

02 de abril del 2020
LM-IC-D-0312-2020

Sra. Mirna Sabillon García
Coordinadora Gestión Ambiental
Municipalidad de San Carlos

Asunto: Atención al oficio MSCAM-GA 0361-2019

Estimada Señora:

Sirva la presente para saludarle y a la vez hacer de su conocimiento los resultados obtenidos en atención al oficio MSCAM-GA 0361-2019 (de la fecha 10 de diciembre del 2019), como respuesta al requerimiento formal de la Municipalidad de San Carlos, al préstamo de contadores vehiculares tipo neumático por parte del LanammeUCR y de la capacitación y asesoría que esto conlleva. El objetivo de la asesoría es realizar conteos vehiculares que permitan la cuantificación de los volúmenes vehiculares y el tipo de tránsito de sitios representativos del cantón, información que la Municipalidad requiere para la elaboración de su inventario de Gases del Efecto Invernadero (GEI). Todo lo anterior en apego a las funciones asignadas por la Ley N°. 8114 y sus reformas a este laboratorio en materia de asesoría y capacitación a gobiernos locales.

En una fase inicial, los días 7, 8 y 9 de enero del 2020, la Unidad de Gestión Municipal (UGM), en conjunto con personal de la Municipalidad de San Carlos, realizaron conteos vehiculares en puntos estratégicos definidos previamente por la Municipalidad, principalmente en los límites cantonales, en donde además se capacitó al personal en el uso, instalación y programación del equipo. Los resultados de esta Fase I se presentaron en el oficio LM-IC-D-89-2020 entregado a la Municipalidad en el mes de febrero del presente año.

En una Fase II, del 2 al 5 de marzo del 2020, de igual forma, se procedió con la colocación de contadores vehiculares en conjunto con personal de la Municipalidad, pero esta vez en los cascos urbanos de diferentes poblados del cantón, sobre los puntos de mayor tránsito de la zona. El objetivo fue realizar los conteos en los cascos urbanos una vez que el tránsito vehicular estuviera normalizado debido a la finalización del periodo de vacaciones, y así tener una caracterización más detallada y representativa de la zona. Además, se seleccionaron puntos que ya se habían analizado en la evaluación de la red vial cantonal asfaltada de San Carlos en el año 2014 (Informe LM-PI-GM-12-2014), para conocer el cambio del volumen vehicular de la zona del 2014 al presente.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

1. Ubicación:

En la Fase II en total se realizaron 11 conteos vehiculares en sitios definidos en conjunto con la Municipalidad, los cuales corresponden a puntos de mayor tránsito en los cascos urbanos de diferentes poblados del cantón. En el Cuadro 1 se resumen datos de todos los conteos realizados (tanto la Fase I como la Fase II) y en la

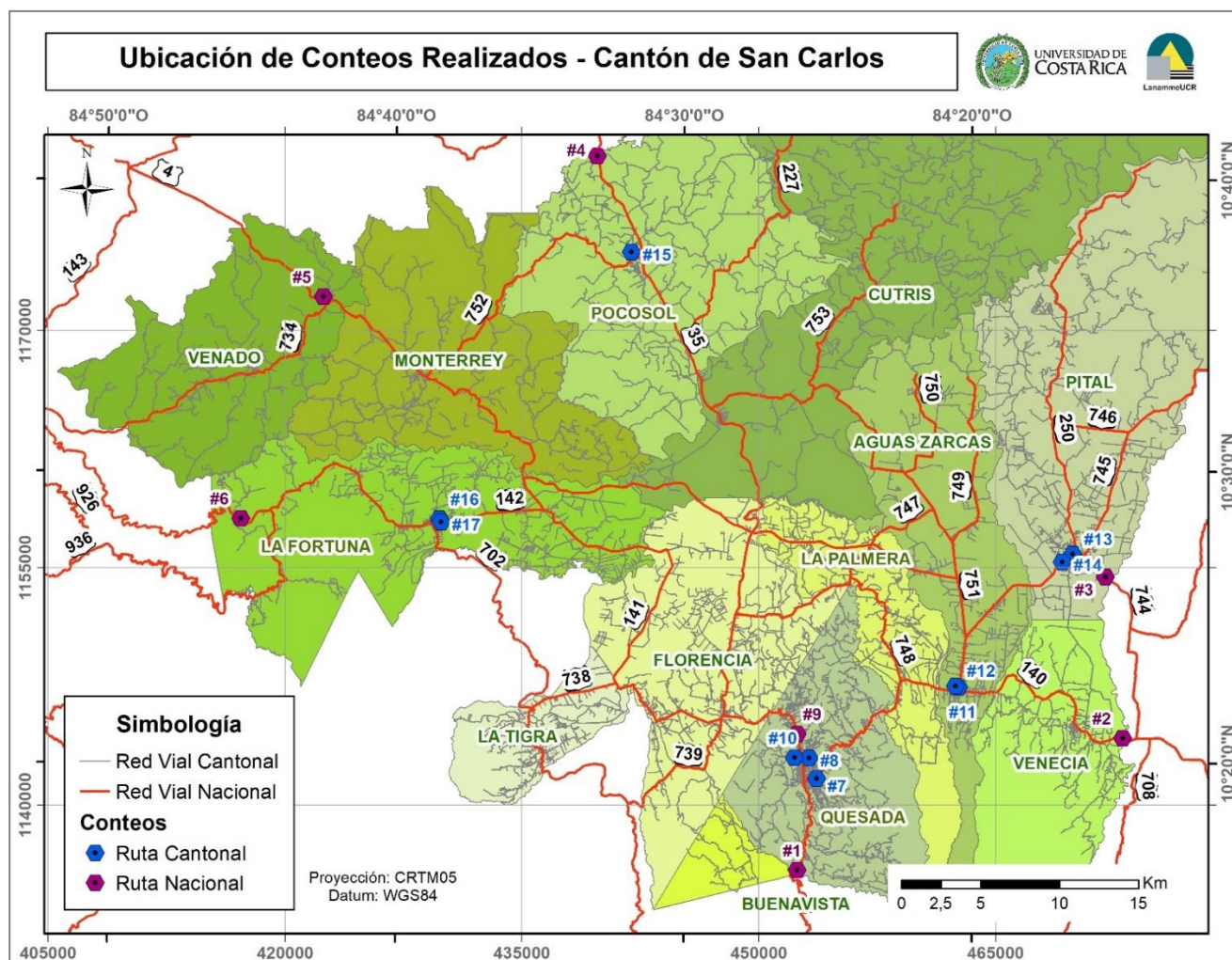


Figura 1 se muestra la ubicación general de cada uno de los conteos.

Cuadro 1. Resumen de los conteos vehiculares realizados

Fase	ID Conteo	Nombre	Código de camino	Coordenadas		FECHA
				Latitud	Longitud	
I	1	Quesada Sucre - Puente La Vieja	RN 141	10,27212	-84,43438	07-01-2020
	2	Venecia - Río Cuarto	RN 140	10,34779	-84,24606	07-01-2020
	3	Chilamate - Río Cuarto	RN 744	10,43993	-84,25615	07-01-2020
	4	Límite Pocosol - Los Chiles	RN 35	10,6804	-84,5504	07-01-2020



	5	Límite Venado – Guatuso	RN 4	10,59957	-84,70901	08-01-2020
	6	La Fortuna Tapón - Laguna Arenal	RN 142	10,47278	-84,75643	08-01-2020
	7	Quesada - Costado Este Estadio	No identificado	10,32458	-84,42314	04-03-2020
	8	Quesada - Avenida 29	No identificado	10,33630	-84,42743	04-03-2020
	9	Quesada - Norte del hospital	RN 141	10,35010	-84,43448	04-03-2020
	10	Quesada – Radial Ciudad Quesada	2 10 0932	10,33648	-84,43588	04-03-2020
	11	Aguas Zarcas - Costado Oeste Escuela	2 10 0156	10,37696	-84,34085	02-03-2020
II	12	Aguas Zarcas - Calle paso el desvío	No identificado	10,37742	-84,34285	02-03-2020
	13	Pital - Calle Instituto Bilingüe	2 10 0158	10,45309	-84,27518	02-03-2020
	14	Pital - Calle Desvío	2 10 0158	10,44861	-84,28119	03-03-2020
	15	Santa Rosa - CTP	2 10 0430	10,62532	-84,53067	03-03-2020
	16	Fortuna - Calle Paralela Norte	2 10 0159	10,47275	-84,64153	03-03-2020
	17	Fortuna - Calle Paralela Sur	2 10 0159	10,47092	-84,64065	03-03-2020

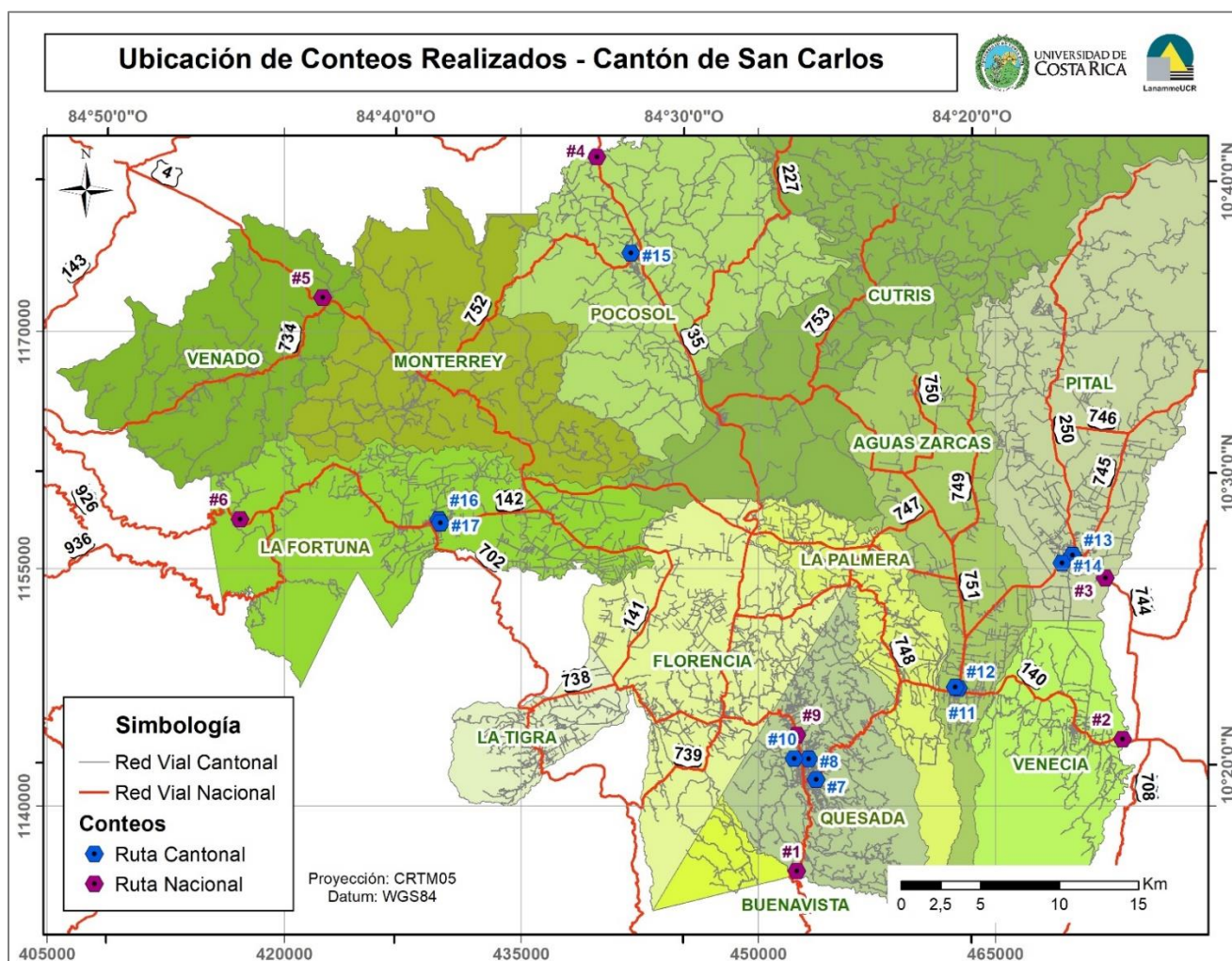


Figura 1. Ubicación de todos los conteos realizados en San Carlos

1. Tránsito Promedio Diario (TPD)

El tránsito promedio diario (TPD) indica la cantidad de vehículos que circula sobre la vía en un día, estos datos permiten identificar la demanda vehicular de la zona.

Algunos aspectos que se deben considerar al realizar conteos de tránsito son:

- Realizarlos durante períodos de tránsito normal, nunca en vacaciones o días feriados.
- Realizarlos entre los días lunes y viernes, preferiblemente martes, miércoles o jueves para evitar el efecto fin de semana.
- Realizar conteos de 25 horas para tomar en cuenta ambos períodos de hora pico, facilitando el análisis del cálculo del TPDA (Tránsito promedio diario anual) y evitar tener conteos parciales.
- Escoger los sitios de mayor flujo vehicular de la calle o tramo a evaluar.

Dado que el volumen y tipo de tránsito cambian constantemente, se recomienda realizar los conteos de manera periódica, aproximadamente cada año o máximo cada dos años. Además, de esta manera se identifica la tasa de cambio del tránsito vehicular para la red. Para la Fase II, se realizaron conteos en puntos donde el año 2014 (Informe LM-PI-GM-12-2014) ya se habían realizado aforos vehiculares, permitiendo analizar así el cambio del tránsito vehicular en la red.

En la

Figura 2 se muestra la colocación de algunos de los contadores en el cantón de San Carlos, y en la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra los valores de TPD obtenidos de forma general en el cantón, mientras que en la Figura 4 y Figura 5 se muestran de manera más específica los resultados de TPD de la Fase II obtenidos en Ciudad Quesada y distintos poblados del cantón respectivamente.



Figura 2. Colocación de contadores neumáticos en el cantón de San Carlos

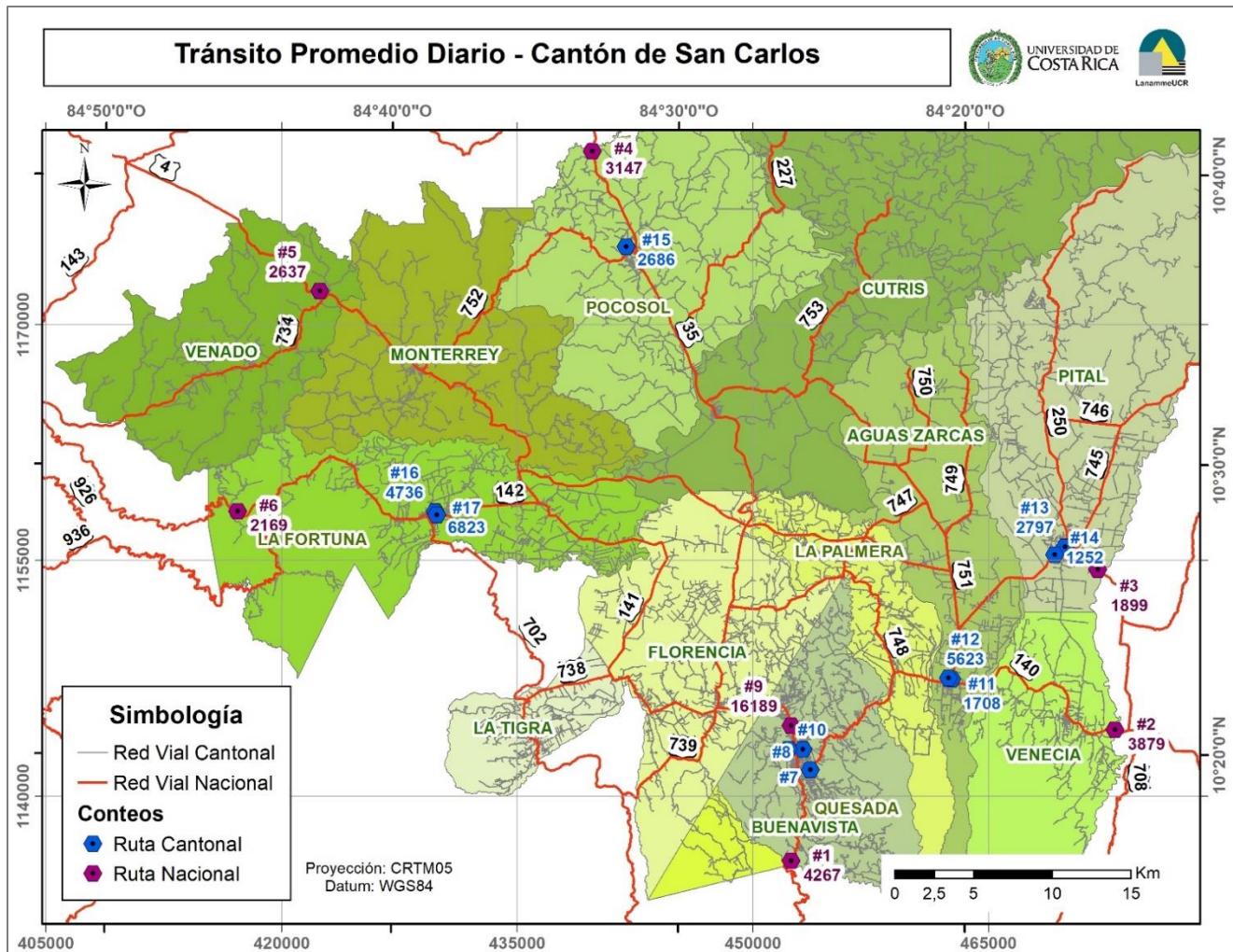


Figura 3. Resultados de TPD obtenidos de los conteos realizados en el cantón de San Carlos

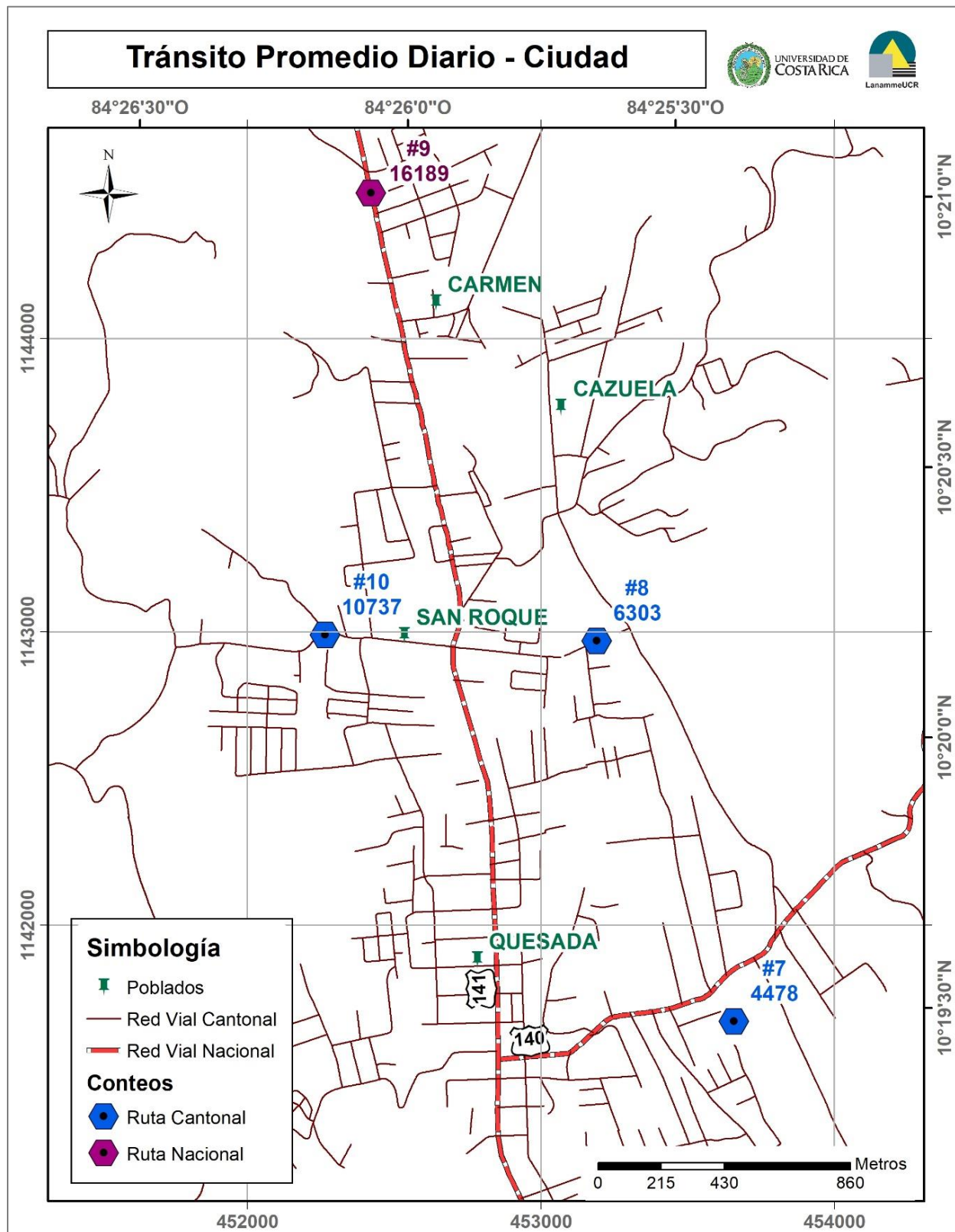


Figura 4. Resultados de TPD obtenidos de los conteos realizados en Ciudad Quesada

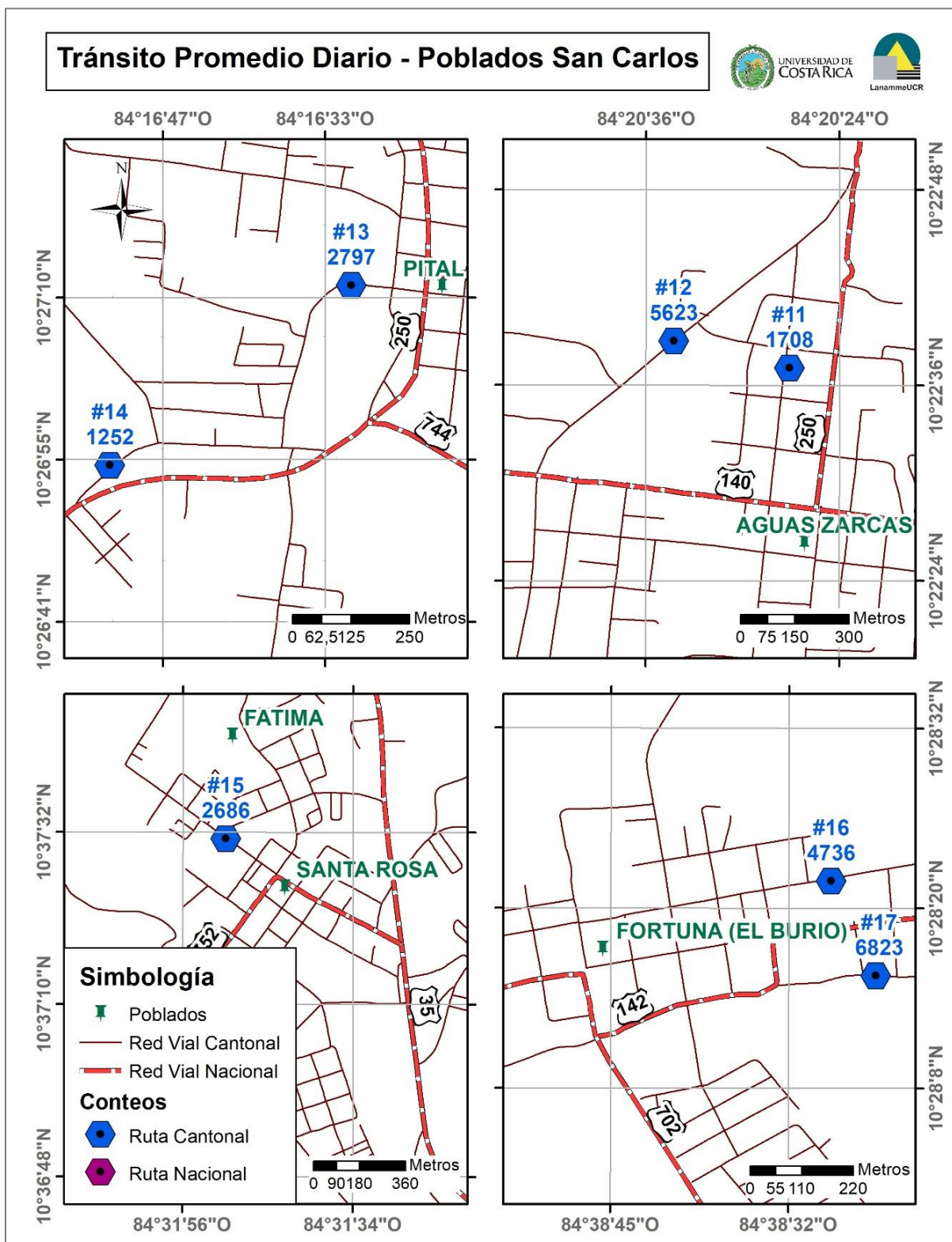


Figura 5. Resultados de TPD obtenidos de los conteos realizados en diferentes poblados de San Carlos: Pital, Aguas Zarcas, Santa Rosa de Pocosal y La Fortuna

En cuanto al tránsito vehicular, se determinó que las rutas con mayor tránsito corresponden a las analizadas en Ciudad Quesada con un promedio aproximado de 9500 vehículos diarios, obteniendo aforos vehiculares que superan los 10 000 vehículos en la Ruta Nacional 141 al costado norte del Hospital de San Carlos (Conteo #9), y en la Radial de Ciudad Quesada (Conteo #10). Seguidamente en La Fortuna también se obtienen TPD altos, con un promedio aproximado de 5800 vehículos en los puntos analizados (Conteo #16 y #17). Asimismo, se determinó que el promedio de vehículos que transitan diariamente en los puntos analizados en los límites cantonales de San Carlos es de 3000 vehículos.

En el Cuadro 2 se presenta un resumen comparando los resultados de TPD obtenidos en la evaluación de la red vial cantonal asfaltada de San Carlos en el año 2014 y los obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 2. Resumen del TPD obtenidos en el año 2014 y en el año 2020

Fase	ID Conteo	Nombre	Código de camino	TPD 2014	TPD 2020	Cambio (%)
I	1	Quesada Sucre - Puente La Vieja	RN 141	-	4267	-
	2	Venecia - Río Cuarto	RN 140	-	3879	-
	3	Chilamate - Río Cuarto	RN 744	-	1899	-
	4	Límite Pocosol - Los Chiles	RN 35	-	3147	-
	5	Límite Venado – Guatuso	RN 4	-	2637	-
	6	La Fortuna Tapón - Laguna Arenal	RN 142	-	2169	-
II	7	Quesada - Costado Este Estadio	No identificado	3593	4478	24,6
	8	Quesada - Avenida 29	No identificado	4190	6303	50,4
	9	Quesada - Norte del hospital	RN 141	19366	16189	-16,4
	10	Quesada – Radial Ciudad Quesada	2 10 0932	-	10737	-
	11	Aguas Zarcas - Costado Oeste Escuela	2 10 0156	1245	1708	37,2
	12	Aguas Zarcas - Calle paso el desvío	No identificado	-	5623	-
	13	Pital - Calle Instituto Bilingüe	2 10 0158	2387	2797	17,2
	14	Pital - Calle Desvío	2 10 0158	1184	1252	5,7
	15	Santa Rosa - CTP	2 10 0430	1175	2686	128,6
	16	Fortuna - Calle Paralela Norte	2 10 0159	2925	4736	61,9
	17	Fortuna - Calle Paralela Sur	2 10 0159	3691	6823	84,9

De acuerdo con el Cuadro 2, el Conteo #15 de Santa Rosa en Pocosol tiene el mayor incremento del volumen vehicular, de más del doble, seguido de los puntos analizados en La Fortuna (Conteos #16 y #17) con un promedio de incremento de 73%; mientras que los puntos analizados en Pital son los que presentan menor incremento del volumen vehicular.

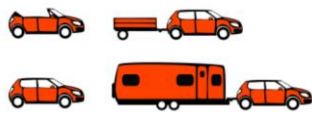
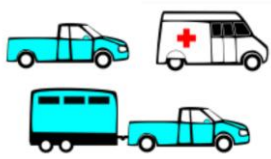
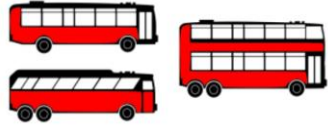
Asimismo, se aprecia que el Censo #9 en la Ruta Nacional 141 en Ciudad Quesada presenta un comportamiento particular, en donde se obtiene una disminución en el flujo vehicular, sin embargo, esto se explica por la nueva Radial en Ciudad Quesada que comunica a Florencia con Ciudad Quesada, la cual genera que parte del flujo vehicular que se dirige a Florencia tome la carretera nueva.

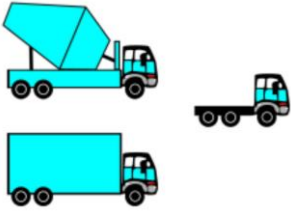
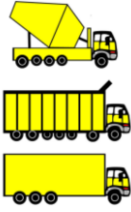
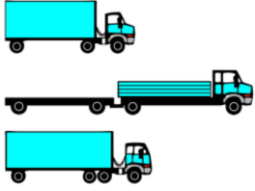
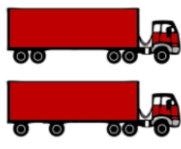
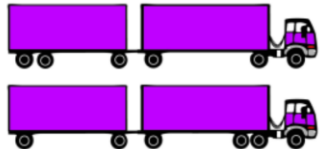
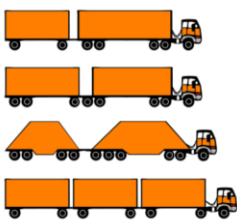
De manera general, comparando los datos del año 2014 al presente, se obtiene un incremento promedio del flujo vehicular de 51%, con un incremento máximo cerca de 130% y un mínimo de 6%, con la excepción del Censo #9.

2. Tipos de vehículos según el sistema de clasificación de la Federal Highway Administration (FHWA)

La clasificación vehicular del tránsito se realiza por medio del sistema propuesto por la Federal Highway Administration (FHWA, por sus siglas en inglés), que propone una separación de los vehículos en 13 clases diferentes, las cuales se basan principalmente en vehículos que llevan pasajeros o que llevan carga, además del número de ejes y el número de unidades que posee. En el Cuadro 3 se presenta una breve descripción de cada clase.

Cuadro 3. Resumen de clasificación vehicular según la FHWA

Clase del vehículo	Tipo de vehículo y descripción	Ejes del vehículo	Imagen del vehículo
1	Motocicletas: Todos los vehículos motorizados de dos o tres ruedas	2	
2	Automóviles de pasajeros: sedanes, remolques recreativos o semirremolques ligeros, etc.	2, 3, 4	
3	Otros vehículos con 2 ejes y 4 llantas: camionetas, pickups, furgonetas, con o sin remolques de uno o dos ejes, ambulancias, minibuses, casas rodantes, entre otros. También se incluyen los camiones repartidores	2, 3, 4	
4	Buses: todos los autobuses para transporte de pasajeros con 2 ejes y 6 neumáticos, o 2 o más ejes.	2, 3	
5	Camiones con 2 ejes, 6 llantas: camiones, vehículos de campamento y recreativos, casas rodantes, etc., con 2 ejes y llantas duales traseras	2	

Clase del vehículo	Tipo de vehículo y descripción	Ejes del vehículo	Imagen del vehículo
6	Camiones con 3 ejes: camiones, vehículos de campamento y recreativos, casas rodantes, tractocamiones sin remolques, etc., con 3 ejes.	3	
7	Camiones con 4 ejes o más: todos los camiones con 4 o más ejes	4 o más	
8	Tractocamión con 4 ejes o menos: vehículos de dos unidades, en donde una de ellas es un camión o tractocamión	3, 4, 4	
9	Tractocamión con 5 ejes: vehículos de dos unidades, en donde una de ellas es un camión o tractocamión y la otra un semirremolque	5	
10	Tractocamión con 6 ejes o más: vehículos de dos unidades, en donde una de ellas es un camión o tractocamión y la otra un semirremolque	6 o más	
11	Tractocamión múltiple con 5 ejes o menos: vehículos de 3 o más unidades, en donde una de ellas es un camión tracto camión	5 o menos	
12	Tractocamión múltiple con 6 ejes o menos: vehículos de 3 o más unidades, en donde una de ellas es un camión o tracto camión	6	
13	Tractocamión múltiple con 7 ejes o más: vehículos de 3 o más unidades, en donde una de ellas es un camión o tractocamión	7 o más	

Fuente: FHWA, 2013

En el Cuadro 4 se muestra la distribución de vehículos (en porcentaje) de cada conteo realizado, según el sistema de clasificación de la FHWA, así como el porcentaje total de vehículos pesados, en donde se consideraron todos los vehículos de clase 3 en adelante.

Cuadro 4. *Distribución de vehículos obtenido para cada conteo*

ID Conteo	Porcentaje de tipo de vehículo por clase (%)													Vehículos pesados
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	4,0	74,0	8,2	3,2	4,3	2,1	0,2	0,2	2,2	1,0	0,0	0,0	0,6	22,0
2	16,5	67,2	9,9	2,0	2,4	1,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	16,3
3	36,9	48,5	7,1	0,9	1,7	1,9	0,0	0,1	1,5	1,2	0,0	0,0	0,1	14,6
4	14,4	60,9	11,6	2,8	3,0	2,4	0,1	0,2	3,2	1,2	0,0	0,0	0,2	24,8
5	8,5	67,0	8,8	2,9	3,8	1,7	0,2	0,1	4,1	2,5	0,0	0,0	0,3	24,5
6	3,0	83,0	8,6	0,7	3,4	0,6	0,1	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	14,0
7	8,4	69,6	14,3	2,0	1,7	3,2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	22,0
8	8,5	76,8	11,1	0,9	1,2	0,9	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	14,7
9	7,5	83,8	4,8	1,7	1,2	0,3	0,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7
10	8,1	77,3	10,1	0,7	1,3	0,8	0,2	0,2	0,9	0,2	0,0	0,0	0,1	14,7
11	10,0	83,0	3,6	1,0	2,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,0
12	10,7	81,6	3,5	0,6	1,4	1,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	7,7
13	41,1	55,1	1,9	0,1	0,8	0,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8
14	26,9	58,5	8,4	1,0	2,8	1,6	0,0	0,1	0,4	0,3	0,0	0,0	0,1	14,6
15	25,7	63,6	7,1	1,3	1,4	0,4	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7
16	10,5	80,4	5,7	0,8	2,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2
17	9,5	80,3	5,7	1,1	2,0	0,6	0,1	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2

Es importante identificar la cantidad de vehículos pesados que corresponden al tránsito promedio vehicular, ya que son los que ejercen un mayor desgaste a las vías, con respecto a los vehículos livianos; lo cual afecta tanto la vida útil de los pavimentos, como los costos de operación de los vehículos. En la Figura 6 se muestra los valores del porcentaje de vehículos pesados obtenidos de forma general en el cantón, mientras que en la Figura 7 y Figura 8 se muestran de manera más específica los resultados obtenidos en la Fase II en Ciudad Quesada y distintos poblados del cantón respectivamente.

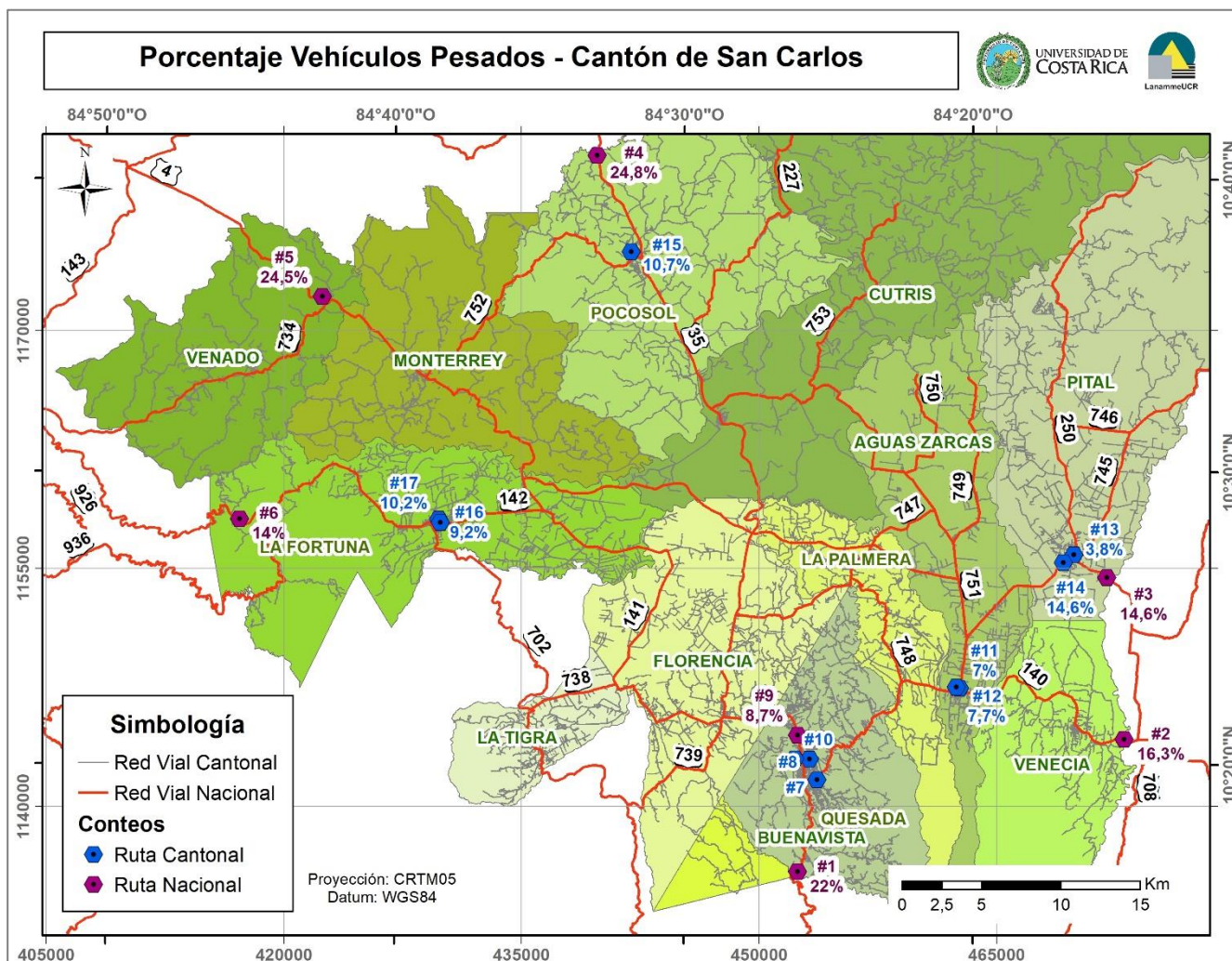


Figura 6. Resultados del porcentaje de vehículos pesados obtenidos de los conteos realizados en el cantón de San Carlos

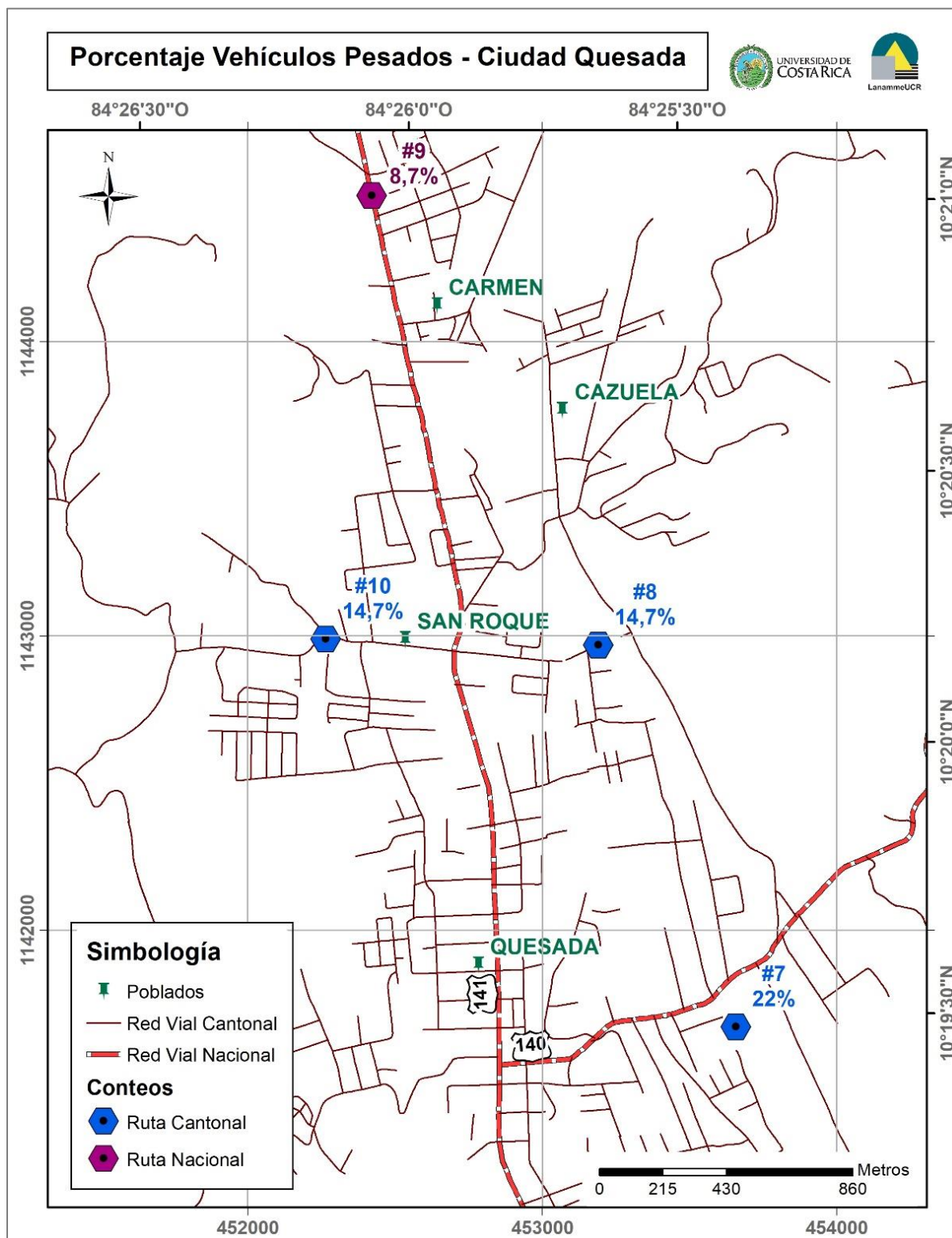


Figura 7. Resultados del porcentaje de vehículos pesados obtenidos de los conteos realizados en Ciudad Quesada

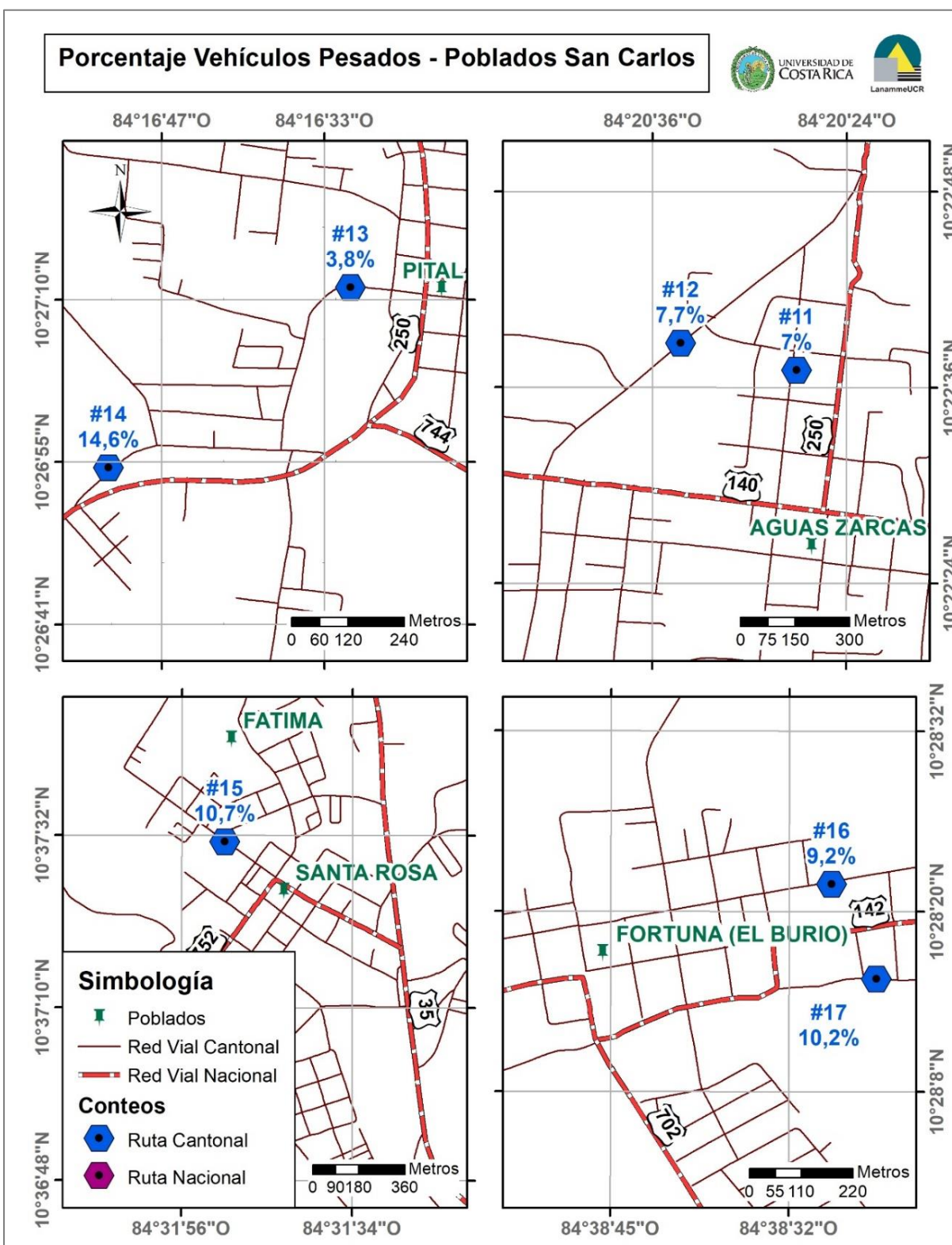


Figura 8. Resultados del porcentaje de vehículos pesados obtenidos de los conteos realizados en diferentes poblados de San Carlos: Pital, Aguas Zarcas, Santa Rosa de Pocosal y La Fortuna

Analizando los conteos realizados en los cascos urbanos de diferentes poblados de San Carlos (Fase II), se obtiene un promedio de porcentaje de vehículos pesados de 11,2%, con el mayor porcentaje de vehículos pesados en las rutas analizadas en Ciudad Quesada. Asimismo, analizando las rutas de los límites cantonales de San Carlos (Fase I), se obtuvo un promedio de porcentaje de vehículos pesados de 19,4%, en donde los conteos con mayor porcentaje de vehículos pesados corresponden a los tramos de la Ruta Nacional 35 (Conteo #4) y Ruta Nacional 4 (Conteo #5), las cuales son rutas que se utilizan para comunicar al resto del país con la zona fronteriza norte, además, son los conteos que poseen la mayor cantidad de vehículos clase 7 o superiores (con 4 ejes o más), los cuales son típicamente los empleados para el transporte de carga pesada.

En el Cuadro 5 se presenta un resumen comparando los resultados de porcentajes de vehículos pesados obtenidos en la evaluación de la red vial cantonal asfaltada de San Carlos en el año 2014 y los obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 5. *Resumen del porcentaje de vehículos pesados obtenidos en el año 2014 y en el año 2020*

Fase	ID Conteo	Nombre	Código de camino	Vehículos Pesados (%) 2014	Vehículos Pesados (%) 2020	Cambio (%)
I	1	Quesada Sucre - Puente La Vieja	RN 141	-	22,0	-
	2	Venecia - Río Cuarto	RN 140	-	16,3	-
	3	Chilamate - Río Cuarto	RN 744	-	14,6	-
	4	Límite Pocosol - Los Chiles	RN 35	-	24,8	-
	5	Límite Venado - Guatuso	RN 4	-	24,5	-
	6	La Fortuna Tapón - Laguna Arenal	RN 142	-	14,0	-
II	7	Quesada - Costado Este Estadio	No identificado	14,0	22,0	57,2
	8	Quesada - Avenida 29	No identificado	8,4	14,7	75,3
	9	Quesada - Norte del hospital	RN 141	4,3	8,7	101,8
	10	Quesada - Radial Ciudad Quesada	2 10 0932	-	14,7	-
	11	Aguas Zarcas - Costado Oeste Escuela	2 10 0156	6,1	7,0	14,1
	12	Aguas Zarcas - Calle paso el desvío	No identificado	-	7,7	-
	13	Pital - Calle Instituto Bilingüe	2 10 0158	3,9	3,8	-2,1
	14	Pital - Calle Desvío	2 10 0158	9,5	14,6	54,1
	15	Santa Rosa - CTP	2 10 0430	6,7	10,7	59,5
	16	Fortuna - Calle Paralela Norte	2 10 0159	5,0	9,2	83,3
	17	Fortuna - Calle Paralela Sur	2 10 0159	10,5	10,2	-3,0

De acuerdo con el Cuadro 5, se aprecia que el Conteo #9 en la Ruta Nacional 141 en Ciudad Quesada tiene el mayor incremento de vehículos pesados, del doble en comparación con el año 2014. Caso contrario, el Conteo

#13 en la calle del Instituto Bilingüe San Isidro en Pital y el Conteo #17 en la calle paralela sur a la Ruta Nacional 142 en La Fortuna, se presentan los menores porcentajes de cambio, con una disminución de 2,1% y 3,0% de vehículos pesados respectivamente.

De manera general, comparando los datos del año 2014 al presente, se aprecia un incremento promedio del porcentaje de vehículos pesados de 64%, con un incremento máximo cerca de 102% y un mínimo de 14%, con la excepción de los Conteos #13 y #17.

3. Conclusiones y recomendaciones

Se realizaron 6 conteos vehiculares en los límites del cantón de San Carlos en la Fase I, obteniendo un promedio del porcentaje de vehículos pesados de 19,4%; y 11 conteos en los centros urbanos de diferentes poblados del cantón en la Fase II, obteniendo un promedio del porcentaje de vehículos pesados de 11,2% en los cascos urbanos.

En cuanto al tránsito vehicular de las rutas, se determinó que el promedio de la cantidad de vehículos que transitan diariamente en los límites cantonales de San Carlos es de 3000. En cuanto a los centros urbanos de los poblados del cantón, las rutas analizadas en Ciudad Quesada son las que poseen mayor cantidad de tránsito vehicular con un promedio aproximado de 9500 vehículos, seguido de La Fortuna con un promedio de 5800 vehículos diarios.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con los resultados del Informe de Evaluación de la Red Vial Cantonal Asfaltada de San Carlos en el año 2014, se presenta un incremento promedio del flujo vehicular de 51%, con un máximo cerca de 130% y un mínimo de 6%, con la excepción del Conteo #9. Asimismo, al comparar los porcentajes de vehículos pesados, se aprecia un incremento promedio de 64%, con un incremento máximo cerca de 102% y un mínimo de 14%, con la excepción de los Conteos #13 y #17.

Los datos obtenidos pueden ser empleados para generar el inventario de GEI del cantón de San Carlos, para identificar la demanda vehicular de la zona, como insumo básico para diseñar una estructura del pavimento que se adapte a las necesidades del sitio, o bien para implementar medidas correctivas como un refuerzo o mantenimiento oportuno del pavimento.

Cabe mencionar que los resultados mostrados en este oficio son un complemento a los resultados de la Fase I que se presentaron en el oficio LM-IC-D-89-2020 entregado a la Municipalidad en el mes de febrero del presente año.

Sirva la oportunidad para reiterar nuestro interés en colaborar con la Municipalidad de San Carlos en este u otros proyectos de importancia para el cantón, dentro de las competencias establecidas por la Ley N°. 8114 para el accionar del LanammeUCR en el ámbito municipal.

Atentamente,

Ing. Erick Acosta Hernández
Coordinador
Unidad de Gestión Municipal

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas. MSc.
Coordinadora
Programa de Infraestructura
del Transporte

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.
Director
LanammeUCR

cc. Ing. Lilly Xu Ye. Ingeniera Unidad de Gestión Municipal
Archivo UGM

e/LX/EA/ALu/MCh/AN