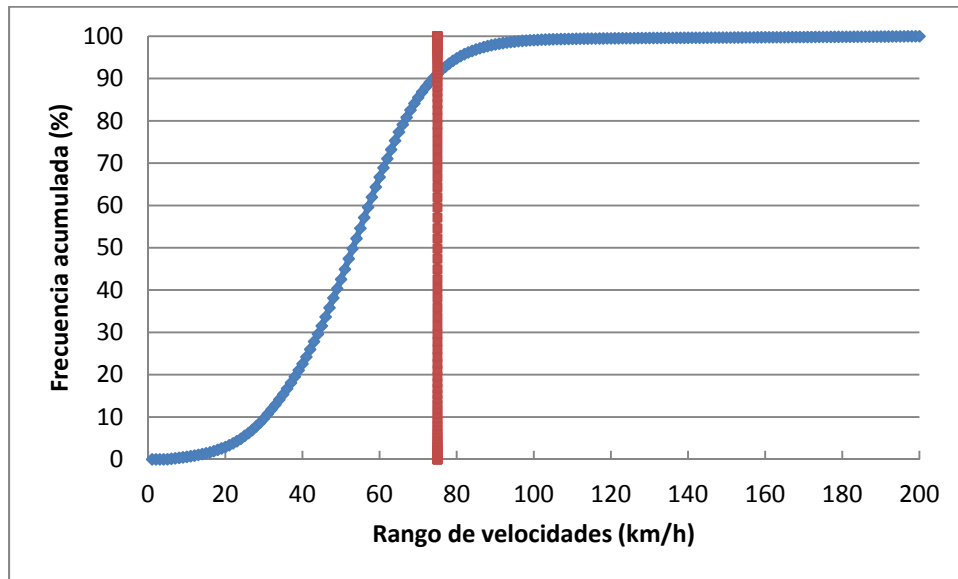


Figura 59. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Paso Canoas

Fuente: Autores, 2016

En la Figura 60 se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 55 km/h, es decir que la velocidad de referencia es mayor que la media de velocidad.

Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 45 y 65 km/h, rango dentro del cual no se encuentra la velocidad tomada como referencia por ser mayor.

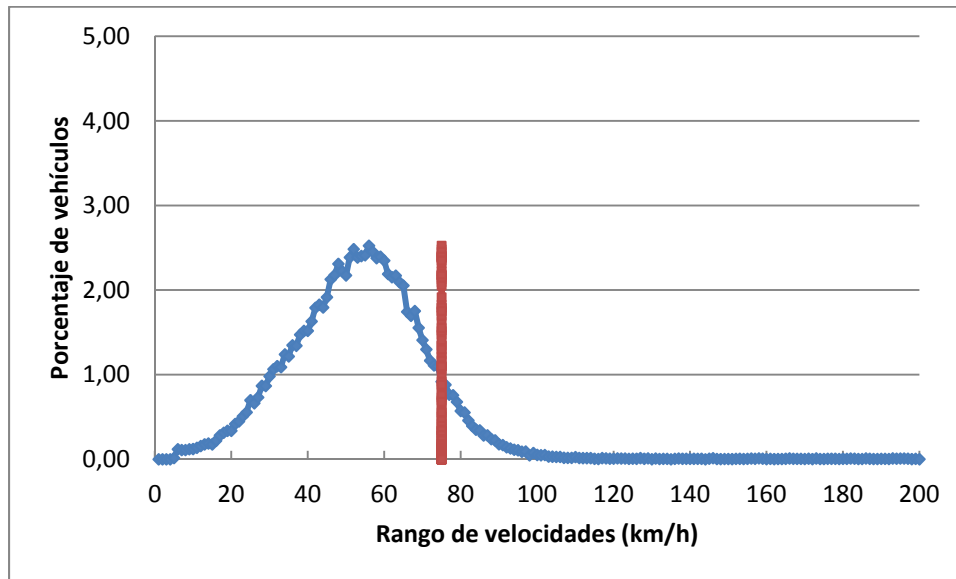


Figura 60. Distribución de velocidades en la estación de Paso Canoas

Fuente: Autores, 2016

7.10.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la Figura 61 se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color azul) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cinco o más ejes (morado) poseen las velocidades menores a lo largo de toda su frecuencia acumulada debido a que la curva se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones.

En el Cuadro 20 se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (56,7 km/h) y los de cinco o más ejes poseen una velocidad promedio menor (30,9 km/h). En el cuadro anterior puede observarse la disminución de la velocidad promedio conforme aumenta el número de ejes del vehículo.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 93 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------



En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de tres ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 12 km/h y 71 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. Además, se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos no superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (75 km/h) y por encima de los 95 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (9,5 %) y cinco o más ejes (1,6 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 95 km/h, los porcentajes mayores y menores son para los vehículos de tres ejes y de cinco o más ejes con 1,3 % y 0,4 % respectivamente.

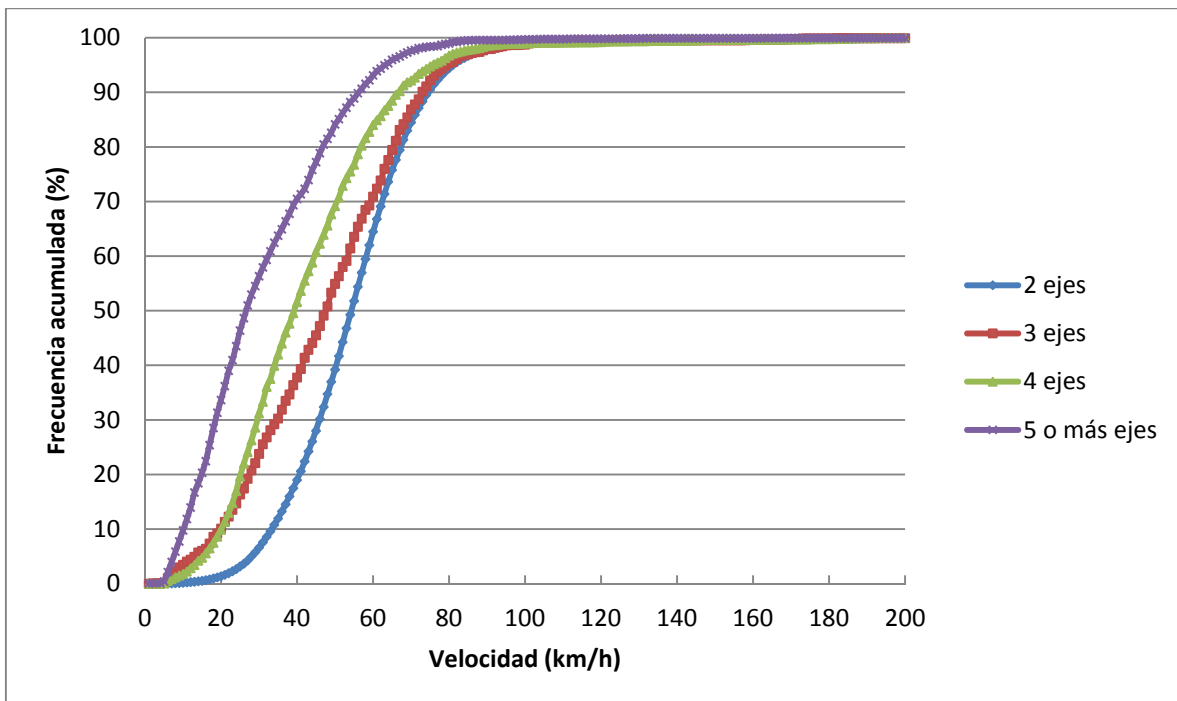


Figura 61. Distribución de vehículos en la estación de Paso Canoas

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 20. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Paso Canoas

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	66 995	1 352	2 774	2 101
Promedio (km/h)	54,6	47,4	42,1	30,9
Percentil 85 (km/h)	70,4	68,7	61,1	51,0
Percentil 15 (km/h)	37,4	24,3	23,2	12,5
Encima de 75 km/h (%)	9,5	7,8	5,2	1,6
Encima de 95 km/h (%)	1,3	1,3	1,1	0,4

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases detalladas en el Cuadro 1. En la Figura 62 y el Cuadro 21 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

Inicialmente para frecuencias acumuladas hasta un 70 % son los vehículos del tipo F2 (automóvil) quienes poseen las velocidades mayores, para frecuencias acumuladas altas son los del tipo F3 (*pick up*) quienes presentan las mayores velocidades. Para frecuencias acumuladas bajas, los vehículos del tipo F1 (motocicletas) presentan las velocidades menores y para frecuencias altas son los F5 (camiones de dos ejes). En promedio, según el cuadro anterior, se observa que la clasificación F3 (*pick up*) es la que posee en promedio velocidades mayores (57,3 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (50,2 km/h), El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones no supera la velocidad de 75 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (75 km/h) y por encima de los 95 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F3 (*pick up*) y F5 (camiones de dos ejes) con 12,4 % y 7,2 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima de 95 km/h los F3 (*pick up*) y F4 (autobús) tienen el porcentaje mayor y menor con 5,2 % y 0,6 % correspondientemente.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 95 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

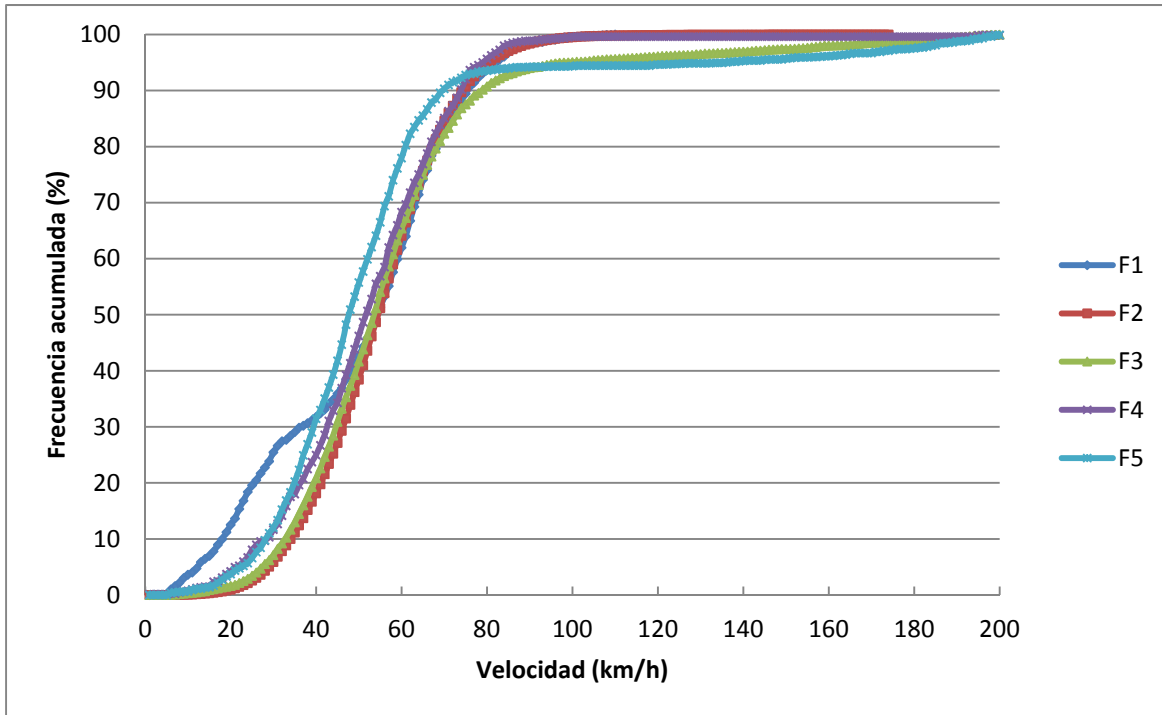


Figura 62. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Paso Canoas

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 21. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Paso Canoas

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (Vehículos)	1 517	58 326	4 933	799	1 418
Promedio (km/h)	50,2	54,6	57,3	51,7	53,3
Percentil 85 (km/h)	71,8	70,3	72,3	70,0	64,2
Percentil 15 (km/h)	21,9	37,9	36,5	32,7	32,0
Encima de 75 km/h (%)	10,9	9,3	12,4	7,9	7,2
Encima de 95 km/h (%)	1,2	0,9	5,2	0,6	5,6

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 96 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

7.10.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 63 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es viernes con 61,3 km/h y con velocidad promedio menor es miércoles con 43,7 km/h. Más adelante en la Figura 64 se presenta la variación de velocidades cada hora iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a aumentar a partir de las siete de la noche hasta llegar a un pico a la una de la mañana para luego permanecer constante durante la madrugada hasta las cuatro de la mañana. Luego baja hasta las nueve de la mañana y permanece más o menos constante hasta las cinco de la tarde, y por último bajar hasta las siete de la noche. La hora de mayor velocidad promedio es de medianoche a la una de la mañana con una velocidad promedio de 66,1 km/h y la de velocidad menor es de seis a siete de la noche con una velocidad promedio de 47,1 km/h.

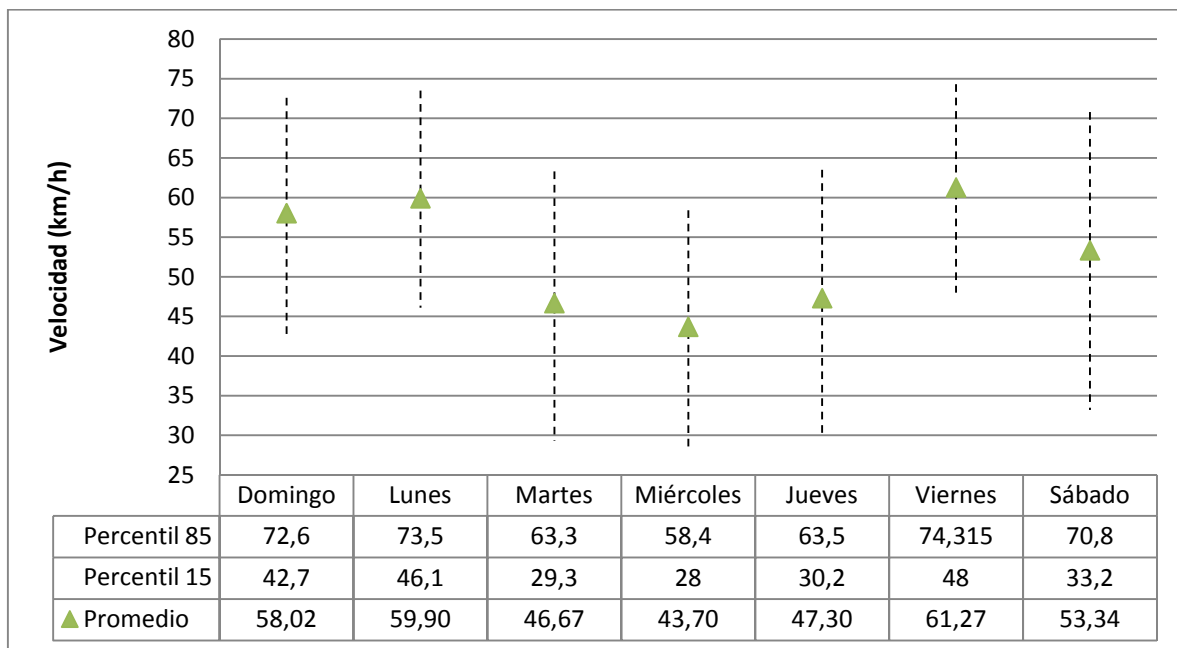


Figura 63. Velocidad por día de la semana para la estación de Paso Canoas

Fuente: Autores, 2016

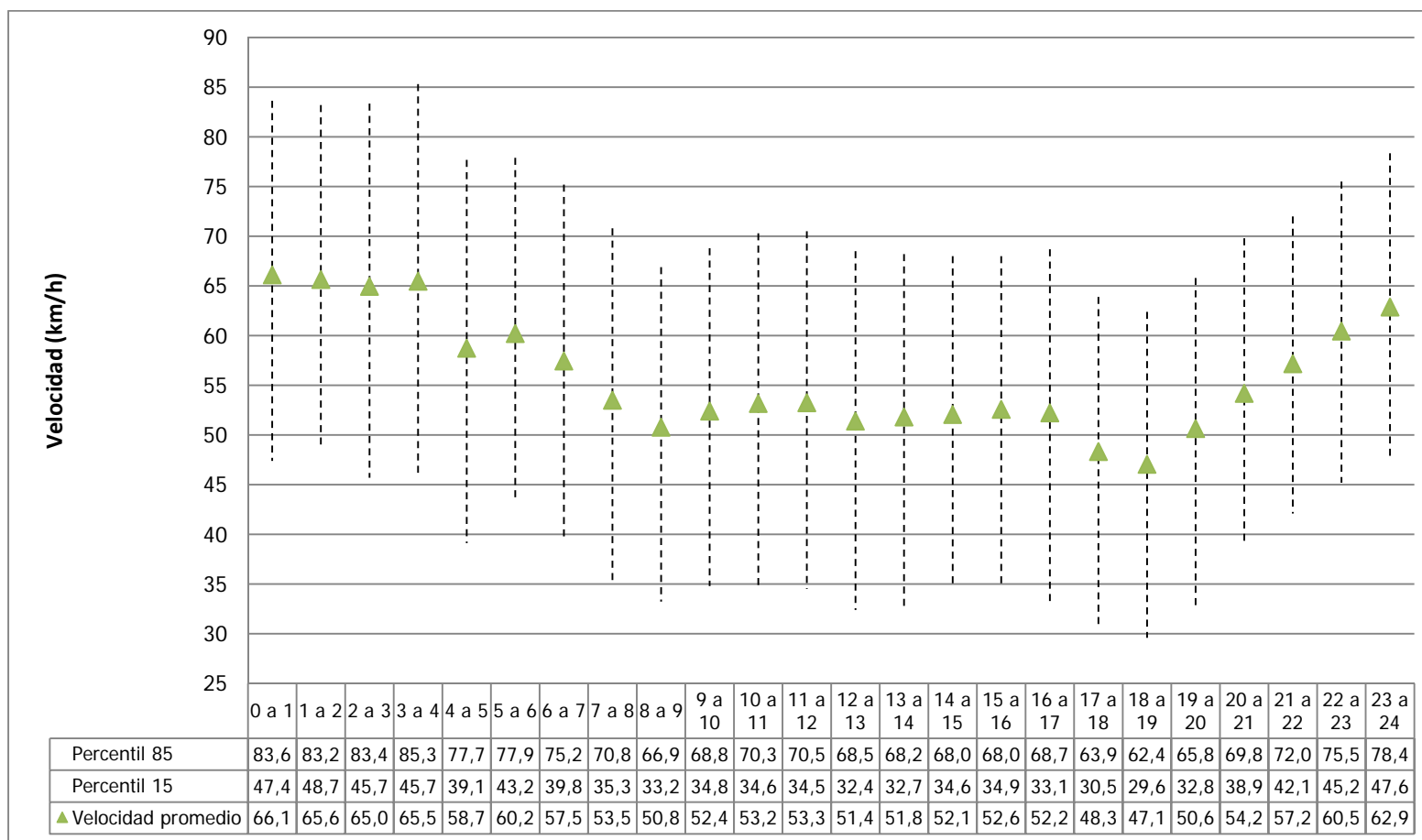


Figura 64. Velocidad por hora del día para la estación de Paso Canoas

Fuente: Autores, 2016

7.11. Estación de Río Chiquito

7.11.1. Descripción de datos

La estación permanente de Río Chiquito está ubicada en la Ruta Nacional 6, en el puente sobre el río Tenorio en el cantón Bagaces. La estación de Río Chiquito tiene un TPDA de 1 417 vehículos (MOPT, 2014). Se encuentra dentro de la sección de control 51 020 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 60 km/h.

El estudio incluyó datos de velocidades obtenidos de 40 360 vehículos que pasaron sobre la vía entre el 11 de julio al 8 de agosto de 2012.

7.11.2. Análisis de velocidades en la estación

En la Figura 65 se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Río Chiquito y se comparan estos datos con la velocidad de 60 km/h tomada como referencia.

Se observa que aproximadamente el 80% de los vehículos contados superan esta velocidad. El 80% de vehículos que transitan en esta estación poseen velocidades iguales o menores a 80 km/h.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 99 de 138
----------------------------	------------------------------------	------------------

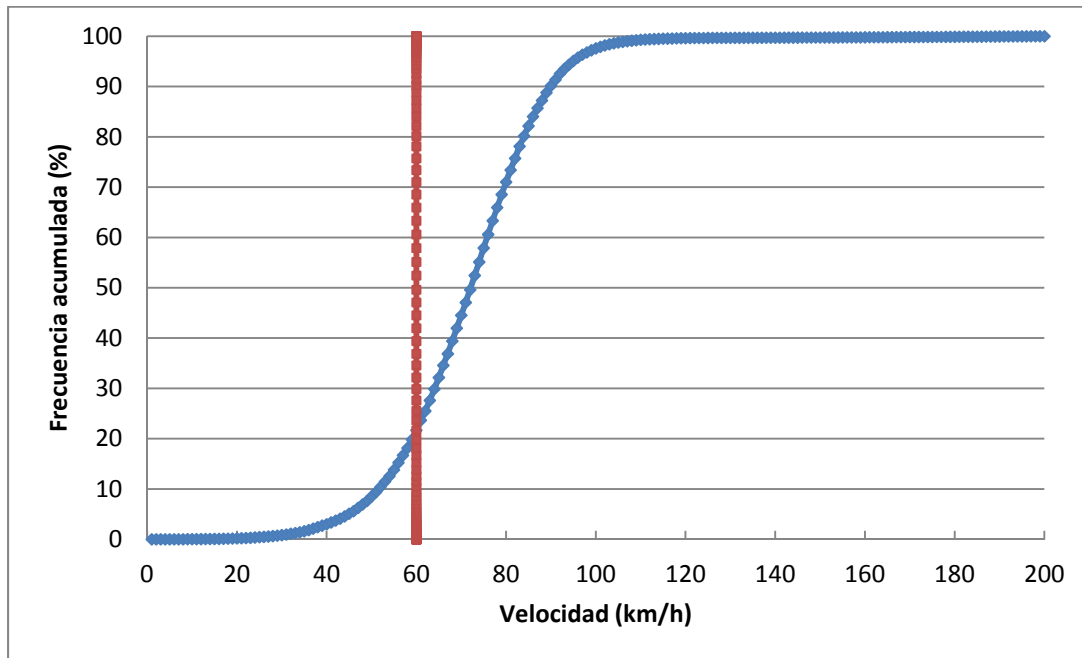


Figura 65. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Río Chiquito

Fuente: Autores, 2016

En la Figura 66 se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta Figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 75 km/h. Además se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 65 km/h y 85 km/h, rango dentro del cual no se encuentra la velocidad tomada como referencia.

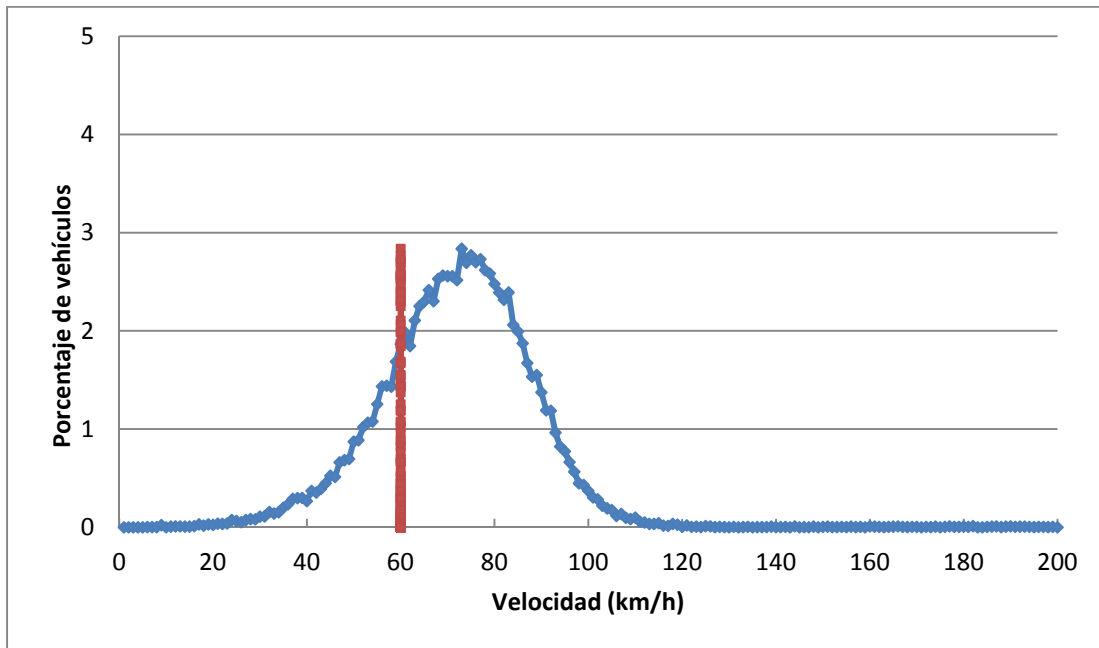


Figura 66. Distribución de velocidades en la estación de Río Chiquito

Fuente: Autores, 2016

7.11.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la **Figura 37** se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color azul) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que esta línea se encuentra a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cuatro ejes (verde) poseen las velocidades menores a lo largo de toda su frecuencia acumulada debido que se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones.

En el Cuadro 22 se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (72,1 km/h) y los de cuatro ejes poseen una velocidad promedio menor (54,0 km/h). En el cuadro anterior se observa la disminución de la velocidad promedio conforme aumenta el número de ejes del vehículo, con excepción de los vehículos de cuatro ejes ya que estos poseen

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 101 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------



una velocidad promedio menor a los de cinco o más ejes. En la totalidad de vehículos, predominan los vehículos de dos ejes. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 37 y 87 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia. Posteriormente, se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (60 km/h) y por encima de la velocidad 20 km/h mayor a la velocidad de referencia) para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (79,5 %) y cuatro ejes (33,5 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 80 km/h, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de dos ejes y de cuatro ejes con 30,0 % y 5,7 % respectivamente.

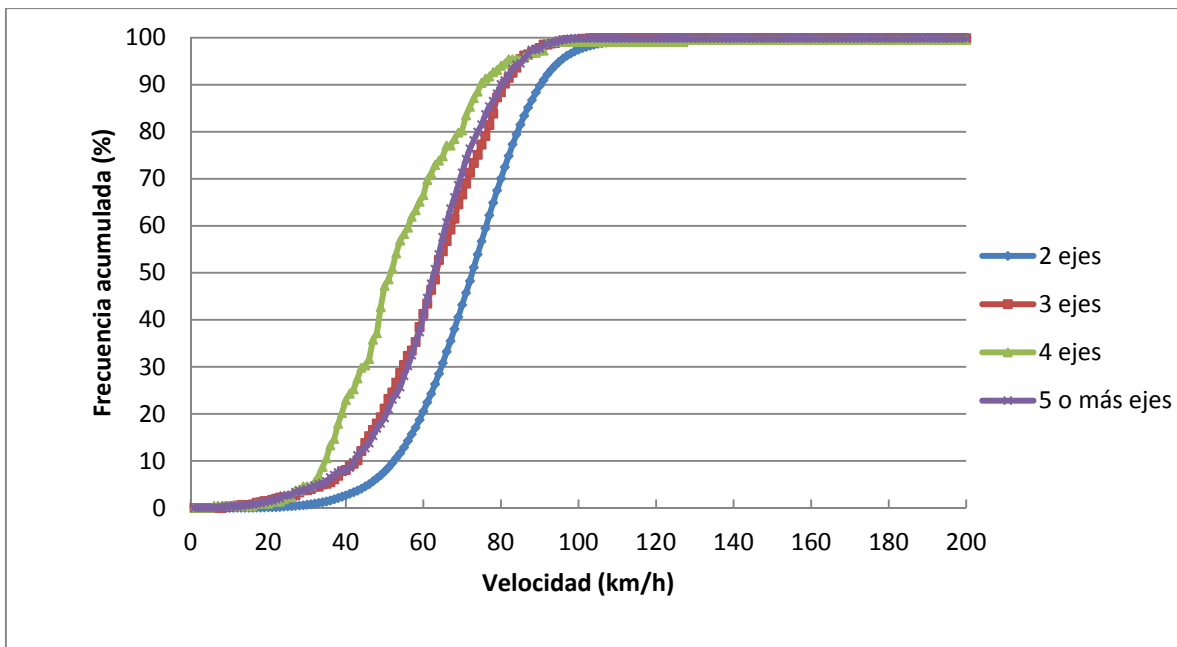


Figura 67. Distribución de vehículos en la estación de Río Chiquito

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 22, Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Río Chiquito

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	38 384	813	212	951
Promedio (km/h)	72,1	62,2	54,0	61,7
Percentil 85 (km/h)	87,0	78,3	71,5	76,9
Percentil 15 (km/h)	56,5	46,0	37,4	46,9
Encima de 60 km/h (%)	79,5	58,8	33,5	59,3
Encima de 80 km/h (%)	30,0	11,6	5,7	9,9

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las 5 clases explicadas en el Cuadro 1. En la Figura 68 y el Cuadro 23 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

Para frecuencias acumuladas bajas son los vehículos del tipo F1 (motocicletas) quienes poseen las mayores velocidades, para frecuencias acumuladas altas son los vehículos F3 (*pick up*) quienes poseen las mayores velocidades. A lo largo de toda la distribución los vehículos tipo F5 (camiones de dos ejes) poseen las menores velocidades. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F1 (motocicletas) es la que posee en promedio velocidades mayores (74,16 km/h) y la F5 (camiones de dos ejes) velocidades menores (66,37 km/h). El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 60 km/h tomada como referencia; el percentil 15 supera la velocidad tomada como referencia únicamente para la clasificación F1 (motocicletas).

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (60 km/h) y por encima de los 80 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) con 89,1 % y 69,6 % respectivamente, Para el caso del porcentaje por encima de 80



km/h los F3 (pick up) y F5 (camiones de dos ejes) tienen el porcentaje mayor y menor con 33,0 % y 18,0 % correspondientemente.

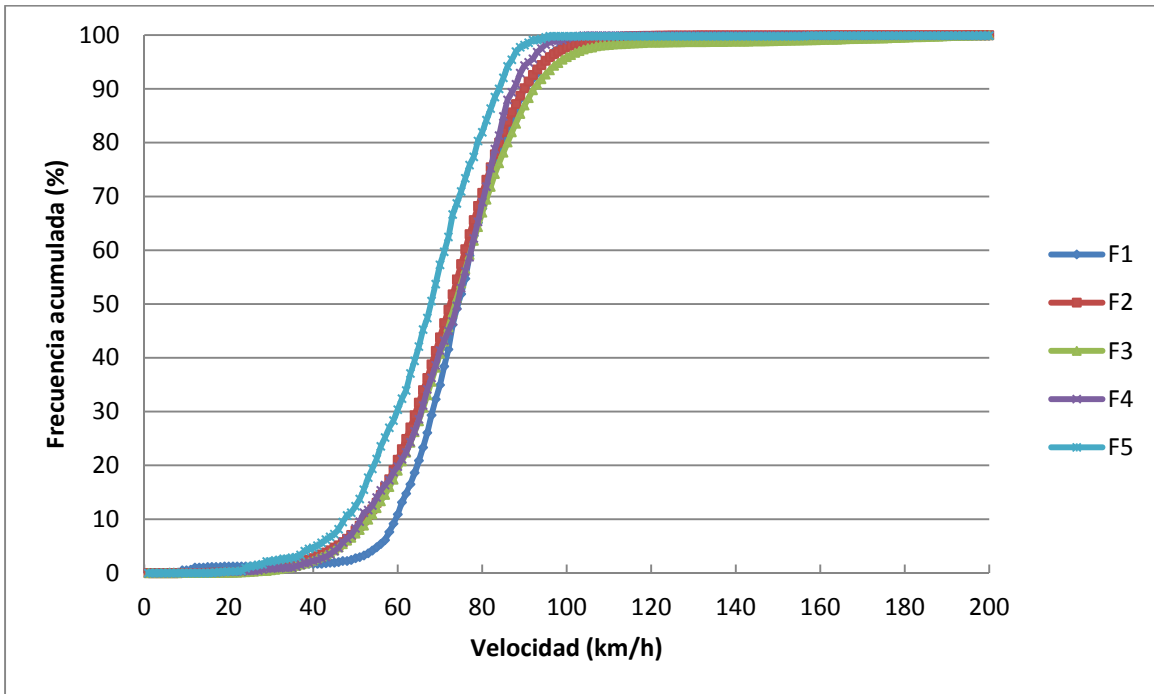


Figura 68. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Río Chiquito

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 23. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Río Chiquito

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	975	26 787	8 449	1 198	975
Promedio (km/h)	74,2	71,6	74,0	71,6	66,3
Percentil 85 (km/h)	87,3	86,7	88,9	85,0	81,5
Percentil 15 (km/h)	62,3	56,4	57,4	55,9	51,7
Encima de 60 km/h (%)	89,1	79,0	81,0	80,3	69,6
Encima de 80 km/h (%)	32,1	29,3	33,0	31,0	18,0

Fuente: Autores, 2016



7.11.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 69 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es sábado con 72,4 km/h y con velocidad promedio menor es viernes con 70,4 km/h.

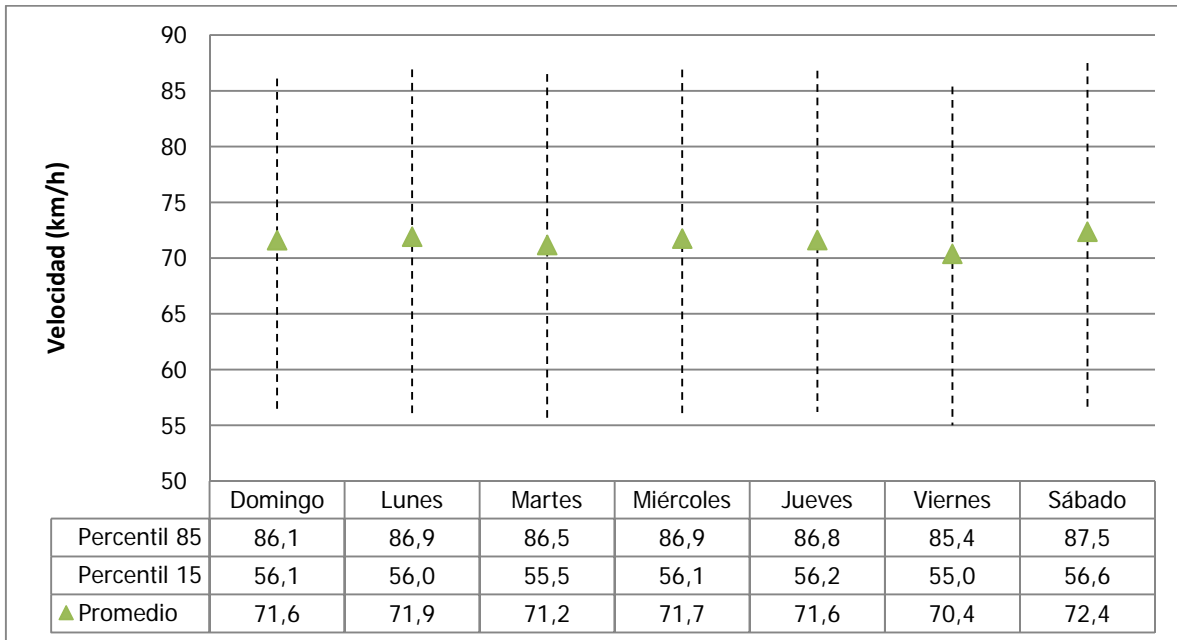


Figura 69. Velocidad por día de la semana para la estación de Río Chiquito

Fuente: Autores, 2016

En la Figura 70 se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. En las primeras horas de la madrugada la velocidad promedio permanece constante hasta las tres de la mañana, luego comienza a aumentar hasta las ocho de la mañana y permanece constante hasta las seis de la tarde. Luego disminuye hasta las nueve de la noche y aumenta hasta la media noche. Como puede verse en la Figura a continuación, en esta estación no se observan picos de velocidades significativos como en otras analizadas. La hora de mayor velocidad promedio es de cinco a seis de la



tarde con una velocidad promedio de 73,3 km/h y la de menor velocidad es de dos a tres de la madrugada con una velocidad promedio de 67,4 km/h.

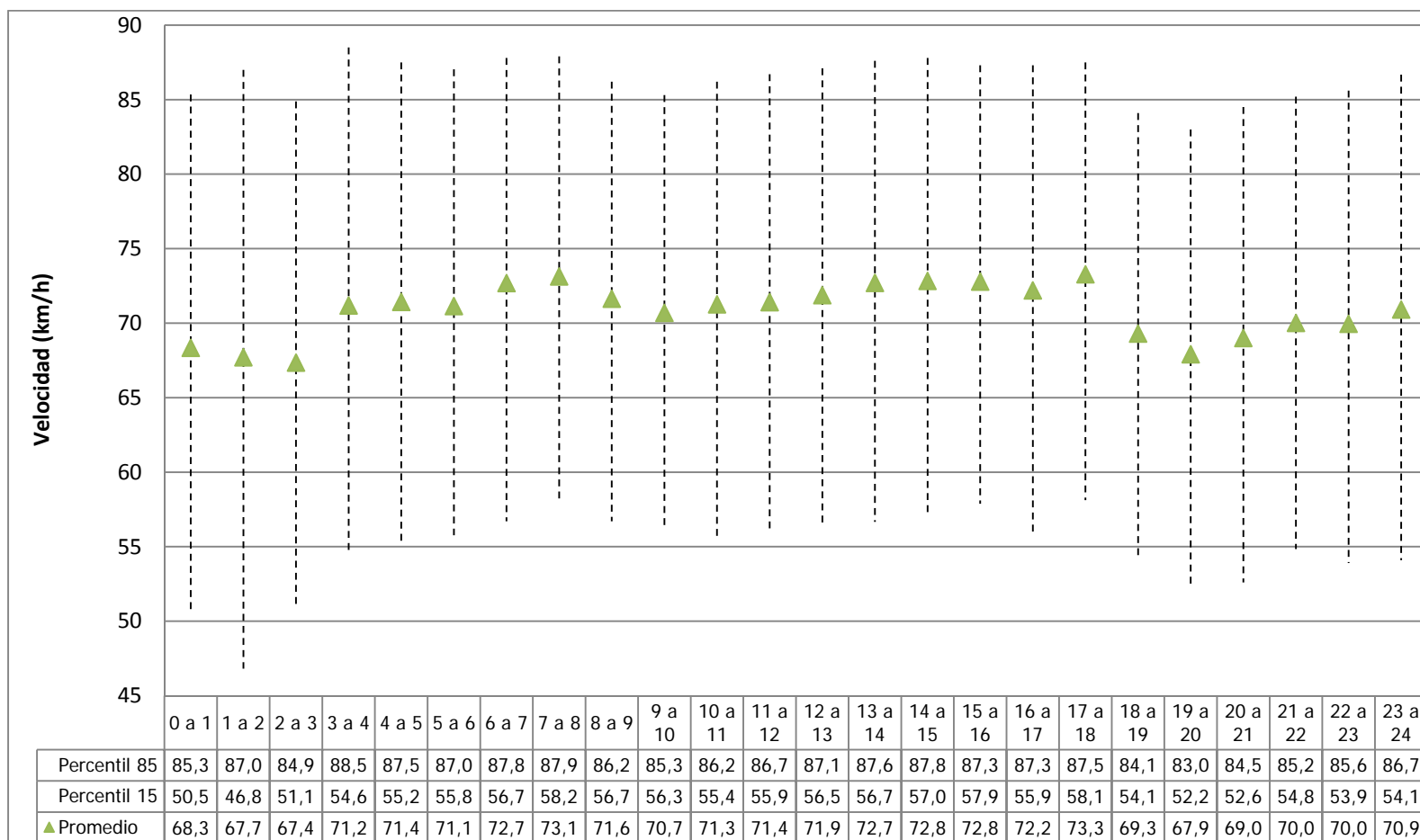


Figura 70. Velocidad por hora del día para la estación de Río Chiquito

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 107 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------



7.12. Estación de San Juanillo

7.12.1. Descripción de datos

La estación permanente de San Juanillo está ubicada la Ruta Nacional 141, en San Juanillo de Naranjo, 6 km al Norte de Naranjo, Alajuela. La estación de San Juanillo tiene un TPDA de 4 662 vehículos (MOPT, 2013), se encuentra dentro de la sección de control 20 600 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 45 km/h. Para el estudio se utilizaron datos de velocidades obtenidos del 14 de noviembre al 25 de noviembre de 2011.

7.12.2. Análisis de velocidades en la estación

En la Figura 71 se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Matapalo y se comparan estos datos con la velocidad de 45 km/h tomada como referencia. Se observa que aproximadamente el 85 % de los vehículos contados superan esta velocidad. El 80 % de vehículos poseen velocidades iguales o menores a 70 km/h.

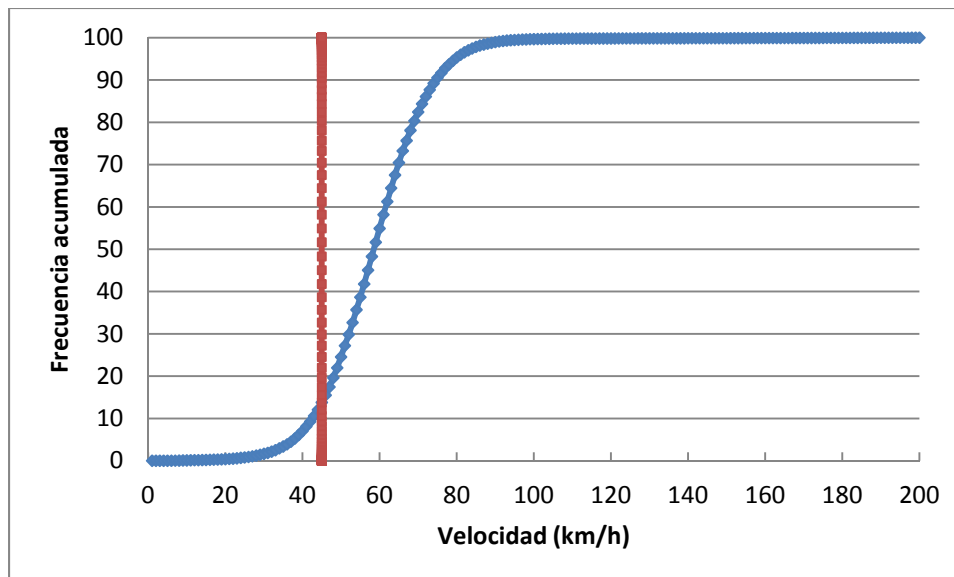


Figura 71. Distribución acumulada de velocidades en la estación de San Juanillo

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 108 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------



En la **Figura 36** se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 60 km/h. Además, se puede determinar a partir de este gráfico que el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 50 km/h y 70 km/h, rango dentro del cual no se encuentra la velocidad tomada como referencia.

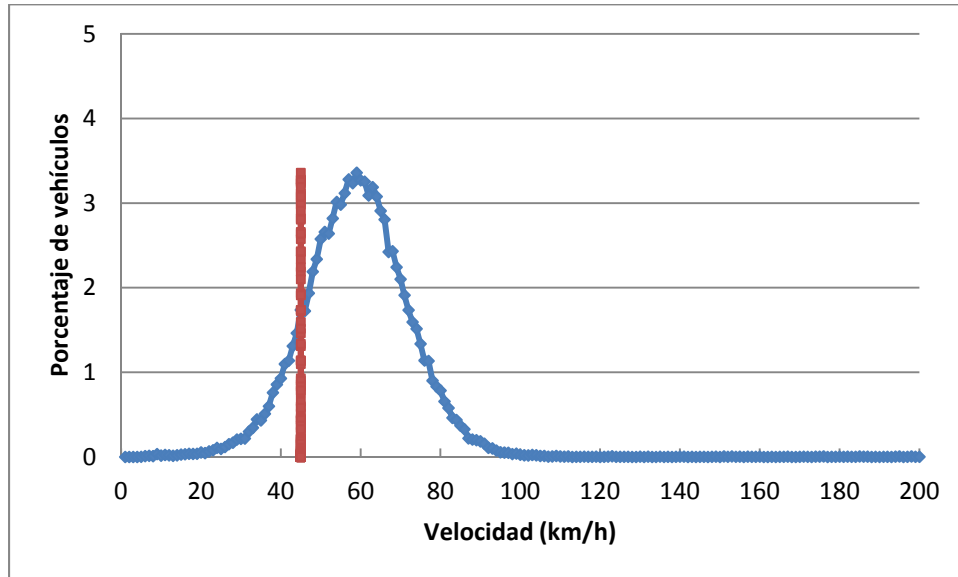


Figura 72. Distribución de velocidades en la estación de San Juanillo

Fuente: Autores, 2016

7.12.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la Figura 73 se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color azul) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las restantes gráficas. Los vehículos de 5 o más ejes (morado) poseen las velocidades menores para frecuencias acumuladas altas y finalmente son los vehículos de cuatro ejes (verde) los que poseen las menores velocidades debido que se encuentra a la izquierda de las demás clasificaciones,

En el Cuadro 24 se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (59,6 km/h) y

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 109 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

los de cuatro ejes poseen una velocidad promedio menor (51,1 km/h), La relación entre el número de ejes y la velocidad es inversa como es de esperar, en el cuadro anterior puede observarse la disminución de la velocidad promedio conforme aumenta el número de ejes del vehículo, con excepción de los vehículos que de cinco o más ejes que poseen una velocidad levemente mayor que la de los vehículos de cuatro ejes.

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de tres ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70% de los vehículos tienen velocidades entre 38 km/h y 72 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (45 km/h) y por encima de los 65 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (66,5 %) y cuatro ejes (67,2 %). De acuerdo al porcentaje por encima 65 km/h, los porcentajes mayores y menores siguen siendo para los vehículos de dos ejes y de cuatro ejes con 31,6 % y 11,0 % respectivamente.

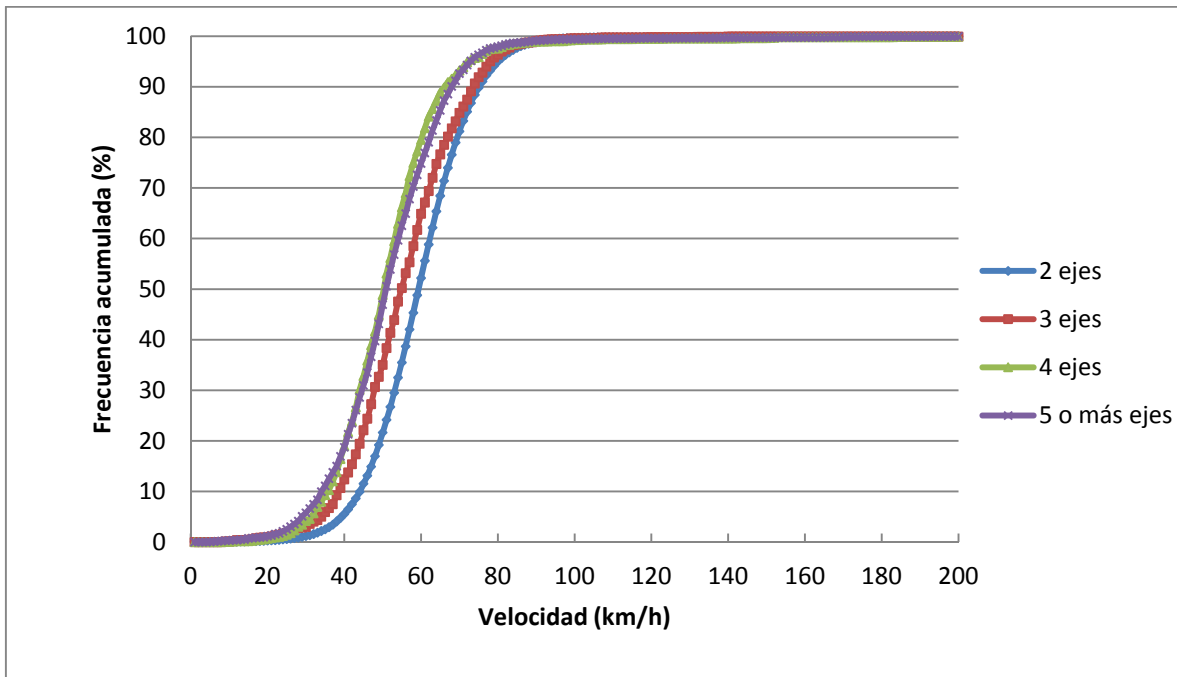


Figura 73. Distribución de vehículos en la estación de San Juanillo

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 24. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de San Juanillo

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total	44 090	1 527	1 650	3 163
Promedio (km/h)	59,6	55,4	51,1	51,5
Percentil 85 (km/h)	72,0	70,0	62,6	64,9
Percentil 15 (km/h)	47,1	41,9	38,5	38,0
Encima de 45 km/h (%)	88,5	77,9	67,2	69,0
Encima de 65 km/h (%)	31,6	23,2	11,0	14,6

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las cinco clases

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 111 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

explicadas en el Cuadro 1. En la Figura 74 y el Cuadro 25 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.

A lo largo de toda la distribución son los vehículos del tipo F1 (motocicletas) quienes poseen las mayores velocidades y los vehículos de clasificación F5 (camión de dos ejes) son quienes poseen las velocidades menores. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F1 (motocicletas) es la que posee en promedio velocidades mayores (61,7 km/h) y la F5 (camión de dos ejes) velocidades menores (54,2 km/h). El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 45 km/h tomada como referencia; igualmente el percentil 15 supera la velocidad tomada como referencia para todas las clasificaciones con excepción de las F4 y F5 (autobuses y camiones de dos ejes).

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (45 km/h) y por encima de la velocidad 20 km/h mayor a la velocidad de referencia para cada clasificación de vehículos. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F1 (motocicletas) y F5 (camión de dos ejes) con 89,8 % y 75,6 % correspondientemente. Para el caso del porcentaje por encima de 65 km/h los F1 (motocicletas) y F5 (camión de dos ejes) continúan teniendo el porcentaje mayor y menor con 39,5 % y 15,0 % respectivamente.

Cuadro 25. Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de San Juanillo

	F1	F2	F3	F4	F5
Total	527	35 862	4 815	1 360	1 526
Promedio (km/h)	61,7	60,0	59,3	54,3	54,2
Percentil 85 (km/h)	76,1	72,5	71,3	65,6	65,0
Percentil 15 (km/h)	49,1	47,7	46,0	42,6	41,2
Encima de 45 km/h (%)	89,8	89,6	86,7	79,4	75,6
Encima de 65 km/h (%)	39,5	33,2	27,8	16,6	15,0

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 112 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

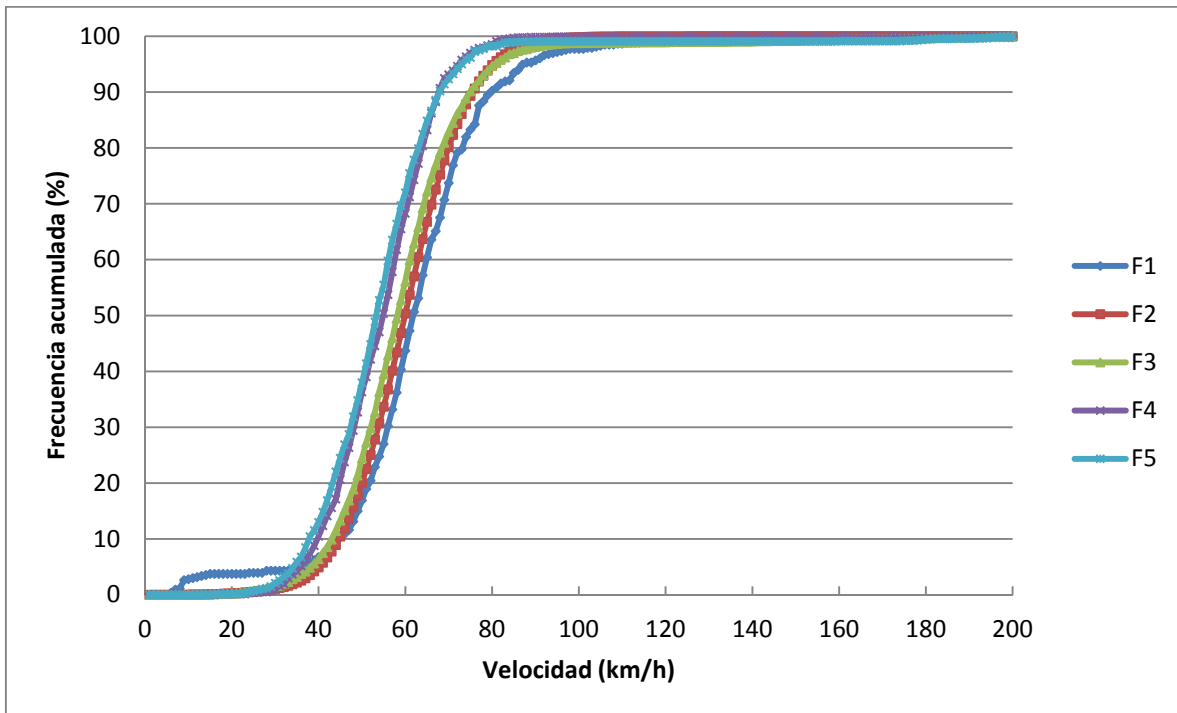


Figura 74. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de San Juanillo

Fuente: Autores, 2016

7.12.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 75 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es sábado con 52,6 km/h y con velocidad promedio menor es domingo y miércoles ambos con 50,8 km/h. Más adelante en la Figura 76 se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Durante la madrugada se observan altas velocidades entre la una y tres. A partir de las tres de la mañana la velocidad promedio aumenta hasta las seis para luego permanecer relativamente constante hasta las 10 de la mañana y disminuye hasta las once para permanecer más o menos constante hasta las cuatro de la tarde. Luego disminuye hasta las seis y aumenta hasta las de la noche.



La hora de mayor velocidades es de dos a tres de la mañana con una velocidad promedio de 57,5 km/h y la de velocidades menores es de medianoche a una de la madrugada con una velocidad promedio de 48,3 km/h.

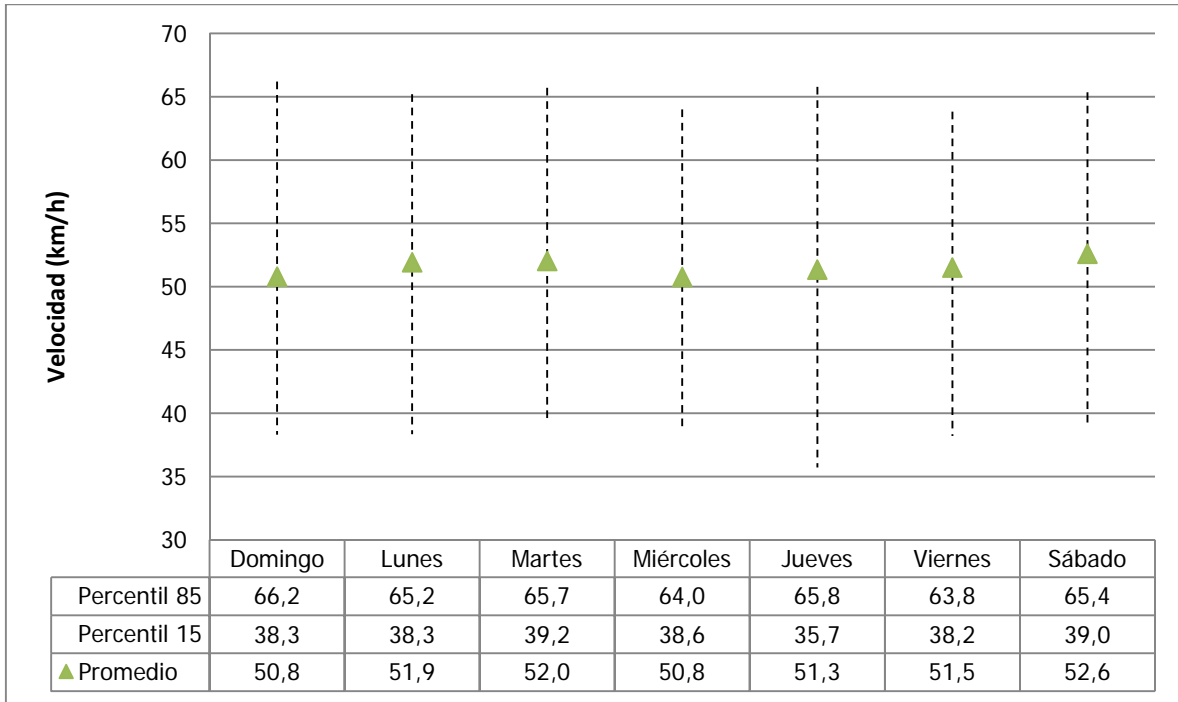


Figura 75. Velocidad por día de la semana para la estación de San Juanillo

Fuente: Autores, 2016

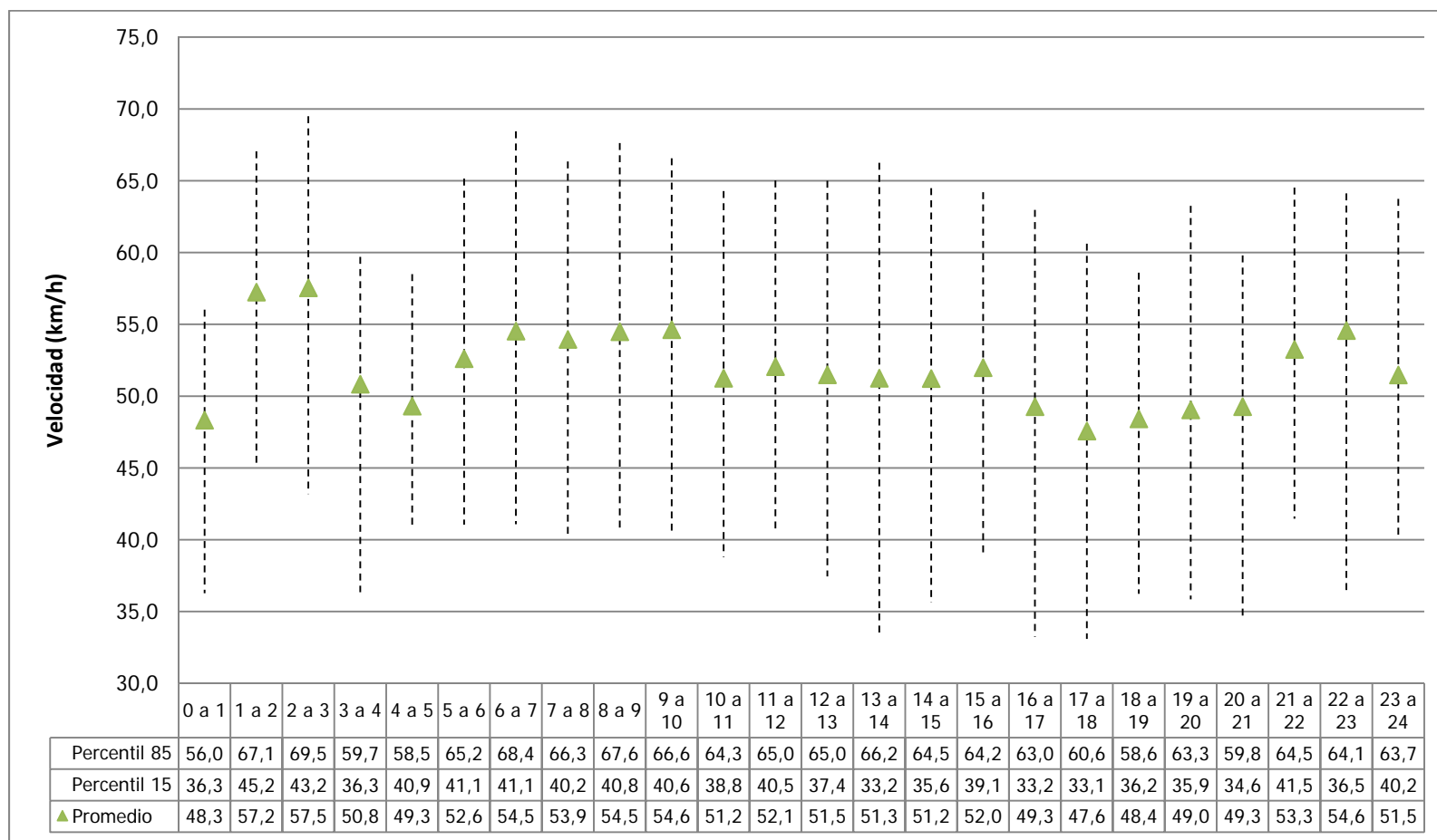


Figura 76. Velocidad por hora del día para la estación de San Juanillo

Fuente: Autores, 2016



7.13. Estación de Tempisque

7.13.1. Descripción de datos

La estación permanente de Tempisque está ubicada en la Ruta Nacional 18 y se encuentra cerca de INTACO, 3,5 km antes del puente sobre el río Tempisque, Abangares (Sentido Limonal - Nicoya). Se encuentra dentro de la sección de control 51 110 y según la Evaluación de la Red Vial Nacional de 2012 del LanammeUCR la velocidad de referencia es de 80 km/h. Para el estudio se utilizaron datos de velocidades obtenidos de 39 788 que pasaron por la estación del 9 de diciembre al 21 de diciembre de 2011.

7.13.2. Análisis de velocidades en la estación

En la Figura 77 se presenta la distribución acumulada de velocidades para la estación de Matapalo y se comparan estos datos con la velocidad de 80 km/h tomada como referencia. Se observa que aproximadamente el 60 % de los vehículos contados superan esta velocidad. El 80 % de vehículos poseen velocidades iguales o menores a 95 km/h.

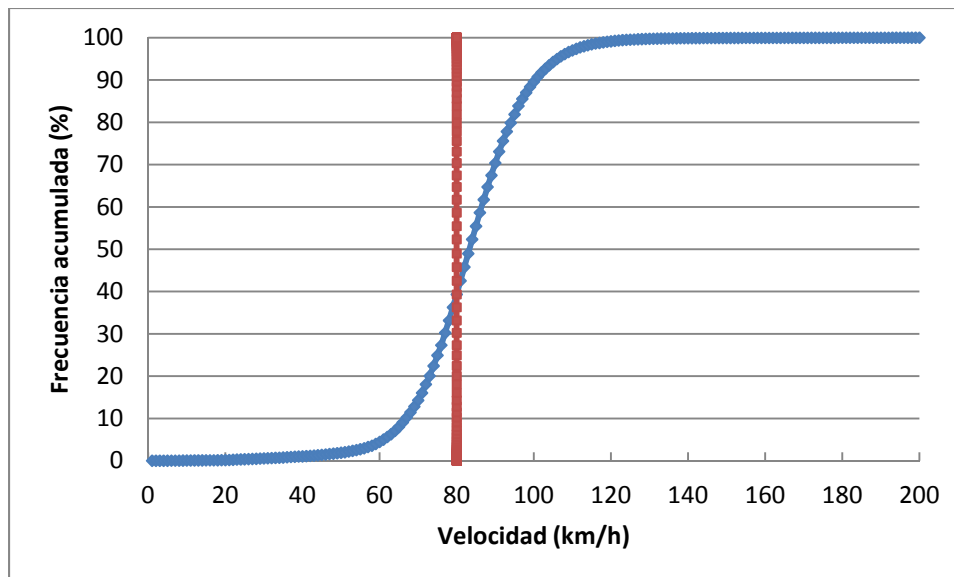


Figura 77. Distribución acumulada de velocidades en la estación de Tempisque

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 116 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

En la Figura 78 se presenta la distribución de vehículos con respecto a la velocidad, en esta figura se observa que la media de velocidad es de aproximadamente 85 km/h. Además, el rango de 20 km/h más repetitivo es entre 75 y 95 km/h, rango dentro del cual se encuentra la velocidad tomada como referencia.

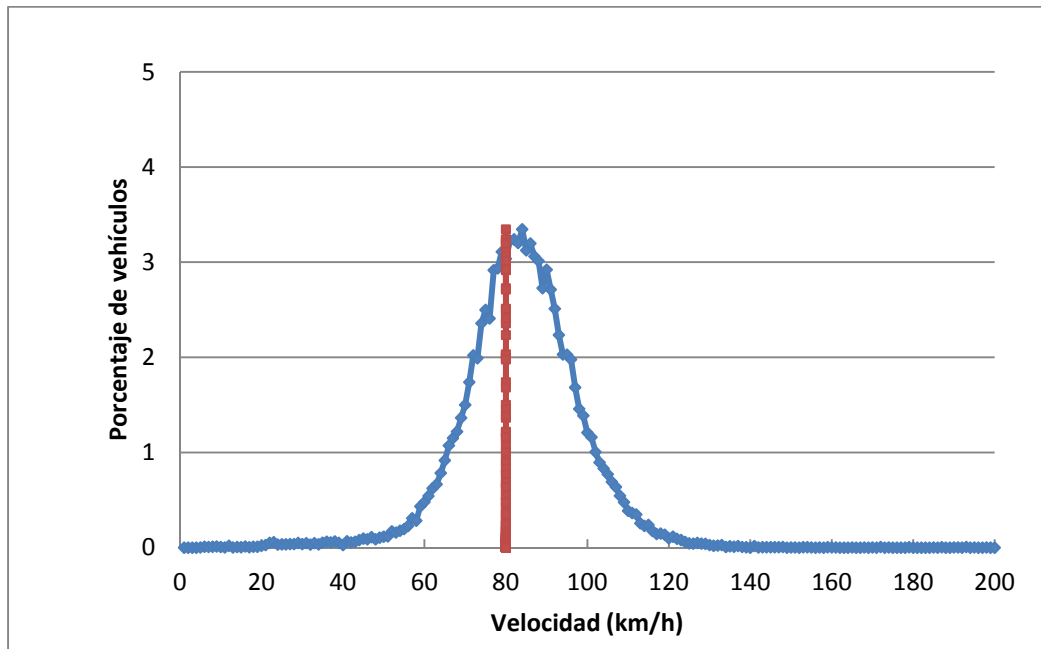


Figura 78, Distribución de velocidades en la estación de Tempisque

Fuente: Autores, 2016

7.13.3. Análisis por clasificación de vehículos

En la Figura 79 se presenta la distribución de velocidades para la clasificación de vehículos según el número de ejes. Se observa que los vehículos de dos ejes (color azul) tienen velocidades mayores que el resto a lo largo de toda la distribución debido que se encuentran a la derecha de las gráficas para las clasificaciones restantes. Los vehículos de cinco o más ejes (morado) poseen las velocidades similares a la de los vehículos de tres y cuatro ejes.



En el **Cuadro 126** se resumen los resultados para la clasificación por número de ejes. Los vehículos de dos ejes son los que poseen una velocidad promedio mayor (84,6 km/h) y los de cinco o más ejes poseen una velocidad promedio menor (73,1 km/h) los vehículos de tres y cuatro ejes tienen una velocidad promedio de 75 km/h.

En la totalidad de vehículos, los vehículos de dos ejes son mayoría y los de cuatro ejes son minoría. Se obtuvieron los percentiles 15 y 85, de estos se puede afirmar que el 70 % de los vehículos tienen velocidades entre 32 km/h y 72 km/h para todas las clasificaciones; siendo siempre la clasificación de dos ejes la de rango de velocidades mayores. También se determinó que los percentiles 85 para todas las clasificaciones de vehículos superan la velocidad tomada como referencia.

Posteriormente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (80 km/h) y de los 100 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los de dos ejes (64,4 %) y cinco o más ejes (32,3 %). De acuerdo al porcentaje por encima de 100 km/h, los porcentajes mayores y menores son para los vehículos de dos ejes y de tres ejes con 11,4 % y 2,4 % respectivamente.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 118 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

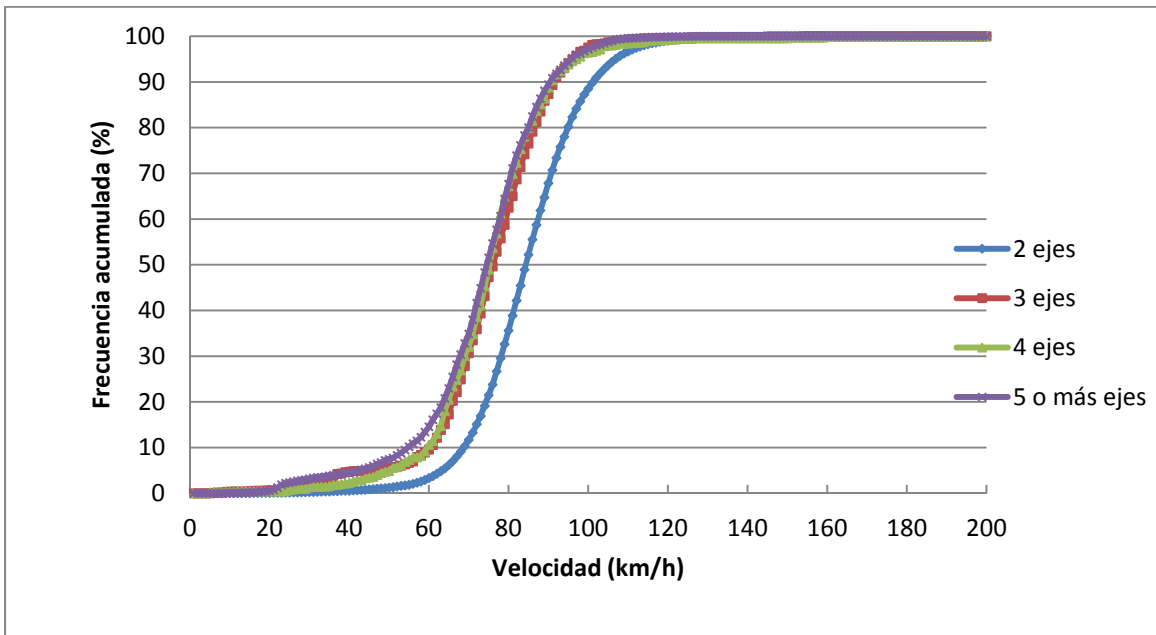


Figura 79. Distribución de vehículos en la estación de Tempisque

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 26. Resumen de resultados de distribución de velocidades por vehículo en la estación de Tempisque

	dos ejes	tres ejes	cuatro ejes	5 o más ejes
Total (vehículos)	35 010	1 275	698	2 805
Promedio (km/h)	84,6	75,2	75,0	73,1
Percentil 85 (km/h)	97,5	88,7	87,9	87,3
Percentil 15 (km/h)	72,0	64,0	63,2	60,3
Encima de 80 km/h (%)	64,4	37,5	32,8	32,3
Encima de 100 km/h (%)	11,4	2,4	3,6	2,8

Fuente: Autores, 2016

Con el objetivo de describir a mayor detalle el comportamiento de la mayoría de los vehículos en la estación, se clasificaron los vehículos de dos ejes en las 5 clases detalladas en el cuadro 1. En la Figura 80 y el Cuadro 27 se presenta la distribución de velocidades para cada categoría.



Para frecuencias acumuladas bajas son los vehículos del tipo F4 (autobuses) quienes poseen las mayores velocidades, finalmente para frecuencias acumuladas altas son los del tipo F3 (*pick up*) quienes poseen las mayores velocidades. Para las menores velocidades con frecuencias bajas y altas son los vehículos F1 (motocicletas) y F5 (camiones de dos ejes) quienes las poseen respectivamente. En promedio según el cuadro anterior se observa que la clasificación F4 (autobuses) es la que posee en promedio velocidades mayores (85,3 km/h) y la F1 (motocicletas) velocidades menores (75,4 km/h). El percentil 85 obtenido para todas las clasificaciones supera la velocidad de 80 km/h tomada como referencia.

Finalmente se obtuvo el porcentaje de vehículos por encima de la velocidad de referencia (80 km/h) y por encima de los 100 km/h. Los vehículos con mayor y menor porcentaje por encima de la velocidad de referencia son los F4 (autobuses) y F1 (motocicletas) con 69,3 % y 40,3 % respectivamente. Para el caso del porcentaje por encima de 100 km/h los F3 (*pick up*) y F5 (camiones de dos ejes) tienen el porcentaje mayor y menor con 12,4 % y 3,4 % correspondientemente.

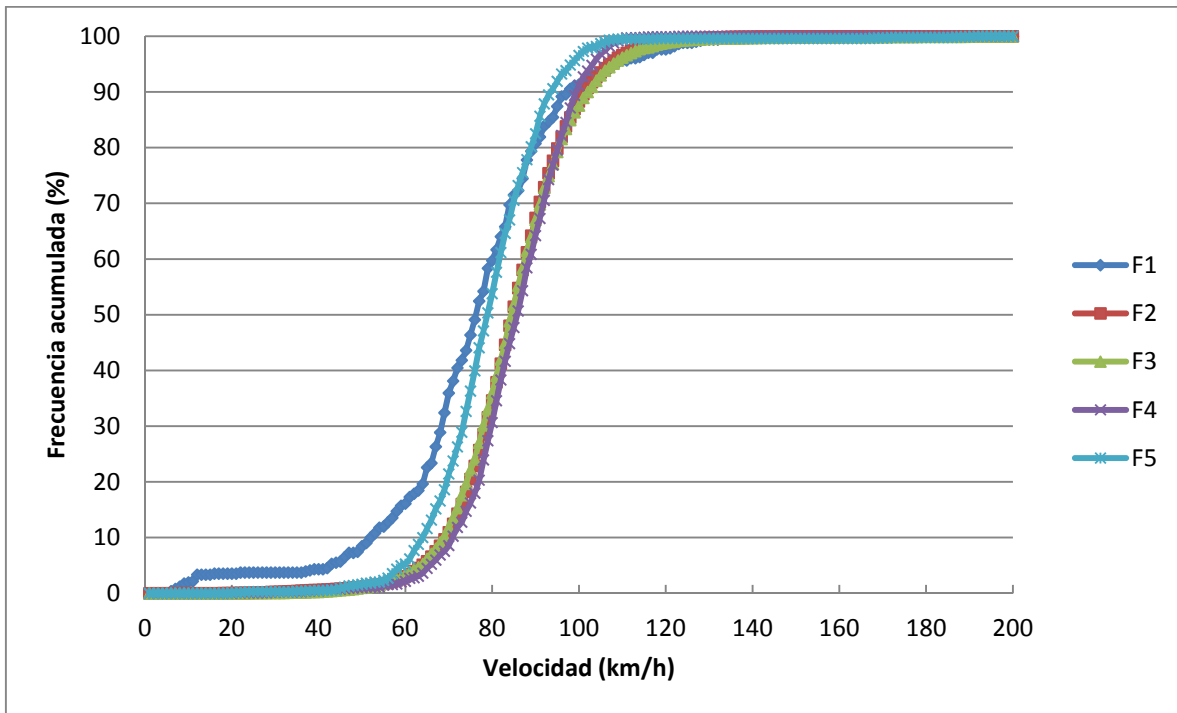


Figura 80. Distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Tempisque

Fuente: Autores, 2016

Cuadro 27, Resumen de resultados de distribución de velocidades para vehículos de dos ejes en la estación de Tempisque

	F1	F2	F3	F4	F5
Total (vehículos)	509	26 643	5 796	1 073	989
Promedio (km/h)	75,4	84,9	85,0	85,3	79,1
Percentil 85 (km/h)	93,3	97,8	98,1	97,2	90,8
Percentil 15 (km/h)	58,5	72,5	71,9	74,4	66,9
Encima de 80 km/h (%)	40,3	65,4	64,0	69,3	46,2
Encima de 100 km/h (%)	8,6	11,7	12,4	8,9	3,4

Fuente: Autores, 2016



7.13.4. Análisis por factor temporal

En la Figura 81 se presenta la variación de la velocidad promedio para los días de la semana en el período de estudio. El día con velocidad promedio mayor es domingo con 86,2 km/h y con velocidad promedio menor es miércoles con 81,5 km/h. Más adelante, en la Figura 82, se presenta la variación de velocidades cada hora en la estación iniciando a las 00:00 horas. Se observa una tendencia a permanecer aproximadamente constante desde medianoche hasta las tres de la mañana para luego aumentar a hasta las cinco de la mañana. Posteriormente las velocidades de los vehículos disminuyen hasta las once de la mañana y aumenta hasta las cinco de la tarde. Luego disminuye hasta las siete de la noche y por último aumenta hasta la media noche. La hora de mayor velocidades es de cuatro a cinco de la mañana con una velocidad promedio de 88,8 km/h y la de velocidades menores es de 10 a 11 de la mañana con una velocidad promedio de 79,3 km/h.

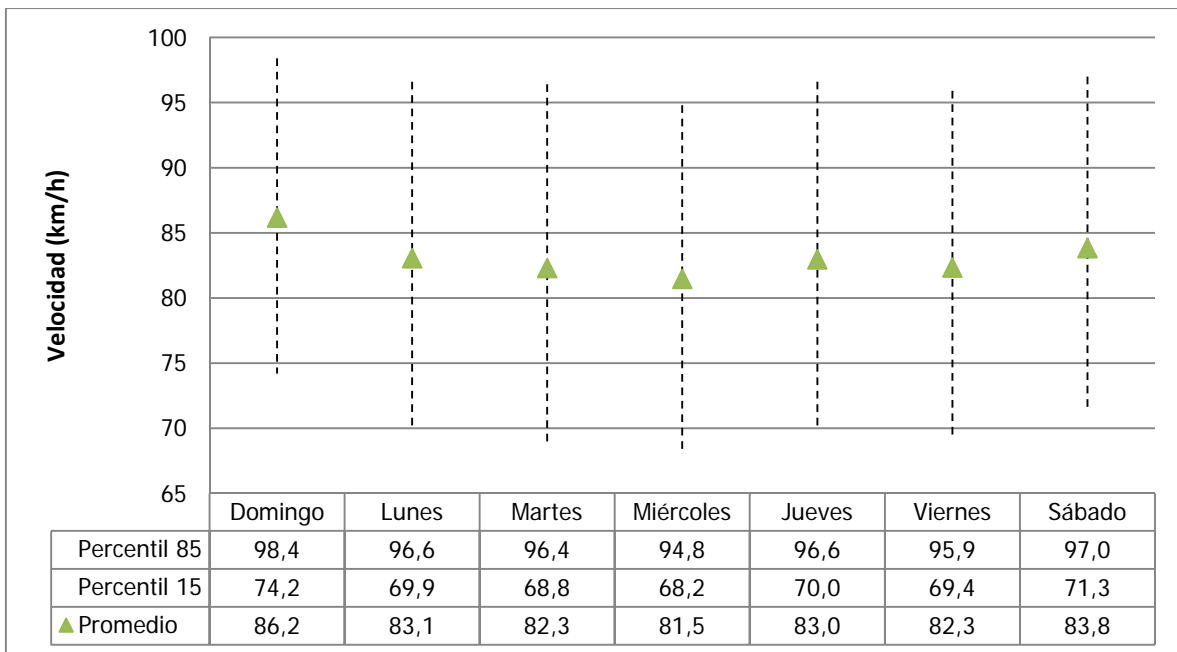


Figura 81. Velocidad por día de la semana para la estación de Tempisque

Fuente: Autores, 2016

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 122 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

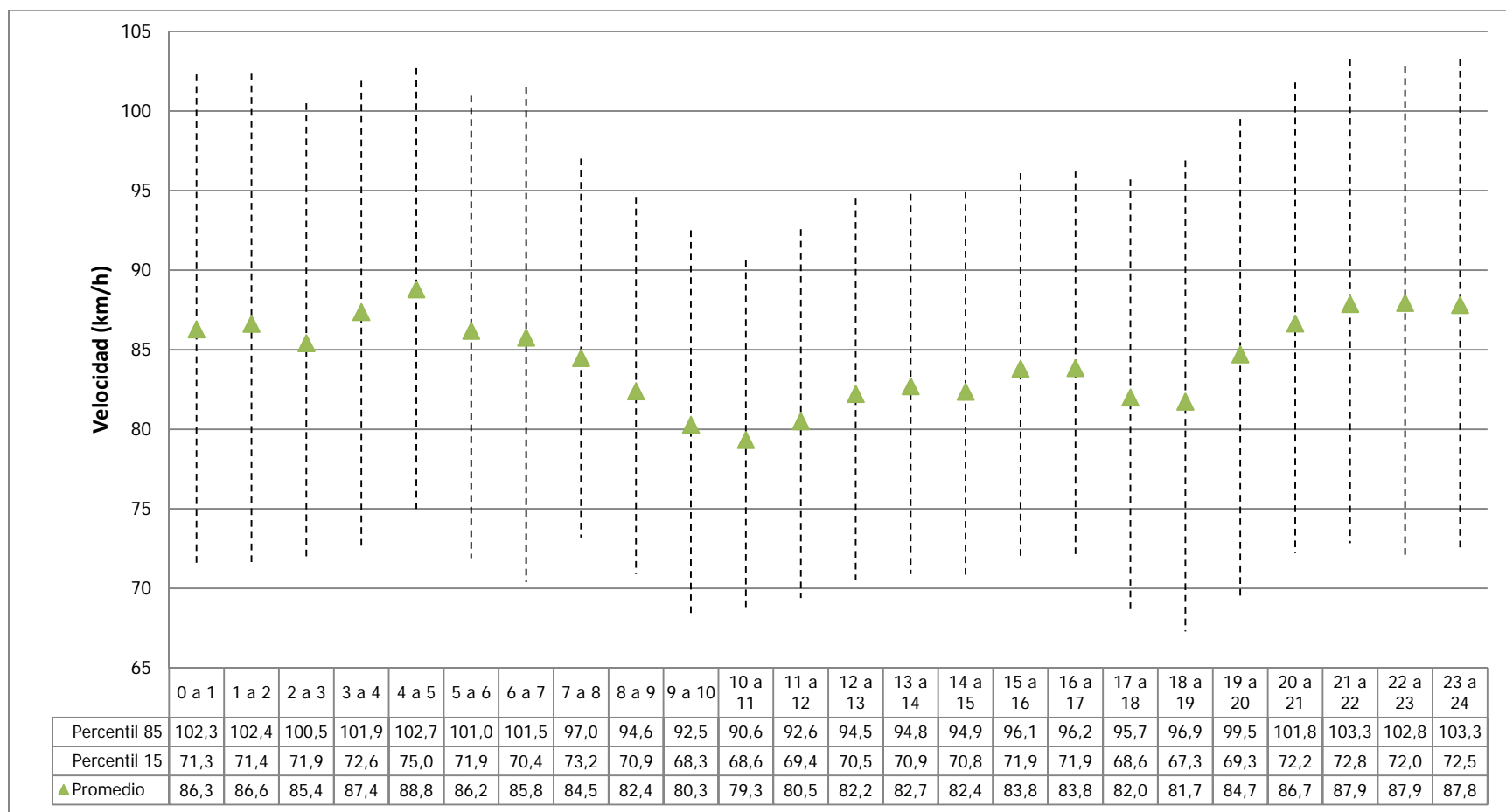


Figura 82. Velocidad por hora del día para la estación de Tempisque

Fuente: Autores, 2016

8. RESUMEN DE RESULTADOS

En esta sección se resumen los principales resultados obtenidos a partir de los datos en las diferentes estaciones.

- **Resultados según número de ejes:**

- Los vehículos de dos ejes poseen las mayores velocidades promedio (Cuadro 28) para todas las estaciones con excepción de la estación de Cañas.

- La velocidad promedio mayor es para los vehículos de dos ejes en la estación de Guápil (85,44 km/h) y la velocidad promedio menor para los vehículos de 5 o más ejes en la estación de Paso Canoas (30,88 km/h).

- En la mayoría de las estaciones (seis estaciones) los vehículos de cinco o más ejes son quienes poseen las menores velocidades promedio, seguido por los de cuatro ejes (cinco estaciones) y por último los de tres ejes (dos estaciones).

- En términos generales, la disminución de la velocidad promedio de acuerdo a los números de ejes es clara para todas las estaciones. Es decir, es de esperar que a mayor número de ejes menor velocidad promedio.

- Las velocidades promedio mayores pertenecientes a los vehículos de dos de ejes superan la velocidad tomada como referencia en todas las estaciones con excepción de Búfalo, Liberia y Paso Canoas.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 124 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------



Cuadro 28. Resumen de vehículos con velocidad promedio mayor y menor según el número de ejes para cada estación analizada

Estación	Velocidad de referencia (km/h)	Tipo de vehículo con mayor velocidad promedio		Tipo de vehículo con menor velocidad promedio	
		Tipo vehículo	Velocidad Promedio (km/h)	Tipo vehículo	Velocidad Promedio (km/h)
Búfalo	80	dos ejes	73,2	5 o más ejes	67,7
Cambronero	50	dos ejes	63,5	cuatro ejes	54,8
Cañas	75	tres ejes	81,4	cuatro ejes	73,1
Desmonte	45	dos ejes	53,1	tres ejes	50,2
Guápil	30	dos ejes	85,4	cuatro ejes	76,2
Juan Viñas	50	dos ejes	51,6	5 o más ejes	42,1
Liberia	80	dos ejes	73,3	5 o más ejes	67,0
Matapalo	30	dos ejes	73,8	5 o más ejes	61,0
Muelle	70	dos ejes	72,8	tres ejes	66,4
Paso Canoas	75	dos ejes	54,6	5 o más ejes	30,9
Río Chiquito	60	dos ejes	72,1	cuatro ejes	54,0
San Juanillo	45	dos ejes	59,6	cuatro ejes	51,1
Tempisque	80	dos ejes	84,6	5 o más ejes	73,1

Fuente: Autores, 2016

- Para los vehículos de dos ejes, los vehículos *pick up* (F3) son quienes poseen las velocidades promedio mayores para la mayoría de las estaciones (seis estaciones), siguiéndoles las motocicletas (F1, cuatro estaciones), luego los autobuses (F4, dos estaciones) y únicamente para la estación de Muelle, los automóviles (F2) poseen las velocidades mayores (Ver Cuadro 29).

- Las velocidades menores promedio varían entre las motocicletas y los camiones de dos ejes en todas las estaciones: de las 13 estaciones analizadas, seis poseen los camiones de dos ejes como vehículos con velocidades promedio menores (F5) y las restantes a las motocicletas (F1). Las velocidades promedio mayores de los vehículos de dos ejes son mayores a la velocidad de referencia para todas las estaciones con excepción de las estaciones de Búfalo, Liberia y Paso Canoas.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 125 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

- De acuerdo las velocidades según las clasificaciones de los vehículos de dos ejes, los *pick up* (F3) en la estación de Guápil poseen la velocidad promedio mayor (87,6 km/h). Por otro lado, los camiones de dos ejes (F5) en la estación de Juan Viñas poseen la velocidad promedio menor (53,3 km/h).

Cuadro 29. Resumen de vehículos de dos ejes con velocidad promedio mayor y menor según el esquema F de clasificación de FHWA para cada estación analizada.

Estación	Velocidad de referencia (km/h)	Tipo de vehículo con mayor velocidad promedio		Tipo de vehículo con menor velocidad promedio	
		Tipo vehículo	Velocidad Promedio (km/h)	Tipo vehículo	Velocidad Promedio (km/h)
Búfalo	80	F3	75,5	F5	67,8
Cambroner o	50	F3	66,2	F1	56,6
Cañas	75	F3	79,8	F1	66,7
Desmonte	45	F1	60,2	F5	46,7
Guápil	30	F3	87,6	F1	75,1
Juan Viñas	50	F1	53,3	F5	44,4
Liberia	80	F4	75,3	F1	70,1
Matapalo	30	F3	78,8	F1	58,0
Muelle	70	F2	73,5	F5	66,6
Paso Canoas	75	F3	57,3	F1	50,2
Río Chiquito	60	F1	74,2	F5	66,4
San Juanillo	45	F1	61,7	F5	54,2
Tempisque	80	F4	85,3	F1	75,4

Fuente: Autores, 2016

- **Resultados según número de ejes:**

- Generalmente, el día de mayor velocidad promedio en las estaciones estudiadas es el domingo (seis estaciones) seguido por el sábado (tres estaciones), luego viernes (dos estaciones) y lunes y jueves con una estación cada uno. Puede concluirse que los fines de

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 126 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------



semana se presentan velocidades promedio mayores que en el resto de la semana en las estaciones.

- No se presenta ningún patrón con respecto al día con menor velocidad promedio en las estaciones. El viernes es el día más repetitivo (cinco estaciones) y puede retribuirse al final de la semana y aumento en la disponibilidad para recreación de los usuarios, por lo tanto aumento de la congestión.

- La velocidad promedio para los días con velocidades promedio mayores y menores supera la velocidad tomada como referencia en todas las estaciones con excepción de Búfalo, Liberia y Paso Canoas (Cuadro 30).

Cuadro 30. Día de mayor y menor velocidad promedio para cada estación en estudio,

Estación	Velocidad de referencia (km/h)	Día de mayor velocidad		Día de menor velocidad	
		Día	Velocidad Promedio (km/h)	Día	Velocidad Promedio (km/h)
Búfalo	80	Domingo	73,9	Martes	68,3
Cambronero	50	Domingo	62,5	Viernes	61,3
Cañas	75	Domingo	78,8	Viernes	76,1
Desmonte	45	Viernes	53,8	Domingo	52,8
Guápil	30	Lunes	85,8	Domingo	83,2
Juan Viñas	45	Sábado	52,1	Lunes	48,5
Liberia	80	Domingo	75,5	Viernes	71,9
Matapalo	30	Jueves	74,5	Viernes	65,5
Muelle	70	Domingo	74,9	Jueves	70,3
Paso Canoas	75	Viernes	61,3	Miércoles	43,7
Río Chiquito	60	Sábado	72,4	Viernes	70,4
San Juanillo	45	Sábado	52,6	Domingo y miércoles	50,8
Tempisque	80	Domingo	86,2	Miércoles	81,5

Fuente: Autores, 2016

- Para la mayoría de las estaciones (nueve de trece estaciones) las horas de velocidad promedio mayor corresponden a la madrugada.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 127 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

- Las estaciones de Guápil y Matapalo sin embargo tienen como horas de mayor velocidades las de la mañana (7:00 - 8:00 y 8:00 - 9:00 respectivamente).
- La estación Río Chiquito representa un cambio en el comportamiento de las demás debido que la hora de mayores velocidades es de cinco a seis de la tarde.
- La mayoría de las estaciones tienen como hora de velocidad promedio menor la tarde, generalmente en el momento de finalización de la jornada laboral (entre cinco de la tarde y siete de la noche).
- Otras estaciones poseen como hora de menor velocidades horas de la madrugada o mañana (Desmonte, Río Chiquito, San Juanillo y Tempisque), sin embargo esto son casos aparte al comportamiento mayoritario de las estaciones analizadas.
- La velocidad promedio para la hora de mayor velocidad supera la velocidad tomada como referencia para todas las estaciones con excepción de las estaciones de Búfalo y Paso Canoas.

Informe LM-PI- USVT-002-16	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 128 de 138
----------------------------	------------------------------------	-------------------

Cuadro 31. Hora de mayor y menor velocidad promedio para cada estación en estudio

Estación	Velocidad de referencia (km/h)	Hora de mayor velocidad		Hora de menor velocidad	
		Hora	Velocidad Promedio (km/h)	Hora	Velocidad Promedio (km/h)
Búfalo	80	1:00 - 2:00	79,2	19:00 - 20:00	62,7
Cambronero	50	5:00 - 6:00	66,6	17:00 - 18:00	57,9
Cañas	75	4:00 - 5:00	84,3	18:00 - 19:00	72,7
Desmonte	45	1:00 - 2:00	56,2	2:00 - 3:00	50,5
Guápil	30	7:00 - 8:00	89,1	18:00 - 19:00	78,2
Juan Viñas	45	22:00 - 23:00	52,5	18:00 - 19:00	47,0
Liberia	80	2:00 - 3:00	83,9	17:00 - 18:00	67,2
Matapalo	30	8:00 - 9:00	78,4	16:00 - 17:00	65,9
Muelle	70	0:00 - 1:00 y 6:00 - 7:00	75,0	18:00 - 19:00	66,4
Paso Canoas	75	0:00 - 1:00	66,1	18:00 - 19:00	47,1
Río Chiquito	60	17:00 - 18:00	73,3	2:00 - 3:00	67,4
San Juanillo	45	2:00 - 3:00	57,5	0:00 - 1:00	48,3
Tempisque	80	4:00 - 5:00	88,8	10:00 - 11:00	79,3

Fuente: Autores, 2016

- De acuerdo al día de la semana se ven diferentes comportamientos de acuerdo a la estación.

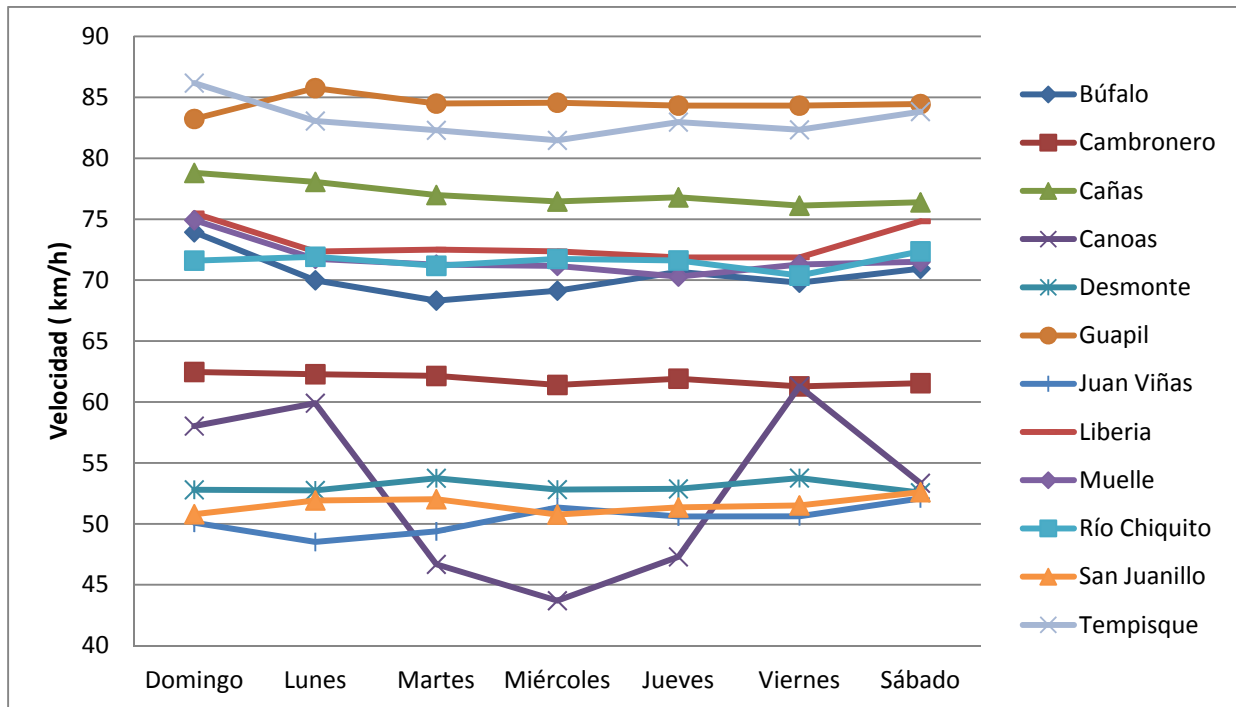


Figura 82. Distribución de velocidades promedio por día de la semana en las estaciones analizadas

Fuente: Autores, 2016

- Cinco estaciones presentan una distribución de velocidades promedio en la cual el día domingo tiene las mayores velocidades. En algunos casos, el sábado también presenta velocidades promedio mayores a los días entre semana (ver Figura 83).
- Las estaciones de Cambronero, Desmote, Guápil, Río Chiquito, Juan Viñas y San Juanillo presentan patrones de velocidades que no presentan mayores velocidades promedio los días domingo (Figura 84).
- La estación de Canoas presenta grandes variaciones en sus velocidades promedio.

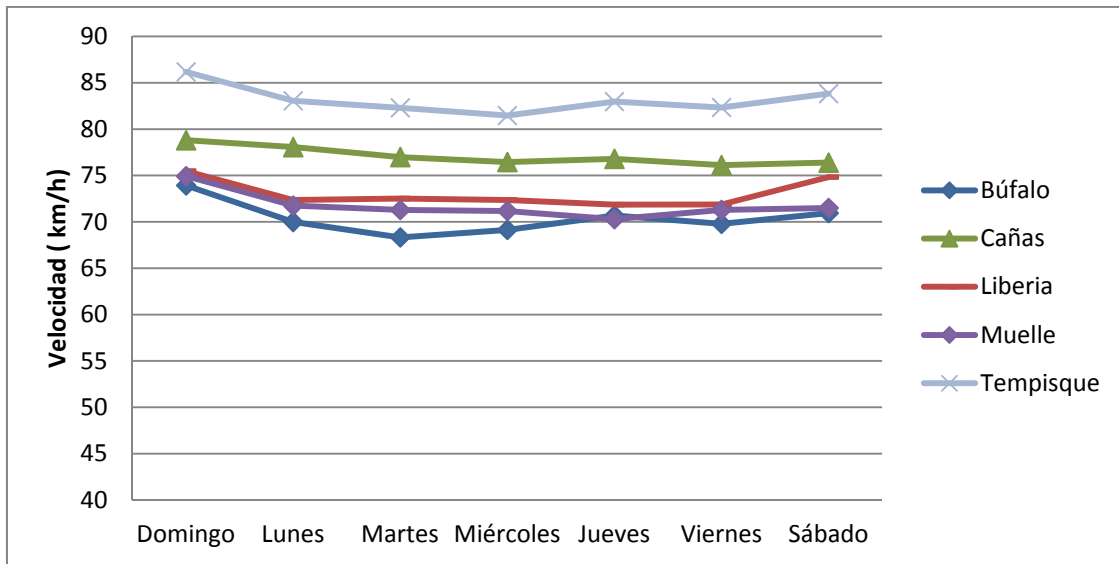


Figura 83. Distribución de velocidades promedio por día de la semana para estaciones con velocidades promedio más alta los días domingo.

Fuente: Autores, 2016,

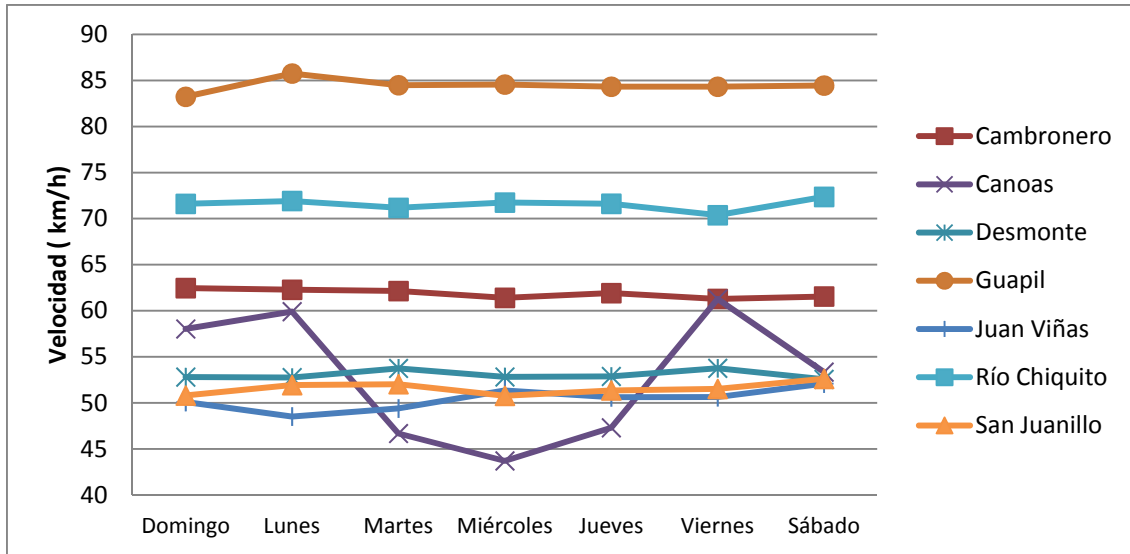


Figura 84. Distribución de velocidades promedio por día de la semana para estaciones donde el domingo no presenta mayores velocidades.

Fuente: Autores, 2016

- La mayoría de las estaciones presentan una distribución de velocidades por hora del día similar (Figura 85).
- Las estaciones similares presentan altas velocidades en horas de la madrugada. En algunos casos presenta un pico de velocidad entre las seis y siete de la mañana, y a partir de esta hora comienza a disminuir la velocidad promedio hasta llegar a un punto de inflexión al medio día, posteriormente aumenta de nuevo hasta llegar a un nuevo punto de inflexión entre las cinco de la tarde y ocho de la noche para luego comenzar a aumentar nuevamente (Figura 86).
- Las estaciones de Canoas y Matapalo presentan patrones de velocidades por semana diferentes a las demás estaciones (Figura 87).

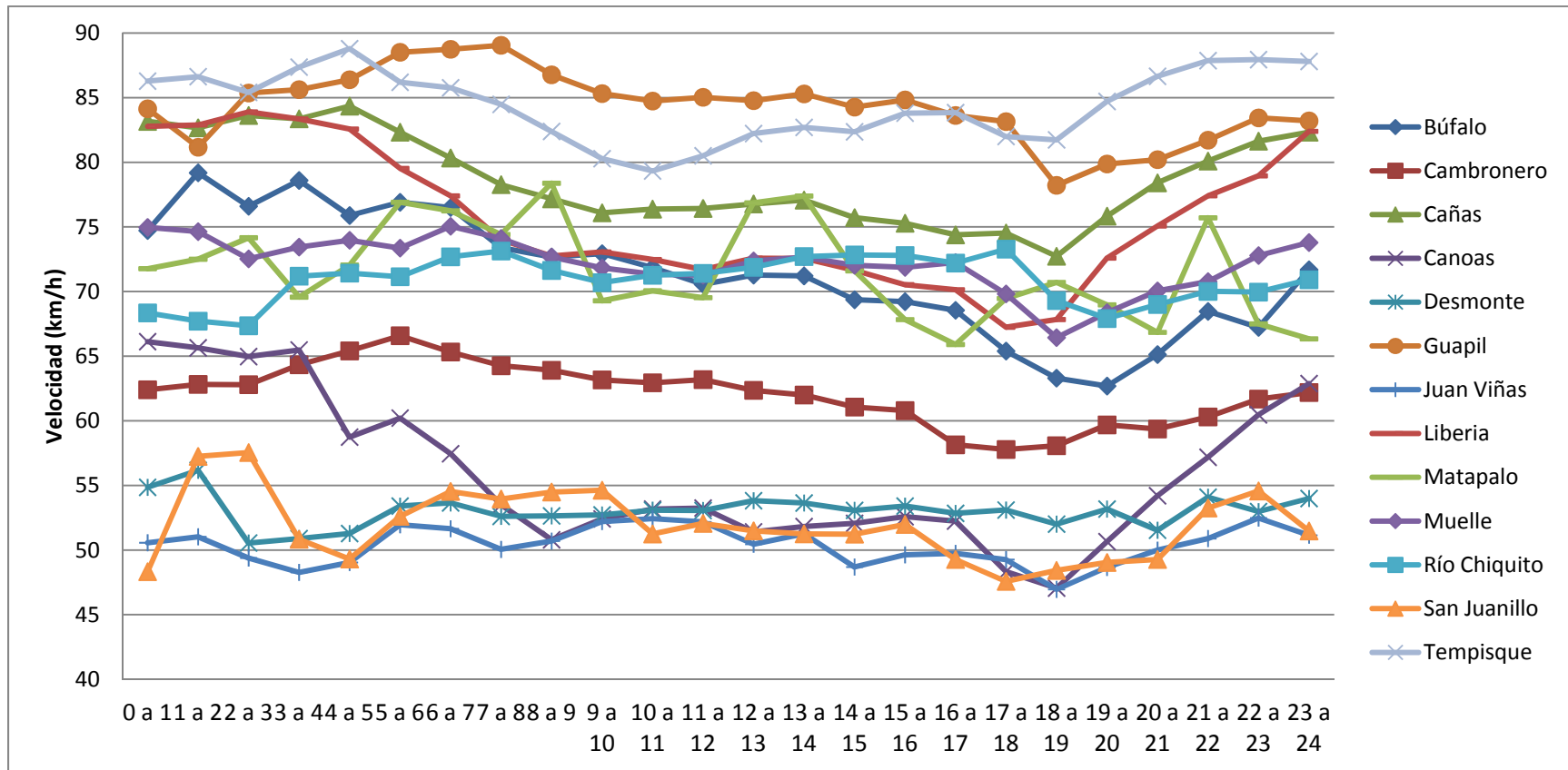


Figura 85, Distribución de velocidades promedio por hora del día en las estaciones analizadas, Fuente: Autores, 2016

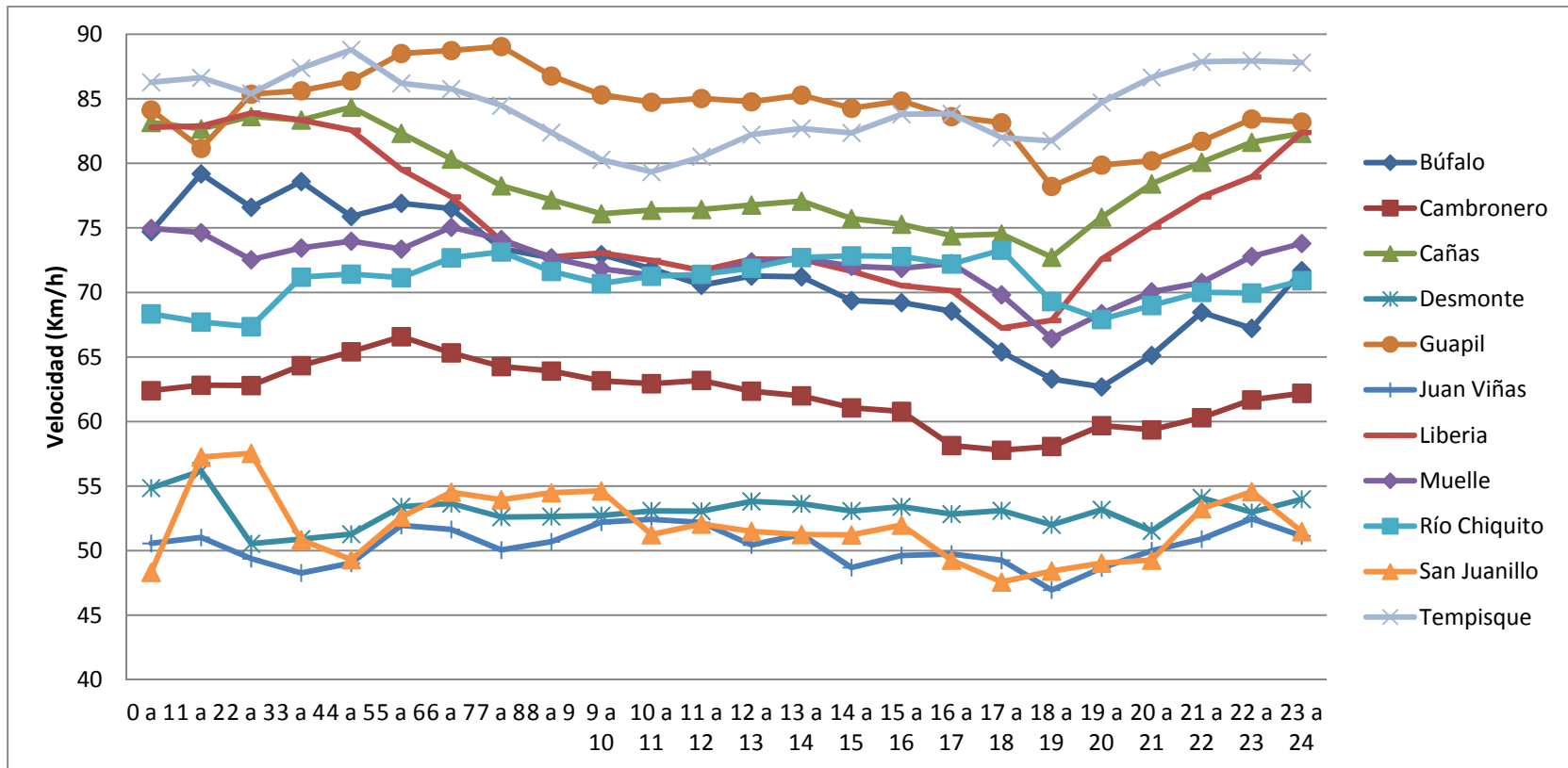


Figura 86, Distribución de velocidades promedio por hora del día para estaciones con comportamiento similar.

Fuente: Autores, 2016

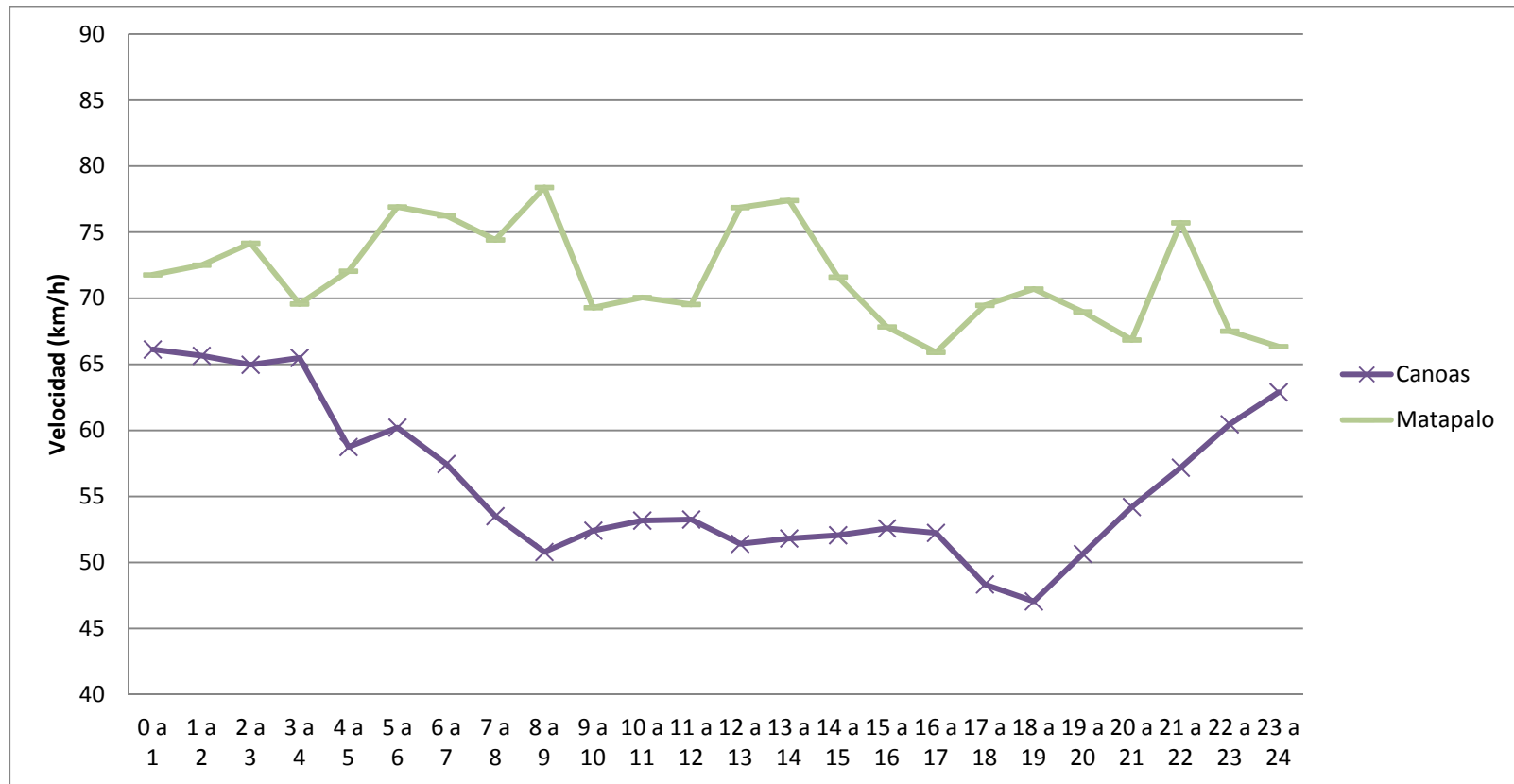


Figura 87, Distribución de velocidades promedio por hora del día para estaciones con comportamiento diferente.

Fuente: Autores, 2016

9. RECOMENDACIONES

- Verificar en campo la velocidad tomada como referencia en cada estación para de esta manera determinar el porcentaje de vehículos que superan la velocidad máxima permitida y la velocidad temeraria (20 km/h mayor que la máxima permitida).
- En futuros estudios se podría incluir una descripción del tramo de calle como ancho de calzada, si hay o no espaldones, pendiente, entre otros que lleve a una clasificación por niveles de servicio (LOS) y una correlación con los datos obtenidos.
- Se podría realizar análisis estadísticos que reafirmen el incumplimiento o no de la velocidad límite.
- Es recomendable la aplicación de análisis de varianza para comparar resultados entre tratamientos, tipo de vehículo, velocidad de referencia (baja, media y alta), entre otros.
- Utilizar análisis estadístico en futuros estudios para confirmar el día de mayor y menor velocidad.
- Realizar futuras investigaciones con el fin de evaluar la incidencia de factores ambientales en las estaciones durante los días de medición, para comparar el comportamiento de los usuarios en los diferentes escenarios posibles en Costa Rica (lluvia, neblina, sol, noche, día).
- Separar los datos por sentido para futuras investigaciones, con el fin de comparar el flujo de velocidades en cada sentido en dependencia de la hora del día.
- Continuar realizando mediciones en las estaciones para obtener la evolución del comportamiento de los usuarios a través del tiempo y determinar la causa de algún posible cambio en el mismo.

Informe LM-PI-USVT-002-2016	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 136 de 138
-----------------------------	------------------------------------	-------------------

10. TRABAJOS CITADOS

André, M., & Hammarström, U. (2000). Driving speeds in Europe for pollutant emissions estimation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 5(5), 321-335.

Brilon, W., & Ponzlet, M. (1996). Variability of speed-flow relationships on German autobahns. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1555), 91-98.

Kyte, M., Khatib, Z., Shannon, P., & Kitchener, F. (2001). Effect of weather on free-flow speed, *Transportation research record: Journal of the transportation research board*, (1776), 60-68.

Haglund, M., & Åberg, L. (2002). Stability in drivers' speed choice. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior*, 5(3), 177-188.

Ibrahim, A. T., & Hall, F. L. (1994). *Effect of adverse weather conditions on speed-flow-occupancy relationships* (No, 1457).

Macangus, J., Milligan, C., Montufar, J., & Belluz, L. (2012). Speed Characteristics on Manitoba's National Highway System Roads Using Weigh-In-Motion Data, In *2012 Conference and exhibition of the transportation association of Canada-transportation: innovations and opportunities*.

Magaña, J. (2014). Determinación de patrones típicos de distribución temporal de tránsito en Costa Rica, Trabajo Final de Graduación, Universidad de Costa Rica

Magaña, J., Hernández, H. y Jiménez, D. (2014). Aplicación del análisis de conglomerados para la caracterización de factores temporales de tránsito para Costa Rica. *Congreso Ingeniería Civil, Costa Rica*.

Mannering, F., Kilareski, W., & Washburn, S. (2007). *Principles of highway engineering and traffic analysis*, John Wiley & Sons.

Informe LM-PI-USVT-002-2016	Fecha de emisión: 15 de abril 2016	Página 137 de 138
-----------------------------	------------------------------------	-------------------

Martens, M., Compte, S., & Kaptein, N. (1997). The effects of road design on speed behaviour: a literature review.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2013). Anuario de Información de Tránsito 2012, Dirección de Planificación Sectorial.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2014). Anuario de Información de Tránsito 2013, Dirección de Planificación Sectorial.

Natural Resources Canada (2009). Avoid High Speeds. Disponible en: <http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/transportation/cars-light-trucks/fuel-efficient-driving-techniques/7513>

OMS. (2009) Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: es hora de pasar a la acción. Ginebra, Organización Mundial de la Salud. Disponible en: www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2009.

Wasielewski, P. (1984). Speed as a measure of driver risk: Observed speeds versus driver and vehicle characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, 16(2), 89-103