

**Universidad de Costa Rica**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil**

**Análisis de interacciones y conflictos viales de forma semiautomatizada en  
intersecciones de Montes de Oca y Curridabat**

**Proyecto de Graduación**

Para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

**Anie Melissa Soto Guerrero**

Director de Proyecto de Graduación:

**Ing. Javier Zamora Rojas, MScE**

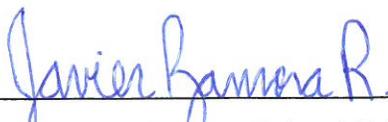
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio







## Comité asesor y estudiante



---

Ing. Javier Zamora Rojas, MScE

Director



---

Ing. Stephan Rodríguez Shum, MSc

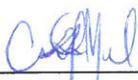
Asesor del proyecto



---

Ing. Ana Catalina Vargas Sobrado, MSc

Asesor del proyecto



---

Anie Melissa Soto Guerrero

Estudiante



## Derechos de autor

**Fecha:** 2021, agosto, 12

El suscrito, **Anie Melissa Soto Guerrero**, cédula 2-0751-0224, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **B46906**, manifiesta que es autor (a) del Proyecto Final de Graduación **Análisis de interacciones y conflictos viales de forma semiautomatizada en intersecciones de Montes de Oca y Curridabat**, bajo la Dirección del **Ing. Javier Zamora Rojas, MScE**, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

**Nota:** De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); “no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales”. Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.



## **Dedicatoria**

Principalmente a mis padres por motivarme constantemente a perseguir mis sueños y formarme como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes y este no es la excepción. Pero también está dedicado con mucho amor a toda mi familia y amigos, que de cierta manera me han acompañado en este largo viaje.



## **Agradecimientos**

Primero que todo quiero agradecerle a Dios por cada día bendecirme y permitirme compartir este momento con los que más amo.

No me alcanzan las palabras para agradecerle a cada una de las personas que de una u otra forma estuvieron a mi lado a lo largo de este proceso. Mi más sincero agradecimiento a toda mi familia y amigos por su apoyo incondicional, amor, paciencia y aliento. Pero en especial a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y ayudarme a nunca darme por vencida.

Gracias a mi hermana por todo el amor, a mis abuelos por preocuparse por mí, a cada uno de mis tíos y tías, en especial a tío Wilberth, tía Isela y tía Grettel por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida.

Gracias a mi novio Moisés, por ser uno de mis mayores pilares en este proceso, por su amor y apoyo incondicional. Gracias a mis amigos por estar dispuestos a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, estoy segura que sin ellos no lo hubiera logrado y que son uno de los mejores regalos que me deja mi vida universitaria.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a LanammeUCR y a la Unidad de Seguridad Vial y Transporte por brindarme la oportunidad y apoyo para realizar este trabajo. Estoy particularmente agradecida con al Ing. Javier Zamora Rojas por haber depositado su confianza en mí y apoyarme más allá de mis expectativas, aun sin conocerme. Igualmente, al Ing. Stephan Rodríguez Shum y a la Ing. Ana Catalina Vargas Sobrado por toda su amabilidad, cooperación, paciencia, apoyo y guía.







# Índice

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Justificación.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1 Problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.2 Importancia .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.3 Antecedentes .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.1 Objetivo general .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Delimitación del problema .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1 Alcance.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2 Limitaciones.....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 2. Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Conceptos generales .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Metodología sueca (1970).....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.1 Conceptos básicos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3.2 Observaciones en campo .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2.1 Hoja de registro .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2.2 Capacitación de los observadores .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3.2.3 Ubicación y número de observadores.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3.2.4 Periodo de observación.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.3 Observaciones empleando grabación de video .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.4 Presentación e interpretación de resultados.....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Metodología holandesa (1986) .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4.1 Conceptos básicos.....</b>	<b>16</b>

<b>2.4.2</b>	<b><i>Tipos de conflictos</i></b> .....	<b>19</b>
<b>2.4.3</b>	<b><i>Entrenamiento</i></b> .....	<b>19</b>
2.4.3.1	<i>Entrenamiento mediante video</i> .....	20
2.4.3.2	<i>Entrenamiento en campo</i> .....	21
<b>2.4.4</b>	<b><i>Formulario de observación DOCTOR</i></b> .....	<b>21</b>
<b>2.4.5</b>	<b><i>Observaciones en campo</i></b> .....	<b>22</b>
2.4.5.1	<i>Conteos de tráfico</i> .....	22
2.4.5.2	<i>Periodo de observación</i> .....	22
2.4.5.3	<i>Duración del periodo de observación</i> .....	23
2.4.5.4	<i>Número de observadores, área de observación y ubicación de los observadores</i> .....	25
<b>2.4.6</b>	<b><i>Análisis de datos</i></b> .....	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b><i>Metodología estadounidense (1989)</i></b> .....	<b>26</b>
<b>2.5.1</b>	<b><i>Conceptos básicos</i></b> .....	<b>26</b>
<b>2.5.2</b>	<b><i>Tipos de conflictos en intersecciones</i></b> .....	<b>27</b>
<b>2.5.3</b>	<b><i>Entrenamiento de los observadores</i></b> .....	<b>31</b>
<b>2.5.4</b>	<b><i>Proceso de observación en campo</i></b> .....	<b>32</b>
2.5.4.1	<i>Preparación</i> .....	32
2.5.4.2	<i>Ubicación de los observadores</i> .....	33
2.5.4.3	<i>Duración del periodo de observación</i> .....	33
2.5.4.4	<i>Formulario de registro de conflictos</i> .....	34
2.5.4.5	<i>Inventario físico y diagrama de intersección</i> .....	34
2.5.4.6	<i>Informe de observación en sitio</i> .....	35
2.5.4.7	<i>Volúmenes de tráfico</i> .....	35
<b>2.6</b>	<b><i>Metodología canadiense (1986)</i></b> .....	<b>35</b>
<b>2.7</b>	<b><i>Metodología británica</i></b> .....	<b>40</b>

2.7.1	<i>Conceptos</i> .....	40
2.7.2	<i>Registro de datos</i> .....	41
2.7.3	<i>Capacitación de los observadores</i> .....	42
2.7.4	<i>Periodos de observación</i> .....	42
2.7.5	<i>Análisis de datos</i> .....	43
2.8	Metodología finlandesa (1970).....	44
2.8.1	<i>Conceptos básicos</i> .....	44
2.8.2	<i>Recolección de datos y formularios</i> .....	44
2.8.3	<i>Proceso de entrenamiento de los observadores</i> .....	45
2.8.4	<i>Periodos de observación</i> .....	45
2.8.5	<i>Análisis de datos</i> .....	45
2.9	Resumen de las metodologías.....	46
<b>Capítulo 3. Metodología</b> .....		<b>49</b>
3.1	Descripción.....	49
3.2	Zona de estudio.....	50
3.2.1	<i>Ubicación</i> .....	50
3.2.2	<i>Inventario físico y operativo para análisis de conflictos viales</i> .....	51
3.3	Área de observación.....	52
3.4	Sobre los observadores.....	54
3.5	Periodo de observación.....	55
3.6	Formularios de registro.....	56
3.6.1	<i>Conflictos</i> .....	56
3.6.2	<i>Flujos vehiculares</i> .....	58
3.7	Informe de observación de deficiencias.....	59
3.8	Sobre las cámaras de video.....	60
3.9	Clasificación de conflictos.....	61

<b>3.9.1</b>	<b><i>Tipos de conflictos viales</i></b> .....	<b>61</b>
3.9.1.1	<i>Conflicto en una misma dirección</i> .....	61
3.9.1.2	<i>Conflictos desde acceso este</i> .....	62
3.9.1.3	<i>Conflictos desde el acceso oeste</i> .....	63
3.9.1.4	<i>Conflicto por giros opuestos</i> .....	65
3.9.1.5	<i>Conflicto por giro izquierdo desde vía principal</i> .....	65
3.9.1.6	<i>Conflictos entre usuarios de vía secundaria</i> .....	66
3.9.1.7	<i>Conflictos por invasión de carril al girar a la derecha</i> .....	66
3.9.1.8	<i>Conflictos peatonales</i> .....	67
3.9.1.9	<i>Conflictos con ciclistas</i> .....	67
3.9.1.10	<i>Conflictos secundarios</i> .....	68
3.9.1.11	<i>Otros conflictos</i> .....	69
<b>3.9.2</b>	<b><i>Tipos de conflictos potenciales</i></b> .....	<b>69</b>
<b>3.9.3</b>	<b><i>Otros tipos de interacciones viales</i></b> .....	<b>70</b>
<b>3.10</b>	<b>Análisis</b> .....	<b>70</b>
<b>3.10.1</b>	<b><i>Análisis de conflictos</i></b> .....	<b>70</b>
3.10.1.1	<i>Estimación de la velocidad del conflicto</i> .....	70
3.10.1.2	<i>Estimación del tiempo hasta el accidente</i> .....	71
3.10.1.3	<i>Severidad del conflicto</i> .....	72
<b>3.10.2</b>	<b><i>Análisis comparativos</i></b> .....	<b>73</b>
<b>Capítulo 4. Resultados del análisis de conflictos e interacciones viales en intersecciones de Costa Rica</b> .....		<b>74</b>
<b>4.1</b>	<b>Generalidades</b> .....	<b>74</b>
4.1.1	<b><i>Sobre las zonas de estudio</i></b> .....	<b>74</b>
4.1.2	<b><i>Sobre las videocámaras</i></b> .....	<b>74</b>
<b>4.2</b>	<b>Zona de estudio en Curridabat</b> .....	<b>75</b>

<b>4.2.1</b>	<b><i>Ubicación.....</i></b>	<b>75</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Inventario físico y operativo.....</i></b>	<b>76</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>Sobre los observadores.....</i></b>	<b>79</b>
<b>4.2.4</b>	<b><i>Área de observación.....</i></b>	<b>81</b>
<b>4.2.5</b>	<b><i>Periodo de observación.....</i></b>	<b>82</b>
<b>4.2.6</b>	<b><i>Flujos vehiculares y peatonales.....</i></b>	<b>82</b>
<b>4.2.7</b>	<b><i>Resultados de la intersección de Curridabat .....</i></b>	<b>84</b>
4.2.7.1	<i>Conflictos viales.....</i>	84
4.2.7.2	<i>Ejemplo de cálculo de variables de conflicto .....</i>	90
4.2.7.3	<i>Conflictos potenciales e interacciones viales .....</i>	92
4.2.7.3.1	<u><i>Conflictos potenciales vehiculares.....</i></u>	<u>92</u>
4.2.7.3.2	<u><i>Interacción por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía .....</i></u>	<u>95</u>
4.2.7.3.3	<u><i>Maniobras no permitidas.....</i></u>	<u>95</u>
4.2.7.3.4	<u><i>Invasión de carril y ceder campo a vehículos.....</i></u>	<u>98</u>
4.2.7.3.5	<u><i>Interacciones con peatones.....</i></u>	<u>101</u>
4.2.7.3.6	<u><i>Interacciones con ciclistas.....</i></u>	<u>105</u>
4.2.7.3.7	<u><i>Otras interacciones.....</i></u>	<u>106</u>
4.2.7.3.8	<u><i>Resumen de conflictos e interacciones viales en Curridabat.....</i></u>	<u>111</u>
<b>4.3</b>	<b><i>Zona de estudio en Montes de Oca .....</i></b>	<b>114</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Ubicación.....</i></b>	<b>114</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Inventario físico y operativo.....</i></b>	<b>115</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Sobre los observadores.....</i></b>	<b>117</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>Área de observación.....</i></b>	<b>119</b>
<b>4.3.5</b>	<b><i>Periodo de observación.....</i></b>	<b>120</b>
<b>4.3.6</b>	<b><i>Flujos vehiculares y peatonales.....</i></b>	<b>120</b>
<b>4.3.7</b>	<b><i>Resultados de la intersección de Montes de Oca.....</i></b>	<b>123</b>
4.3.7.1	<i>Conflictos viales.....</i>	123
4.3.7.2	<i>Conflictos potenciales e interacciones viales .....</i>	126

4.3.7.2.1	<u>Conflictos potenciales vehiculares .....</u>	<u>126</u>
4.3.7.2.2	<u>Interacciones por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía</u>	<u>126</u>
4.3.7.2.3	<u>Maniobras no permitidas .....</u>	<u>127</u>
4.3.7.2.4	<u>Invasiones de carril y ceder campo a vehículos.....</u>	<u>129</u>
4.3.7.2.5	<u>Conflictos potenciales e interacciones con peatones.....</u>	<u>132</u>
4.3.7.2.6	<u>Interacciones con ciclistas .....</u>	<u>134</u>
4.3.7.2.7	<u>Resumen de conflictos potenciales e interacciones viales en Montes de Oca.....</u>	<u>134</u>
<b>Capítulo 5.</b>	<b>Análisis comparativo .....</b>	<b>137</b>
<b>5.1</b>	<b>Zona de estudio .....</b>	<b>137</b>
<b>5.2</b>	<b>Periodo de comparación .....</b>	<b>139</b>
<b>5.3</b>	<b>Conflictos.....</b>	<b>139</b>
<b>5.4</b>	<b>Conflictos potenciales e interacciones viales .....</b>	<b>145</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>154</b>
<b>6.1.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>154</b>
<b>6.2.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>162</b>
<b>7.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>165</b>
<b>8.</b>	<b>Apéndices.....</b>	<b>169</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>217</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Pirámide de seguridad de Hydén 1987 .....	8
<b>Figura 2.</b> Tabla de conversión para calcular tiempo hasta el accidente en segundos.....	10
<b>Figura 3.</b> Diagrama para clasificar la severidad del conflicto según la Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico, adoptado de Hydén 1987 .....	11
<b>Figura 4.</b> Ejemplo de bosquejo con la ubicación de los conflictos.....	15
<b>Figura 5.</b> Ejemplo de diagrama de distribución de gravedad.....	16
<b>Figura 6.</b> Comportamiento teórico de la curva de tiempo hasta la colisión .....	18
<b>Figura 7.</b> Número esperado de conflictos serios durante un período de observación de dos horas en una intersección de cuatro accesos con una situación de carretera principal y otra menor.....	24
<b>Figura 8.</b> Número esperado de conflictos serios durante un período de observación de dos horas en una intersección de tres accesos con una situación de carretera principal y otra menor.....	24
<b>Figura 9.</b> Conflictos en una misma dirección: (a) Giro a la izquierda; (b) Giro a la derecha; (c) Vehículo lento; (d) Cambio de carril.....	28
<b>Figura 10.</b> Conflicto opuesto a giro a la izquierda.....	28
<b>Figura 11.</b> Conflicto de tráfico cruzado desde la derecha: (a) Con giro a la derecha; (b) Con giro a la izquierda; (c) Con movimiento directo .....	29
<b>Figura 12.</b> Conflicto de tráfico cruzado desde la izquierda: (a) Con giro a la derecha; (b) Con giro a la izquierda; (c) Con movimiento directo .....	30
<b>Figura 13.</b> Conflicto opuesto de giro a la derecha en rojo .....	31
<b>Figura 14.</b> Ejemplo de índice de conflicto de intersección (ICI) para intersecciones señalizadas urbanas .....	38
<b>Figura 15.</b> Ejemplo de representación esquemática de recuentos de conflictos y flujos de maniobras de vehículos .....	43
<b>Figura 16.</b> Ejemplo de diagrama de conflictos.....	46
<b>Figura 17.</b> Ejemplo de área de observación solo para análisis de giro a la derecha para accesos de vía secundaria (regulados por ALTO) .....	52
<b>Figura 18.</b> Ejemplo de área de observación para análisis de intersección de 4 accesos.....	53
<b>Figura 19.</b> Formulario físico de registro de conflictos .....	56
<b>Figura 20.</b> Formulario digital de registro de conflictos.....	57
<b>Figura 21.</b> Hoja de registro de volumen de tránsito.....	59
<b>Figura 22.</b> Vista de las videocámaras: a) Vista ideal, b) Vista con puntos ciegos .....	60
<b>Figura 23.</b> Conflicto en una misma dirección por: a) Movimiento directo, b) Giro derecho, c) Giro izquierdo, d) Adelantamiento o cambio de carril .....	62
<b>Figura 24.</b> Conflicto por movimiento directo desde acceso este .....	62

<b>Figura 25.</b> Conflicto por giro a la derecha desde acceso este .....	63
<b>Figura 26.</b> Conflicto por giro a la izquierda desde acceso este.....	63
<b>Figura 27.</b> Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste.....	64
<b>Figura 28.</b> Conflicto por giro a la derecha desde acceso oeste .....	64
<b>Figura 29.</b> Conflicto por giro a la izquierda desde acceso oeste.....	64
<b>Figura 30.</b> Conflicto por giros opuestos en: a) Acceso oeste, b) Acceso este, c) Acceso norte, d) Acceso sur .....	65
<b>Figura 31.</b> Conflicto por giro izquierdo desde la vía principal.....	65
<b>Figura 32.</b> Conflicto entre usuarios de vía secundario.....	66
<b>Figura 33.</b> Conflicto por invasión de carril al girar a la derecha desde: a) Acceso este, b) Acceso oeste, c) Acceso norte, d) Acceso sur.....	66
<b>Figura 34.</b> Conflicto con peatón: a) Sin senda peatonal, b) Con senda peatonal .....	67
<b>Figura 35.</b> Conflicto por adelantar a un ciclista .....	68
<b>Figura 36.</b> Conflicto por ciclista adelantando por la derecha.....	68
<b>Figura 37.</b> Conflictos secundarios por: a) Movimiento directo en una misma dirección, b) Giro a la derecha desde acceso este, c) Giro izquierdo desde acceso oeste.....	69
<b>Figura 38.</b> Diagrama para clasificar la severidad del conflicto según La Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico, adoptado de Hydén 1987 .....	72
<b>Figura 39.</b> Intersección analizada en Curridabat .....	76
<b>Figura 40.</b> Fotografías de la intersección analizada en Curridabat: a) Vista desde el acceso norte, b) Vista desde el acceso oeste, c) Vista desde el acceso sur y d) Viste del acceso norte.....	77
<b>Figura 41.</b> Fotografía aérea tomada de la intersección de Curridabat empleando el dron.....	78
<b>Figura 42.</b> Diagrama de intersección de Curridabat.....	78
<b>Figura 43.</b> Postes eléctricos empleados para la instalación de videocámaras en intersección de Curridabat .....	80
<b>Figura 44.</b> Ubicación de las videocámaras en la intersección de Curridabat .....	80
<b>Figura 45.</b> Rango visual de las videocámaras en Curridabat: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2... 81	81
<b>Figura 46.</b> Área de observación en la intersección de Curridabat.....	81
<b>Figura 47.</b> Gráfica de flujos vehiculares en intersección de Curridabat, con TPD de 9514 vehículos.. 83	83
<b>Figura 48.</b> Gráfica de flujos peatonales en intersección de Curridabat.....	83
<b>Figura 49.</b> Diagrama de cantidad de movimientos por cada acceso, Curridabat .....	84
<b>Figura 50.</b> Diagrama de distribución de severidad de conflictos según tipo de usuario, en intersección de Curridabat: a) Con 31 conflictos y b) Con 23 conflictos.....	87
<b>Figura 51.</b> Gráfico de porcentaje de ocurrencia según tipo de conflicto, en intersección de Curridabat: a) Con 31 conflictos y b) Con 23 conflictos .....	88

<b>Figura 52.</b> Diagrama de distribución de severidad por tipo de conflicto, en intersección de Curridabat: a) Con 31 conflictos y b) Con 23 conflictos.....	89
<b>Figura 53.</b> Vista de conflicto por movimiento directo desde acceso oeste: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2 .....	90
<b>Figura 54.</b> Diagrama de conflicto por movimiento directo desde acceso oeste .....	90
<b>Figura 55.</b> Diagrama de distribución de severidad para conflicto por un movimiento directo desde el acceso oeste .....	92
<b>Figura 56.</b> Conflicto potencial por adelantamiento.....	93
<b>Figura 57.</b> Conflicto potencial por ingreso a flujo de tránsito .....	93
<b>Figura 58.</b> Conflicto potencial triple .....	94
<b>Figura 59.</b> Interacción por obstrucción de paso por vehículo detenido .....	95
<b>Figura 60.</b> Giros en U realizados por automóviles y camiones en la intersección de Curridabat.....	96
<b>Figura 61.</b> Giros en U realizados por motocicletas en la intersección de Curridabat .....	97
<b>Figura 62.</b> Cruces de carril para estacionar realizados en la intersección de Curridabat.....	98
<b>Figura 63.</b> Ejemplos de otros movimientos contravía realizados por motocicletas en la intersección de Curridabat.....	98
<b>Figura 64.</b> Interacciones por invasión de carril por giros cerrados, en Curridabat .....	99
<b>Figura 65.</b> Interacciones por invasión de carril por cruce en 2 partes .....	100
<b>Figura 66.</b> Conflicto potencial con peatón desde vía principal por: a) Movimiento directo, b) Giro derecho, c) Giro izquierdo .....	101
<b>Figura 67.</b> Conflicto potencial con peatón desde acceso este por: a) Movimiento directo, b) Giro izquierdo.....	102
<b>Figura 68.</b> Conflicto potencial con peatón desde acceso oeste por: a) Giro derecho, b) Giro izquierdo .....	102
<b>Figura 69.</b> Interacciones peatonales en la intersección de Curridabat: Ceder campo a peatón.....	104
<b>Figura 70.</b> Diagrama de interacciones peatonales sobre la calzada en Curridabat.....	105
<b>Figura 71.</b> Interacciones con ciclistas en intersección de Curridabat .....	106
<b>Figura 72.</b> Vista del choque entre automóviles en acceso oeste desde: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2 .....	107
<b>Figura 73.</b> Ejemplos de conflictos potenciales vehiculares: a) Giro izquierdo desde vía principal, b) Movimiento directo desde acceso este, c) Giro izquierdo desde acceso este, d) Movimiento directo desde acceso oeste, e) Giro derecho desde acceso oeste, f) Giro izquierdo desde acceso oeste, g) Por adelantar obstáculo, h) Triple.....	109
<b>Figura 74.</b> Ejemplo de obstrucción de paso por vehículo detenido .....	109
<b>Figura 75.</b> Ejemplo de invasión de carril por: a) Cruce en dos partes: Movimiento directo desde acceso oeste, b) Giro derecho desde acceso oeste, c) Giro izquierdo cerrado desde acceso oeste.....	110

<b>Figura 76.</b> Ejemplo de ceder campo a vehículo: a) Giro izquierdo desde vía principal, b) Movimiento directo desde acceso este, c) Giro izquierdo desde acceso este, d) Movimiento directo desde acceso oeste, e) Giro derecho desde acceso oeste .....	111
<b>Figura 77.</b> Gráfico de conflictos potenciales en la intersección de Curridabat.....	112
<b>Figura 78.</b> Gráfico de interacciones en la intersección de Curridabat.....	113
<b>Figura 79.</b> Gráfico de interacciones en la intersección de Curridabat (sin choque).....	114
<b>Figura 80.</b> Intersección analizada en Montes de Oca.....	115
<b>Figura 81.</b> Fotografías de la intersección analizada en Mercedes: a) Vista del acceso sur, b) Vista desde el acceso oeste, c) Vista desde el acceso norte y d) Viste desde el acceso este.....	115
<b>Figura 82.</b> Fotografía aérea tomada de la intersección de Montes de Oca empleando el dron .....	116
<b>Figura 83.</b> Diagrama de intersección de Montes de Oca .....	116
<b>Figura 84.</b> Acceso oeste de la intersección de Mercedes: a) Zona de paso, b) Señal de prioridad peatonal .....	117
<b>Figura 85.</b> Postes eléctricos empleados para la instalación de videocámaras en intersección de Montes de Oca .....	118
<b>Figura 86.</b> Ubicación de las videocámaras en la intersección de Montes de Oca.....	118
<b>Figura 87.</b> Rango visual de las videocámaras en Montes de Oca: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2, c) Videocámara 3 .....	119
<b>Figura 88.</b> Área de observación en la intersección de Montes de Oca .....	120
<b>Figura 89.</b> Gráfica de flujos vehiculares en intersección de Montes de Oca, con TPD de 9510 vehículos .....	121
<b>Figura 90.</b> Gráfica de flujos peatonales en intersección de Montes de Oca .....	122
<b>Figura 91.</b> Gráfica de flujos de bicicletas en intersección de Montes de Oca .....	122
<b>Figura 92.</b> Diagrama de cantidad de movimientos por cada acceso, Montes de Oca: a) Vehículos motorizados, b) Bicicletas.....	123
<b>Figura 93.</b> Diagrama de distribución de severidad de conflictos según tipo de usuario, en intersección de Montes de Oca .....	124
<b>Figura 94.</b> Gráfico de porcentaje de ocurrencia según tipo de conflicto, en intersección de Montes de Oca.....	125
<b>Figura 95.</b> Diagrama de distribución de severidad por tipo de conflicto, en intersección de Montes de Oca.....	125
<b>Figura 96.</b> Interacción por obstrucción de paso por vehículo detenido en Montes de Oca .....	127
<b>Figura 97.</b> Giros en U en la intersección de Montes de Oca desde: a) Acceso norte, b) Acceso este y c) Acceso oeste.....	128

<b>Figura 98.</b> Movimientos contravía realizados en la intersección de Montes de Oca: a) Giro derecho desde acceso norte, b) Giro izquierdo desde acceso norte, c) Movimiento directo desde acceso este y d) Movimiento directo desde acceso oeste .....	129
<b>Figura 99.</b> Ejemplos de otros movimientos contravía realizados por motocicletas en la intersección de Montes de Oca .....	129
<b>Figura 100.</b> Interacciones por invasión de carril, en Montes de Oca.....	130
<b>Figura 101.</b> Diagrama de interacciones peatonales sobre la calzada en Montes de Oca en: a) Acceso este, b) Sentido norte-este, c) Sentido este-norte, d) Sentido este-oeste, e) Sentido sur-norte y f) Otro .....	133
<b>Figura 102.</b> Interacciones con ciclistas en intersección de Montes de Oca .....	134
<b>Figura 103.</b> Gráfico de conflictos potenciales en intersección de Montes de Oca .....	135
<b>Figura 104.</b> Gráfico de interacciones en intersección de Montes de Oca.....	136
<b>Figura 105.</b> Comparación de configuración geométrica entre las intersecciones de: a) Curridabat, b) Montes de Oca .....	137
<b>Figura 106.</b> Ejemplo de comportamiento de los usuarios en la intersección de Montes de Oca: a) Dos carriles en acceso oeste, b) Giros izquierdos simultáneos en vía principal.....	138
<b>Figura 107.</b> Ejemplo de peatones caminando sobre la calzada en Montes de Oca: a) En acceso norte y b) En acceso este .....	139
<b>Figura 108.</b> Gráfico comparativo de conflictos entre intersección de Curridabat y Montes de Oca...	140
<b>Figura 109.</b> Diagrama de severidad de conflictos en intersección de: a) Curridabat y b) Montes de Oca .....	141
<b>Figura 110.</b> Boceto que presenta las ubicaciones y tipos de conflictos en: a) Curridabat y b) Montes de Oca .....	142
<b>Figura 111.</b> Porcentaje de conflictos según el tipo de usuario involucrado: a) Curridabat y b) Montes de Oca.....	143
<b>Figura 112.</b> Gráfico comparativo de las tasas de conflictos entre intersección de Curridabat y Montes de Oca.....	145
<b>Figura 113.</b> Gráfico comparativo de conflictos potenciales entre intersección de Curridabat y Montes de Oca .....	146
<b>Figura 114.</b> Gráfico comparativo de las tasas de conflictos potenciales entre intersección de Curridabat y Montes de Oca.....	148
<b>Figura 115.</b> Gráfico comparativo de interacciones entre intersección de Curridabat y Montes de Oca .....	149

**Figura 116.** Gráfico comparativo de las interacciones más comunes en la intersección de Curridabat y Montes de Oca ..... 150

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Características que juegan un rol en la ocurrencia y resolución de conflictos según la técnica DOCTOR.....	17
<b>Cuadro 2.</b> Valores de tiempo de colisión y riesgo de colisión para metodología canadiense .....	36
<b>Cuadro 3.</b> Riesgo asociado con índice de conflicto de la intersección.....	38
<b>Cuadro 4.</b> Modelos para conflictos de tráfico y volúmenes.....	39
<b>Cuadro 5.</b> Constantes para calcular la varianza de los conflictos pronosticados .....	39
<b>Cuadro 6.</b> Clasificación de severidad del conflicto.....	40
<b>Cuadro 7.</b> Clasificación por nivel de los cuatro factores para evaluar un conflicto .....	41
<b>Cuadro 8.</b> Calificación de conflictos mediante clasificación de factores .....	41
<b>Cuadro 9.</b> Cuadro comparativo entre distintas metodologías para el análisis de conflictos viales.....	47
<b>Cuadro 10.</b> Coordenadas geográficas de la intersección de Curridabat.....	75
<b>Cuadro 11.</b> Resumen de conflictos registrados en la intersección de Curridabat.....	85
<b>Cuadro 12.</b> Resumen de conflictos potenciales registrados en la intersección de Curridabat.....	94
<b>Cuadro 13.</b> Interacciones por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía.....	95
<b>Cuadro 14.</b> Giros en U observados en la intersección de Curridabat.....	96
<b>Cuadro 15.</b> Cruces de carril para estacionar observados en la intersección de Curridabat .....	97
<b>Cuadro 16.</b> Resumen de las interacciones por invasión de carril por giros cerrados .....	99
<b>Cuadro 17.</b> Resumen de las interacciones por invasión de carril por cruce en dos partes .....	100
<b>Cuadro 18.</b> Resumen de las interacciones de ceder campo a vehículos .....	101
<b>Cuadro 19.</b> Cuadro de conflictos potenciales peatonales en la intersección de Curridabat .....	103
<b>Cuadro 20.</b> Resumen de interacciones por ceder campo a peatón en la intersección de Curridabat ..	104
<b>Cuadro 21.</b> Cuadro de interacciones peatonales sobre la calzada.....	105
<b>Cuadro 22.</b> Interacciones con ciclistas en intersección de Curridabat .....	106
<b>Cuadro 23.</b> Resumen de conflictos potenciales durante presencia de choque en la intersección de Curridabat.....	108
<b>Cuadro 24.</b> Resumen de interacciones por ceder campo a vehículo durante choque en Curridabat ..	110
<b>Cuadro 25.</b> Coordenadas geográficas de las intersecciones estudiadas.....	114
<b>Cuadro 26.</b> Resumen de conflictos registrados en la intersección de Montes de Oca .....	124
<b>Cuadro 27.</b> Resumen de conflictos potenciales vehiculares registrados en la intersección de Montes de Oca .....	126
<b>Cuadro 28.</b> Interacciones por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía.....	127
<b>Cuadro 29.</b> Giros en U observados en la intersección de Montes de Oca .....	127
<b>Cuadro 30.</b> Movimientos contravía observados en la intersección de Montes de Oca .....	128
<b>Cuadro 31.</b> Resumen de las interacciones por invasión de carril en intersección de Montes de Oca ..	130

<b>Cuadro 32.</b> Resumen de las interacciones por invasión de carril por cruce en dos partes en Montes de Oca.....	131
<b>Cuadro 33.</b> Resumen de las interacciones de ceder campo a vehículos.....	131
<b>Cuadro 34.</b> Cuadro de conflictos potenciales peatonales en la intersección de Montes de Oca .....	132
<b>Cuadro 35.</b> Resumen de interacciones por ceder campo a peatón en la intersección de Montes de Oca .....	132
<b>Cuadro 36.</b> Cuadro de interacciones peatonales sobre la calzada .....	133
<b>Cuadro 37.</b> Interacciones con ciclistas en intersección de Montes de Oca .....	134
<b>Cuadro 38.</b> Valores medios de velocidad del conflicto y tiempo hasta el accidente.....	141
<b>Cuadro 39.</b> Porcentaje de usuarios que causan conflictos según el tipo de maniobra, en Curridabat .....	144
<b>Cuadro 40.</b> Porcentaje de usuarios que causan conflictos según el tipo de maniobra, en Montes de Oca .....	144
<b>Cuadro 41.</b> Porcentaje de usuarios que causan conflictos potenciales según el tipo de maniobra, en Curridabat .....	147
<b>Cuadro 42.</b> Porcentaje de usuarios que causan conflictos potenciales según el tipo de maniobra, en Montes de Oca.....	147
<b>Cuadro 43.</b> Cuadro comparativo entre las intersecciones de Curridabat y Montes de Oca .....	152

## **Índice de abreviaturas**

COSEVI	Consejo de Seguridad Vial
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
TA	Tiempo hasta el accidente
TPD	Tránsito Promedio Diario
TPDA	Tránsito Promedio Diario Anual



Soto Guerrero, Anie Melissa  
Análisis de interacciones y conflictos viales de forma semiautomatizada en intersecciones de Montes de Oca y Curridabat  
Proyecto de Graduación – Ingeniería Civil – San José; C.R:  
A. Soto G., 2021  
xxvi, 167, [54]h; ils. col. – 24 refs.

## **Resumen**

Las técnicas de análisis de conflictos e interacciones viales tienen un enfoque proactivo, por lo que se pueden identificar problemas de seguridad vial y mejorar la infraestructura vial, sin depender de análisis de accidentabilidad. Actualmente Costa Rica no cuenta con una metodología para llevar a cabo este tipo de análisis, por lo que el propósito de este trabajo se basa en proponer una metodología para el análisis semiautomatizado de conflictos, y su aplicación en intersecciones urbanas en el área metropolitana de San José.

Este estudio compara seis distintas técnicas de análisis de conflictos desarrolladas por investigadores en el área de seguridad vial a nivel internacional. Además, se creó una metodología principalmente basada en lo que establece la técnica sueca para la recopilación, clasificación y análisis semiautomatizado de conflictos e interacciones vehiculares y peatonales la cual se aplicó en dos intersecciones urbanas de cuatro accesos, reguladas por medio de alto en la vía secundaria, una en Montes de Oca y otra en Curridabat, ambas con flujos peatonales bajos y un tránsito promedio diario (TPD) aproximado de 10 000 vehículos.

Como resultado de estudiar durante 48 horas la intersección en Curridabat, se analizaron 31 conflictos, 104 conflictos potenciales y 374 interacciones; mientras que en Montes de Oca se estudiaron 26 horas, en los cuales se identificaron 7 conflictos, 19 conflictos potenciales y 353 interacciones. Asimismo, se hizo un análisis comparativo entre ambas zonas por un periodo de 24 horas, en donde Curridabat tuvo el doble de conflictos, pero la mayoría fueron categorizados como leves; en cambio Montes de Oca presentó menos situaciones conflictivas, pero con una severidad mayor.

ANÁLISIS DE CONFLICTOS; CONFLICTOS POTENCIALES; INTERACCIONES VIALES;  
DIAGRAMA DE SEVERIDAD; ENFOQUE PROACTIVO; TIEMPO HASTA EL ACCIDENTE;  
VELOCIDAD DEL CONFLICTO.

Ing. Javier Zamora Rojas, MScE  
**Escuela de Ingeniería Civil**



## **Capítulo 1. Introducción**

### **1.1 Justificación**

#### ***1.1.1 Problema***

En Costa Rica, la cantidad de accidentes de tránsito se ha incrementado en los últimos años. Esto genera una gran cantidad de personas fallecidas y con lesiones, y a su vez trae consigo una serie de consecuencias en los ámbitos social, económico, familiar, entre otros. Las defunciones y traumatismos resultantes de colisiones en las carreteras del país conforman un problema importante y creciente. Según datos de Consejo de Seguridad Vial (COSEVI), solo en el año 2019 se registró en total 76 179 accidentes, en los cuales se vieron involucradas 19 605 víctimas, esto tomando en cuenta muertes, heridos graves y leves.

Si bien es cierto que todos los usuarios están propensos a sufrir accidentes viales, hay ciertos usuarios que son más vulnerables. En Costa Rica el vehículo más involucrado en accidentes fatales, basado en las estadísticas del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), corresponde a la motocicleta, solo en el año 2020 se reportaron 120 decesos, lo cual equivale a un 40 % de las vidas perdidas en sitio.

Actualmente estos datos se obtienen por medio de los reportes que hacen los oficiales de tránsito al presentarse un accidente, sin embargo, solo se cuenta con el registro final del suceso, de manera que, lo ocurrido previo al accidente a menudo no está claro; sin esta información es muy difícil entender el vínculo entre el comportamiento de los usuarios, la vía, los vehículos y el accidente, lo que limita las posibilidades de proponer contramedidas efectivas para mitigar los sucesos en la carretera.

Los accidentes viales son eventos aleatorios y para producir estimaciones confiables se necesita recopilar una gran cantidad de datos. Los análisis de accidentes tienen un enfoque reactivo, lo que significa, que se debe registrar un número significativo de colisiones antes de que se pueda tomar acción. Por esta razón, para evaluar la seguridad vial se busca utilizar otras medidas que no estén basadas en accidentes directamente, sino más bien en otras ocurrencias en el tráfico que están causalmente relacionadas con estos sucesos y que pueden ayudar a comprender el proceso que conduce a los accidentes. El análisis de conflictos es una de estas medidas alternativas, la cual se basa en analizar "cuasi-accidentes" con el fin de poder detectar y abordar problemas de seguridad vial antes que de ocurran los accidentes.

### **1.1.2 Importancia**

Las técnicas de análisis de conflictos de tráfico están relacionadas con la capacidad de registrar situaciones, en tiempo real, cercanas al accidente pero que no necesariamente se convierten en colisiones. Además, se ha argumentado que los conflictos de tráfico son más frecuentes que las colisiones viales (Ismail et al., 2010), y sus métodos de análisis son menos costosos. Por lo tanto, se puede recopilar una mayor cantidad de datos en un tiempo mucho más corto. Y a su vez, al observar la situación real en la carretera se obtiene mucha más información en comparación con lo que se puede leer en los informes de accidentes.

El análisis de conflictos de tráfico es proactivo, lo que significa que el problema de seguridad puede detectarse y abordarse antes de que ocurran los accidentes reales. Al estudiar las maniobras de conflicto y a los usuarios involucrados, se puede generar un mapeo de conflictos de tráfico el cual puede indicar dónde y qué tipos de accidentes se podrían esperar, dadas las interacciones entre usuarios y los riesgos asociados. También, este tipo de estudios puede servir para entender el comportamiento de los usuarios en determinadas circunstancias, evaluar la influencia de una medida en el comportamiento del tráfico y cómo esta influye en la seguridad vial.

El monitoreo de conflictos no solo es más eficiente en tiempo y costos, sino también en el factor humano, ya que la seguridad del sitio puede abordarse antes de que ocurran accidentes que lleven a lesiones y víctimas mortales.

### **1.1.3 Antecedentes**

El interés en el desarrollo de análisis de conflictos en la investigación de seguridad vial ha tomado un mayor auge en los últimos años, por lo que se ha realizado distintos estudios para evaluar la efectividad de estos métodos. A continuación, se destaca y describe de manera general los principales hallazgos de trabajos que se han realizado en Costa Rica y en distintos países relacionados con el análisis de conflictos.

En primer lugar, Peterniak (2015) realizó un análisis de la seguridad peatonal en 20 intersecciones de San José, Costa Rica. El objetivo principal de esta investigación fue analizar el desempeño de la seguridad peatonal en intersecciones señalizadas, por lo tanto, se comparan las prácticas documentadas de Costa Rica con las de América del Norte. Posteriormente se evalúan los conflictos en la zona de estudio y el cumplimiento de los peatones, para lo cual se clasificaron los conflictos como graves o menores y se definieron

nueve diferentes tipos de conflictos. Cabe recalcar que primeramente se discuten las condiciones físicas y operativas del sitio que contribuyen a la ocurrencia de conflictos, lo cual resultó en que la zona de estudio tiene problemas de accesibilidad y seguridad para los usuarios más vulnerables. Además, se demostró que es más probable que las peatonas cumplan con la señalización y que en intersecciones semaforizadas el 89 % de los conflictos son considerados como menores.

A nivel internacional, Torres (2012) en su tesis doctoral titulada "Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos" establece una metodología que permite clasificar el riesgo en intersecciones interurbanas basada en el tiempo hasta la colisión y el tiempo posterior a la invasión de la trayectoria. Mediante el análisis de intersecciones en forma de T se caracterizaron los conflictos entre vehículos para posteriormente obtener modelos de clasificación del riesgo cualitativo y cuantitativo.

Ismail (2010) en la tesis "Aplicación de técnicas de visión por computadora para análisis automatizado de seguridad vial y recolección de datos de tráfico" aboga por realizar análisis de conflictos automatizados, por lo que desarrolla distintas metodologías para rastrear y clasificar a los usuarios en la carretera, medir las coordenadas de los usuarios, la detección automática de conflictos entre peatones y vehículos, detección automatizada de infracciones de tráfico espacial, entre otras. Es importante aclarar que los datos de video se recopilaban de varios lugares de Canadá, así como de otros países.

En el año 2007, Castelar realizó el estudio nombrado como "Mejoramiento de las condiciones del tránsito en San Salvador: aplicación de la técnica sueca de conflictos de tránsito", en el cual se analizaron algunas intersecciones para mejorar las condiciones del tráfico y aplicar medidas de mitigación para reducir el riesgo de accidentes, con el fin de mejorar la capacidad del Viceministerio de Transportes para analizar y responder a los problemas de accidentes de tránsito. Se menciona que la aplicación de la técnica sueca en San Salvador demostró ser una herramienta que se puede incorporar fácilmente para abordar los problemas de seguridad vial, aunque cabe aclarar que se obtuvo mejores resultados con la ayuda de imágenes de video.

Katamine y Hamarneh (1998) en su estudio "Uso de la técnica de conflicto de tráfico para identificar intersecciones peligrosas" analizaron 40 intersecciones no señalizadas en la ciudad de Ammán, Jordania. Empleando el método publicado por el Departamento de Transporte de

los Estados Unidos en 1988 denominado "Técnicas de conflicto de tráfico para la seguridad y las operaciones" identificaron valores promedio y anormalmente altos de conflictos de tráfico.

Además, los autores investigaron las diferencias en la clasificación de las intersecciones seleccionadas tomando en cuenta características geométricas y los volúmenes de tráfico entrantes. Se concluyó que es recomendable incluir estas últimas dos variables en el método, de lo contrario se pueden pasar por alto intersecciones que son potencialmente peligrosas.

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Comparar metodologías de análisis de interacciones y conflictos viales de forma semiautomatizada para intersecciones urbanas en Montes de Oca y Curridabat.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Analizar las metodologías existentes para el análisis de conflictos con el fin de seleccionar las que mejor se adapten a las condiciones viales en Costa Rica.
- Establecer una metodología semiautomatizada para el análisis de interacciones y conflictos viales en intersecciones de Costa Rica utilizando como guía las técnicas internacionales existentes.
- Validar la metodología de análisis de conflictos de forma semiautomatizada en intersecciones de Montes de Oca y Curridabat.
- Identificar patrones típicos entre los usuarios de la carretera mediante el análisis de interacciones viales en intersecciones de Montes de Oca y Curridabat.

## **1.3 Delimitación del problema**

### ***1.3.1 Alcance***

Para validar el uso de las técnicas de análisis de conflictos viales a nivel nacional se pretende poner en práctica estas metodologías en intersecciones urbanas. Para este estudio fueron seleccionados los cantones de Montes de Oca y Curridabat pertenecientes a la provincia de San José.

Si bien el monitoreo y la evaluación de accidentes se realiza en el orden de años, los conflictos, que son más numerosos, funcionan en cuestión de días o semanas. Por lo que se busca que las intersecciones presenten una alta densidad vehicular o una gran cantidad de conflictos que permita la fácil recopilación de datos.

Las técnicas varían de subjetivas a las más objetivas donde los conflictos se clasifican por medidas como el tiempo hasta la colisión, el tiempo posterior a la invasión o el tipo de conflictos. Por esta razón, la primera parte del estudio consiste en aplicar las metodologías de forma semiautomatizada, lo que consiste en el uso de cámaras de video como principal fuente de recopilación de información. Los datos de video son ricos en detalles lo cual facilita el análisis de conflictos y reduce de forma significativa el error humano cuando el análisis se lleva a cabo manualmente en tiempo real.

La segunda parte del estudio es el análisis de interacciones viales, igualmente de forma semiautomatizada, pero esta vez con el objetivo de identificar patrones típicos entre los usuarios de la carretera.

Finalmente, resulta esencial mencionar que este estudio no contempla la determinación ni diseño de medidas correctivas que deban ser aplicadas a las intersecciones en estudio para mejorar su seguridad vial, sino que el estudio se centra en determinar si las técnicas son aplicables en Costa Rica. Asimismo, si alguna metodología presenta deficiencias o variables que no son representativas o congruentes con la realidad nacional, solo se harán las recomendaciones pertinentes, pero no sus respectivas calibraciones o cambios.

### ***1.3.2 Limitaciones***

Tradicionalmente, la seguridad vial se describe en términos de número de accidentes o lesiones humanas que ocurren en el tráfico. Sin embargo, al aplicar técnicas que pueden detectar accidentes antes de que estos ocurran se debe tomar en cuenta una serie de limitaciones.

En la mayoría de los casos las técnicas están hechas para que los estudios de conflictos de tráfico se realicen durante el día y en buenas condiciones climáticas, por lo que es importante contemplar estas variables a la hora de emplear principalmente las metodologías de forma manual. Ahora, si bien es cierto que en el caso del análisis semiautomatizado no es estrictamente necesario solo registrar conflictos durante el día, se debe contemplar si las condiciones de iluminación existentes en sitio permiten que las grabaciones sean visibles para llevar a cabo este estudio durante la noche.

Al no contar en el país con expertos en el tema, se va a recurrir a un "autoentrenamiento" basado en las recomendaciones que se establezcan en las metodologías existentes. El método requiere personal capacitado, ya que se pone una responsabilidad muy alta en el observador,

porque es él quien tiene que detectar conflictos, juzgarlos y tomar notas en tiempo real. Por esta razón se va a realizar un proceso de validación entre los observadores con el fin de reducir la subjetividad en las mediciones.

Ahora bien, para el análisis semiautomatizado se debe tener en cuenta que el entorno del tráfico tendrá un área de visión limitada y que al recurrir al uso de cámaras de videos existe la posibilidad de distorsiones en la vista debido a efectos del lente, iluminación, condiciones atmosféricas, entre otros. Si bien es cierto, que varios aspectos se podrían mitigar con un mejor equipo de grabación, para este estudio las videocámaras fueron facilitadas por el LanammeUCR lo cual limita tanto la calidad de las imágenes como la cantidad de dispositivos disponibles para llevar a cabo el proyecto.

Al aplicar métodos de otros países, estos podrían no representar adecuadamente las condiciones que se viven en Costa Rica. A su vez es muy importante mencionar que el uso de coeficientes o diagramas calibrados para otros países pueden incluir un sesgo en los resultados obtenidos al aplicar las técnicas a nivel nacional.

## **Capítulo 2. Marco teórico**

### **2.1 Introducción**

El análisis de conflictos viales tiene sus inicios en la década de 1960, y ganó gran popularidad gracias al éxito que tuvieron los primeros intentos al aplicar estas metodologías. Posteriormente, en 1977 se estableció la Cooperación Internacional en Técnicas de Conflicto de Tránsito (ICTCT<sup>1</sup>) para comparar distintas técnicas de análisis de conflictos desarrolladas por investigadores en el área de seguridad vial.

Sin embargo, debido a que las metodologías se llevaban a cabo solamente de manera manual, es decir, que la recolección de datos era únicamente realizada por observadores en campo, en la década de 1990, su uso se volvió menos frecuente debido a los costos asociados al tiempo y esfuerzo humano.

A través de los años, en conjunto con los avances tecnológicos, estas técnicas recuperan interés al incorporar el uso de video en las metodologías, ya que da inicio al análisis completamente automatizado, en el cual, por medio de software es posible determinar las posiciones de los usuarios de la carretera, las velocidades, las aceleraciones, los cuasi accidentes, los conteos de movimiento de giro, entre otros; permitiendo proporcionar un diagnóstico efectivo e inmediato a partir de grabaciones del flujo de tránsito.

### **2.2 Conceptos generales**

A nivel mundial se han desarrollado distintas técnicas sobre el análisis de conflictos como base para un método de seguridad vial, en lo cual principalmente se han destacado países de Europa y de América del Norte. A pesar de que se han desarrollado en distintas partes del mundo la mayoría de estas metodologías se basan en los mismos principios y generalmente comparten los mismos conceptos.

Es importante tener claro que todas las metodologías que se describen en este estudio fueron creadas con el fin de analizar intersecciones aisladas, y por lo tanto es necesario hacer un estudio individual de cada unión en el caso de considerar un cuadrante urbano o una red.

---

<sup>1</sup> ICTCT del inglés International Cooperation in Traffic Conflict Techniques

La definición básica de un conflicto que fue sugerida por Amudsen y Hyden en 1977 en el primer taller de ICTCT en Oslo es: "Un conflicto de tráfico es una situación observable en la que dos o más usuarios de la carretera se acercan entre sí en el espacio y el tiempo hasta el punto de que existe el riesgo de colisión si sus movimientos permanecen sin cambios".

Es decir, si al menos uno de los usuarios de la carretera debe realizar una maniobra para evitar la colisión, este experimenta lo que se conoce como curso de colisión. Estas maniobras realizadas con el fin de evitar una colisión se denominan como acciones evasivas, las cuales pueden ser frenar, desviarse, acelerar, entre otras. Es importante destacar que en algunas metodologías se utiliza el término de usuario relevante para referirse al usuario de la carretera que primero realiza una acción evasiva.

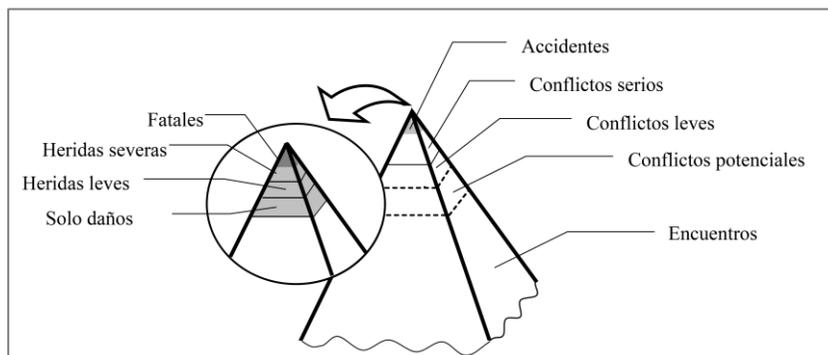
## 2.3 Metodología sueca (1970)

### 2.3.1 Conceptos básicos

La técnica sueca de conflictos de tráfico es una de las herramientas más antiguas para el análisis de conflictos viales y se basa en que el proceso de tráfico puede verse como una serie de eventos elementales, donde estos eventos difieren en su grado de severidad y la frecuencia con la que ocurren.

Al aplicar este método se pueden tener distintos objetivos como hacer un diagnóstico de seguridad, investigar factores de riesgo de accidentes, evaluar los efectos de las medidas de seguridad, realizar un mapeo de conflictos, analizar las maniobras de conflicto y los usuarios involucrados en carretera, entre otros.

La técnica sueca adopta el concepto que ilustró Hydén en 1987 con una "pirámide de seguridad" mostrada en la Figura 1.



**Figura 1.** Pirámide de seguridad de Hydén 1987

Nota: Imagen traducida de Lareshyn & Varhelyi, 2018

La parte inferior de la pirámide representa las interacciones normales (encuentros) entre usuarios de la carretera que son seguras y ocurren la mayor parte del tiempo, mientras que la parte superior de la pirámide consta de los eventos con una mayor severidad, como accidentes mortales o de lesiones, y que son muy poco frecuentes en comparación con el número total de eventos.

El concepto de severidad toma en cuenta las consecuencias en el caso de que se haya producido una colisión. Sin embargo, en el análisis de conflictos viales no se puede estimar el riesgo de lesiones en situaciones en las que realmente se evitó la colisión. Por lo tanto, se recurre principalmente a dos opciones: ignorar las posibles consecuencias o utilizar algunas reglas subjetivas para integrarlo en el puntaje de severidad final.

En el caso de la técnica sueca la gravedad de un conflicto es definida "en el momento en que uno de los usuarios del camino comienza a tomar una acción evasiva". (Laureshyn & Varhelyi, 2018) Para clasificar el conflicto de acuerdo a su gravedad se definen dos variables: tiempo hasta el accidente y la velocidad del conflicto.

- Tiempo hasta el accidente (TA)<sup>2</sup>: tiempo restante hasta una colisión cuando la acción evasiva es tomada por el usuario relevante.
- Velocidad del conflicto: velocidad del usuario relevante cuando toma la acción evasiva.

Es importante destacar que, si los usuarios de la vía toman medidas evasivas simultáneamente, se estima el tiempo hasta el accidente y la velocidad de conflicto para ambos; y en este caso el usuario relevante se establece de acuerdo con el que tiene la gravedad más baja, y por ende esta sería la severidad final con que se clasifica el conflicto.

Un detalle relevante es que en campo resulta más fácil utilizar la tabla de conversión mostrada en la Figura 2 para calcular el TA en función de la distancia al punto de colisión y la velocidad del usuario de la carretera.

---

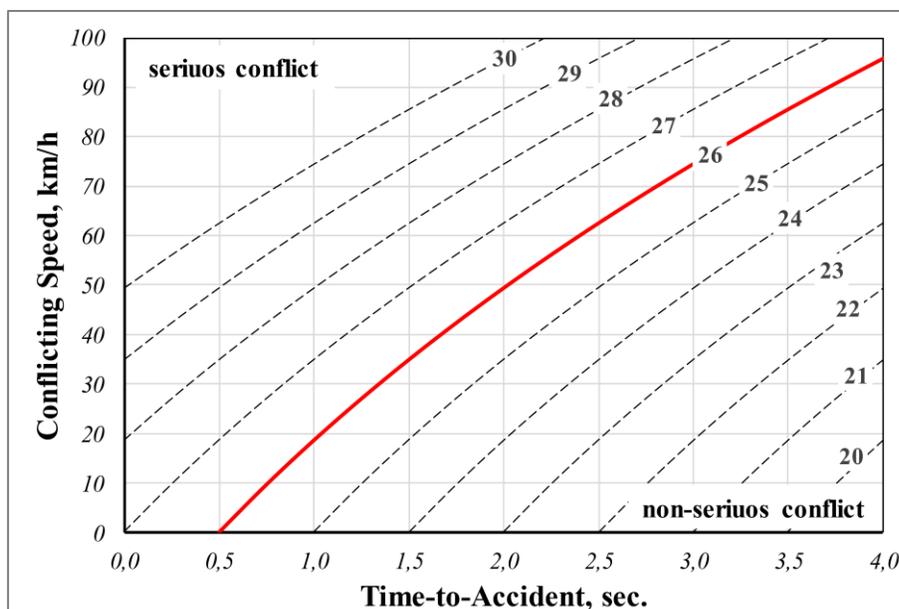
<sup>2</sup> TA del inglés Time To Accident

Speed		Distance, m																			
km/h	m/s	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
5	1,4	0,4	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2									
10	2,8	0,2	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	5,4	7,2	9,0						
15	4,2	0,1	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6			
20	5,6	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9
25	6,9	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	7,9
30	8,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6
35	9,7	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7
40	11,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0
45	12,5		0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4
50	13,9		0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0
55	15,3		0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,3	3,6
60	16,7		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3
65	18,1		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0
70	19,4		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8
75	20,8		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6
80	22,2		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5
85	23,6		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
90	25,0		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
95	26,4		0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
100	27,8		0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0

**Figura 2.** Tabla de conversión para calcular tiempo hasta el accidente en segundos

Fuente: Laureshyn & Varhelyi, 2018

Quando se detecta un conflicto por primera vez, puede que no sea obvio si un conflicto es grave o no hasta que se hayan calculado indicadores necesarios como la velocidad del conflicto, el tiempo hasta el accidente, entre otros. En estos casos con ayuda del diagrama de la Figura 3 se puede definir el nivel de severidad del conflicto con mayor facilidad. En el caso de que los conflictos se clasifiquen con un nivel de severidad superior a 26 (línea roja en el gráfico) son considerados como conflictos graves.



**Figura 3.** Diagrama para clasificar la severidad del conflicto según la Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico, adoptado de Hydén 1987  
Fuente: Laureshyn & Varhelyi, 2018

## 2.3.2 Observaciones en campo

### 2.3.2.1 Hoja de registro

Después de detectar el conflicto, el observador, debe recopilar los detalles empleando una hoja de registro (Anexo 1) que cubre información importante para la evaluación, como la hora, el lugar, las condiciones climáticas, categoría de usuario de la carretera, el tipo de acción evasiva, estimar las velocidades de los usuarios de la carretera y las distancias hasta el punto de colisión proyectado, entre otros. Asimismo, debe completar esta información con la descripción del evento y un boceto sencillo que represente la situación, los usuarios secundarios de la carretera y otros elementos de causalidad. Además, debe marcar la ubicación del punto de observación junto con una flecha, que indica la dirección norte. Es importante tener en cuenta que las hojas de registro deben ser numeradas para asegurarse que ninguna se pierda involuntariamente.

### 2.3.2.2 Capacitación de los observadores

Para que los observadores puedan realizar una correcta recopilación de datos es necesario que tengan una adecuada capacitación, ya que estos deben realizar distintas tareas simultáneamente. En el caso de la técnica sueca el periodo de capacitación o entrenamiento tiene una duración de una semana: "pruebas muestran que los observadores, después de aproximadamente cinco días de capacitación, son capaces de reconocer conflictos serios con

un alto grado de certeza” (Hydén & Linderholm, 1984). Este entrenamiento está conformado por sesiones internas y externas las cuales incluyen conferencias teóricas, instrucciones prácticas, capacitación sobre conflictos grabados en video, sesiones de observación de campo en la vida real y calibración de los observadores.

Hydén y Linderholm (1984) definieron un procedimiento de trabajo para su estudio de calibración al aplicar la técnica sueca, el cual consiste en utilizar dos observadores ubicados diagonalmente en la intersección, ya que en este caso las partes del centro de la intersección son cubiertas por ambos observadores y se puede realizar una comparación de los datos registrados posterior al periodo de observación.

Es importante destacar que la confiabilidad de los datos es esencial para validar los resultados, es decir que “el método para la detección de conflictos y la calificación de severidad debe garantizar que las diferencias en los recuentos de conflictos se puedan atribuir a diferencias en la seguridad y no a perder la atención del observador, el clima o las condiciones de iluminación, etc.” (Laureshyn & Varhelyi, 2018). Asimismo, se debe asegurar la fiabilidad ya que “es la propiedad de mantener la misma precisión independientemente de las condiciones en las que se utilice” (Laureshyn & Varhelyi, 2018).

### *2.3.2.3 Ubicación y número de observadores*

La cantidad de observadores necesarios para el registro de conflictos va a depender de la geometría y condiciones del sitio, su complejidad y el tipo de análisis que se realice. Estudios muestran que “un observador puede lidiar con una simple intersección de cuatro accesos con no más de dos carriles por aproximación (hasta un TPDA de 22 000 vehículos)” (Laureshyn & Varhelyi, 2018). En caso de sitios de estudio más grandes o complejos se debe recurrir a uno o varios observadores adicionales.

Otro aspecto relevante en la aplicación de esta técnica es la ubicación del observador en el área de estudio, ya que, el punto de observación debe ofrecer una vista clara sobre toda el área de observación. Asimismo, este debe ser marcado en el boceto de la intersección junto con puntos de referencia fáciles de reconocer para asignar correctamente las direcciones de los usuarios de la carretera involucrados y la ubicación del conflicto. Es importante destacar que a lo largo de todo el registro el punto de observación deber ser el mismo, a pesar de que se realice en periodos distintos como en el caso de estudios de antes y después de alguna implementación y/o cambio en la infraestructura vial.

Además, es importante tener en cuenta que “los primeros meses después de cualquier tipo de alteración del entorno del tráfico deben excluirse del análisis de seguridad debido a las dificultades iniciales de los usuarios de la carretera para adaptarse al cambio de situación” (Hydén & Varhelyi, 2000). Sin embargo, las observaciones anteriores y posteriores deben realizarse durante periodos con condiciones climáticas y de tráfico similar.

A su vez, es importante que la presencia del observador no influya en los usuarios de la carretera, es decir, que sea lo más discreto posible, pero que tenga suficiente relación con el ambiente para que no pase por alto detalles relevantes del conflicto y pueda hacer las estimaciones de velocidades y distancias con la mayor precisión y facilidad posible. Si más de un observador está trabajando en el mismo sitio, deben establecer las áreas en las cuales está a cargo cada observador, esto porque se debe evitar el doble conteo. En caso de que se produzca un conflicto en un lugar donde ambos observadores pueden registrarlo, se debe hacer una nota en la hoja de registro para una posterior discusión y síntesis de los resultados por parte de ambos observadores.

#### *2.3.2.4 Periodo de observación*

Ahora bien, “el número de días de observación y el número de períodos de observación por día se determinan en función de la frecuencia esperada de conflictos” (Laureshyn & Varhelyi, 2018); donde la frecuencia esperada de conflictos generalmente se deriva de experiencias previas. Por ejemplo, en un estudio de efectos de seguridad realizado por Hyden y Varhelyi (2000), 12 cruces fueron analizados mediante la aplicación de esta técnica en la cual la duración efectiva del período de observación fue de 30 h por unión.

El manual para observadores de la técnica sueca de conflictos de tráfico establece que las “observaciones generalmente se realizan en períodos de 1-2 horas con descansos intermedios para que el observador se recupere. Si es importante cubrir un período continuo más largo, los observadores pueden alternar en el sitio” (Laureshyn & Varhelyi, 2018).

#### **2.3.3 Observaciones empleando grabación de video**

Como la detección de conflictos requiere de mucha concentración a lo largo de todo el proceso de análisis, el observador debe poner suma atención para no dejar pasar detalles relevantes del conflicto mientras registra la información y hace las estimaciones subjetivas necesarias. Es por esto que se recomienda implementar la grabación de video como complemento simultáneo de las observaciones. En este caso “siempre es posible regresar y ver las situaciones

identificadas una vez más o pedirle a un colega una segunda opinión” (Laureshyn & Varhelyi, 2018). Cabe recalcar que se aconseja sincronizar tanto el reloj del observador como el de la cámara para así facilitar encontrar los conflictos en la grabación de ser necesario.

En caso de realizar grabaciones durante el periodo de observación de conflictos en campo, los requisitos para el posicionamiento de la cámara no son muy estrictos, en este caso se puede recurrir al uso de una videocámara colocada sobre un trípode cerca del observador o a 2-3 m de altura, esto porque solo se pretende tener una copia de seguridad para el observador.

Implementar cámaras de video se ha vuelto cada vez más común en los estudios de conflictos, hasta el punto de que en algunos casos las observaciones de las interacciones se realizan directamente de esta manera. Una de las posibles razones es que como “las interacciones son mucho más numerosas que los conflictos, sería imposible para un observador en el campo realizar un seguimiento de todas estas situaciones” (Svensson, 1998).

En caso de que en el estudio de conflictos se vaya a emplear alguna herramienta informática para el procesamiento de los datos, Laureshyn & Varhelyi (2018) establecen una serie de requisitos sobre el posicionamiento de la cámara:

- Debe colocarse lo más alto posible, se recomienda al menos 7-8 metros de altura y debe orientarse lo más hacia abajo posible para obtener una vista aérea, esto debido a que es necesario mitigar las situaciones en las que un usuario de la carretera no es visible detrás de otro.
- No debe verse el cielo, esto debido a que, si la grabación se realiza durante un período más largo, la luz solar podría interferir en la imagen. Además, que sea vea el cielo significa que menos parte de la imagen está siendo dedicada al registro de información relevante.
- Se recomienda que el área de interés en la vista de la cámara esté alineada con la diagonal de la imagen.

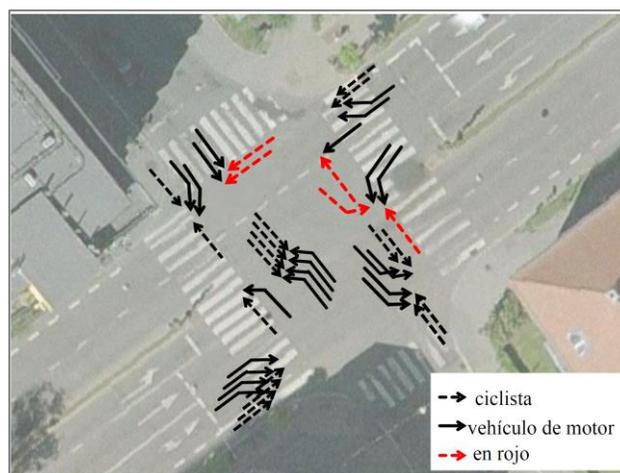
Además, si se planea una grabación larga, se debe considerar varios aspectos en el equipo de grabación empleado como: suficiente espacio de almacenamiento, contar con baterías de gran capacidad, protección del equipo contra el clima, sincronización horaria si se utilizan varias cámaras para grabar la misma ubicación y la posibilidad de verificar el estado del equipo sin visitar el sitio.

Un aspecto importante es que el observador visite el sitio de estudio y comprenda el funcionamiento del tráfico de la zona, ya que se debe tomar en cuenta que una grabación no representa completamente el entorno del tráfico debido al área de visión limitada, distorsiones en la vista debido a efectos del lente, entre otros.

#### **2.3.4 Presentación e interpretación de resultados**

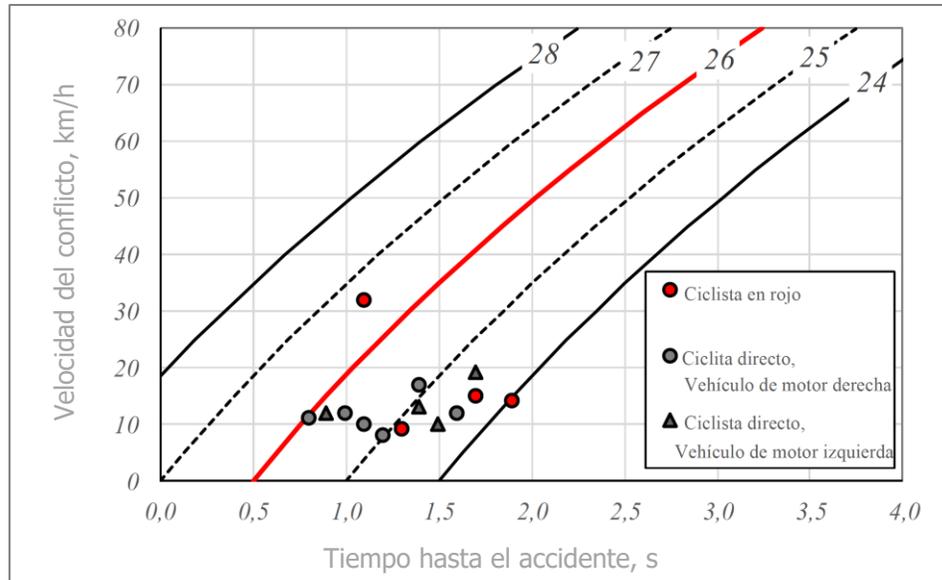
La presentación de resultados de un estudio de conflictos, según lo que establece el Manual del observador de la técnica sueca de conflictos de tráfico (2018), generalmente debe incluir:

- Un bosquejo con la ubicación de los conflictos, como en el que se muestra en la Figura 4.
- Una tabla resumen que presente los recuentos de conflictos por tipo de maniobra y usuarios de la carretera involucrados, como la que se muestra en el Anexo 2.
- Un diagrama que muestre la distribución de la gravedad del conflicto, ver ejemplo en Figura 5.
- Si se encuentran disponibles, videoclips cortos que contienen los conflictos grabados.



**Figura 4.** Ejemplo de bosquejo con la ubicación de los conflictos

Nota: Imagen traducida de Laureshyn & Varhelyi, 2018



**Figura 5.** Ejemplo de diagrama de distribución de gravedad

Nota: Imagen traducida de Laureshyn & Varhelyi, 2018

Así mismo, Laureshyn & Varhelyi (2018) comentan que la interpretación de los resultados del estudio de conflictos incluye la identificación de los tipos de conflictos comunes, los lugares de los conflictos, las circunstancias particulares para la ocurrencia del conflicto y el cálculo de los valores medios de velocidad del conflicto y el tiempo hasta el accidente. Además, en caso de que se realice la comparación del antes y después entre dos sitios o estudios, se deben considerar lo siguiente:

- Eliminación de cierto tipo de conflicto.
- Disminución general de la gravedad de los conflictos y los tipos de conflictos específicos.
- Cambio en los valores medios de velocidad conflictiva y tiempo hasta accidente.
- Aparición de nuevos tipos de conflictos que no estaban presentes antes.

## 2.4 Metodología holandesa (1986)

### 2.4.1 Conceptos básicos

El manual de la técnica de observación de conflictos DOCTOR (2013) se basa en el principio de que: "la seguridad vial solo puede estudiarse seriamente si se considera como un aspecto integral del sistema total de tráfico y transporte". Es decir, estudiar el proceso del tráfico desde la seguridad vial puede dar una idea de las fallas que existen en el proceso total y, por

ende, conocer los puntos débiles de la totalidad del sistema y proponer contramedidas efectivas.

Es importante tener en cuenta que para estudiar la seguridad vial por medio de técnicas de análisis de conflicto es necesario saber identificar qué se clasifica como un conflicto y cómo determinar su gravedad, ya que, "debe incluirse una explicación de la inseguridad en términos del comportamiento del conflicto" (Kraay et al., 2013). En este caso la técnica DOCTOR (2013) le agrega a la definición de conflicto la probabilidad realista de que existan lesiones personales o daños materiales si un curso y velocidad permanecen sin cambios.

Ahora bien, el comportamiento de los usuarios involucrados en la interacción de un conflicto, según esta técnica, se puede subdividir en dos fases: la primera incluye desde el comienzo de un curso de colisión hasta el inicio de la maniobra evasiva y la segunda abarca la resolución de la situación crítica. Donde existen ciertas características que forman parte de la ocurrencia y resolución de un conflicto las cuales se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características que juegan un rol en la ocurrencia y resolución de conflictos según la técnica DOCTOR

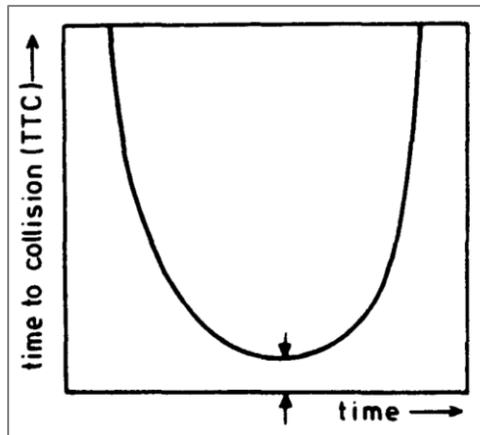
<b>Fase</b> <b>Característica</b>	<b>1. Ocurrencia de conflicto</b>	<b>2. Resolución del conflicto</b>
<b>Participación del tráfico</b>	Es posible que los usuarios de la carretera provoquen conflictos por su manera de comportarse, principalmente cuando están involucrados distintos tipos de usuarios.	Al tomar en cuenta el comportamiento de los otros participantes del tráfico se puede realizar una maniobra para evitar la colisión, lo que resultaría en controlar la situación conflictiva.
<b>Velocidad del conflicto</b>	Dada la situación del tráfico, un usuario de la carretera tiene la opción de desplazarse a gran velocidad, frenar o acelerar, sin aparente necesidad.	Es factible resolver el conflicto porque al menos uno de los usuarios involucrados toma una acción evasiva. Además, hay que considerar que: "la velocidad determina (en parte) el espacio de maniobra necesario para realizar con éxito una acción evasiva". (Kraay et al., 2013)
<b>Curso de colisión</b>	Un usuario de la carretera puede seguir un curso imprevisto.	Cuando al menos uno de los usuarios realiza una acción evasiva, es posible que el curso de colisión sea corregido.
<b>Tipo de maniobra</b>	El usuario debe decidir el tipo de maniobra evasiva (frenar, disminuir la velocidad, acelerar, entre otras) a realizar al encontrarse en un curso de colisión.	Esta característica no se contempla en la fase de resolución.

A su vez, los usuarios de la carretera pueden cruzarse estrechamente sin que ocurra una acción evasiva notable, en estos casos también hay que tomar en cuenta que pueden resultar en situaciones críticas, esto debido a que "una pequeña perturbación en el proceso de aproximación podría fácilmente haber resultado en una colisión" (Laureshyn et al., 2017).

La gravedad de un conflicto se define con una escala de 1 a 5, donde se puntúa 1 para un conflicto leve hasta 5 para un conflicto muy grave tomando en cuenta la probabilidad de una colisión y el alcance de las consecuencias si hubiera ocurrido una colisión. Los conflictos graves (categoría de gravedad 3-5) son los que particularmente "se usan para hacer un diagnóstico de seguridad, mientras que los conflictos menores se usan principalmente para apoyar el diagnóstico en aspectos operativos". (Van der Horst & Kraay, 1985)

La probabilidad de una colisión está determinada por la medida del tiempo hasta la colisión y/o el tiempo posterior a la invasión:

- Tiempo hasta la colisión (TTC)<sup>3</sup>: es el tiempo requerido para que dos vehículos colisionen si continúan a su velocidad actual y en el mismo camino. Su comportamiento teórico típico está definido por la curva mostrada en la Figura 6.



**Figura 6.** Comportamiento teórico de la curva de tiempo hasta la colisión

Fuente: Kraay et al., 2013

- El tiempo hasta la colisión mínimo ( $TTC_{\min}$ ): es el menor valor que se alcanza durante el proceso de aproximación e indica la gravedad de un encuentro, es decir, entre menor

---

<sup>3</sup> TTC del inglés Time To Collision

sea este, existe una mayor probabilidad de colisión. En caso de que tome valor menor o igual a 1,5 s se considera como crítico.

- Tiempo posterior a la invasión (PET)<sup>4</sup>: es el tiempo entre el momento que el primer usuario abandona el camino del segundo usuario y el momento en que el segundo usuario de la carretera alcanza el camino del primero. En zonas urbanas se consideran valores iguales o menores a 1 s como posiblemente críticos.

### **2.4.2 Tipos de conflictos**

En esta técnica holandesa se definen varios tipos de conflictos, en donde se clasifican dependiendo del tipo de usuario que participa en el suceso. A continuación, se menciona de manera general la clasificación que emplea.

- Conflicto automóvil – automóvil: Los tres tipos de interacción por maniobra que ocurren principalmente son ángulo recto, parte trasera y el giro a la izquierda
- Conflicto automóvil – ciclista
- Conflicto automóvil – peatón
- Conflicto ciclista – ciclista
- Conflicto ciclista – peatón
- Casos especiales

### **2.4.3 Entrenamiento**

El entrenamiento de la técnica DOCTOR tiene una duración total de cinco días, el cual se divide en dos etapas: teórica y práctica. La configuración de la semana de capacitación se distribuye de la siguiente manera.

- Día 1: Introducción, discusión del manual y cinta de instrucciones
- Día 2: Capacitación mediante video, continuación con la discusión del manual y evaluación de los observadores
- Día 3: Análisis teórico de datos de observación y de la situación en campo. Además, entrenamiento en campo (estimar velocidades y observaciones de conflicto durante dos horas)

---

<sup>4</sup> PET del inglés Post-Encroachment-Time

- Día 4: Discusión de observaciones del día anterior y entrenamiento en campo al igual que el tercer día
- Día 5: Discusión de observaciones del día anterior y resumen general

#### 2.4.3.1 Entrenamiento mediante video

La etapa teórica comienza con una serie de ejemplos registrados de manera digital (video) del proceso de tráfico y las principales perturbaciones que pueden ocurrir, con el objetivo de introducir una serie de conceptos y aspectos que juegan un papel en la ocurrencia y resolución de conflictos. El entrenamiento con video "está destinado a enseñar la detección y el juicio del comportamiento crítico de manera sistemática" (Kraay et al., 2013).

En estas escenas de video las curvas de velocidad y TTC se mezclan en función del tiempo, y se muestran una serie de situaciones típicas que se pueden presentar en el campo a la hora de realizar observaciones, subdivididas en tipo de conflicto, tipos de maniobras más relevantes en el caso de situaciones de automóvil-automóvil y para encuentros entre distintos usuarios de la carretera. Asimismo, el observador es entrenado por separado para llenar correctamente el formulario de observación DOCTOR y estimar aspectos como la velocidad, detectar la situación crítica (simple y compleja), el curso de colisión, el puntaje de gravedad, la probabilidad de colisión y la gravedad de la lesión.

A veces estimar velocidades por medio de observaciones en campo es diferente que realizarlo a partir de videos, esto puede deberse a que "la estimación de la velocidad del video puede depender del tamaño de la lente utilizada durante las grabaciones y de cómo se mueve un vehículo a través de la escena". Por lo tanto, la técnica DOCTOR sugiere que la medición de la diferencia de tiempo entre el paso de dos secciones transversales ( $p_1$  y  $p_2$ ) con una distancia conocida, puede ser una ayuda simple:

$$V = 3,6 \cdot \frac{d(p_1, p_2)}{(t_2 - t_1)}, km/h$$

Donde,

V es la velocidad en km/h

$d(p_1, p_2)$  es la distancia entre  $p_1$  y  $p_2$  en metros

$t_1, t_2$  es el tiempo en el momento de paso en segundos

Al final de esta primera etapa de capacitación, la cual tiene una duración aproximada de dos días, se realiza una prueba para conocer el nivel que alcanzaron los candidatos, la cual consiste en la evaluación de distintas situaciones de tráfico mediante el uso de imágenes de video con el objetivo de verificar si los conceptos básicos de la técnica de observación de conflictos se han comprendido y si los observadores son capaces de aplicarlos en la práctica.

#### *2.4.3.2 Entrenamiento en campo*

Es importante mencionar que, aunque el entrenamiento teórico es de gran utilidad para que los observadores tengan suficiente conocimiento sobre los distintos tipos de situaciones con los que pueden enfrentarse, "el entrenamiento en el campo es crucial para obtener la experiencia adecuada en la observación sistemática en la práctica" (Kraay et al., 2013) y que por ningún motivo el entrenamiento teórico sustituye al entrenamiento en campo. Este último se realiza en última instancia, durante los días tres y cuatro de capacitación, cuando los observadores están suficientemente calificados.

En este caso, como parte del entrenamiento de la estimación directa de las velocidades y para evaluar la precisión, se pueden realizar comparaciones con las velocidades reales empleando la ayuda de instrumentos de medición como las pistolas de velocidad portátil. En general, "un observador funciona bien si sus estimaciones no difieren más del 20 % del valor medido" (Kraay et al., 2013).

#### **2.4.4 Formulario de observación DOCTOR**

Los observadores deben llenar un formulario de observación DOCTOR (Anexo 3) por cada situación de conflicto que se presente, es importante tomar en cuenta que deben estar numerados y completados en su totalidad. La parte superior comprende información básica como el nombre del observador, ubicación, fecha y tiempo de observación, condiciones atmosféricas y estado de la superficie de la carretera.

Seguidamente se debe asignar una puntuación general de la impresión de la gravedad del conflicto, que como se mencionó anteriormente se puntúa en una escala del 1 al 5 (menos grave a severo). Asimismo, se debe registrar el tiempo hasta la colisión y / o el tiempo posterior a la invasión, con la mayor precisión posible, para determinar la probabilidad de la colisión, así como la posible gravedad de las consecuencias en caso de que se hubiera producido la colisión.

Además, tanto los tipos de usuario involucrados como sus respectivas velocidades juegan un papel importante en el tipo de maniobra evasiva o en la estimación de la gravedad de las consecuencias de una colisión. En el formulario es posible tener hasta tres distintos usuarios partícipes en una situación conflictiva, en donde se debe indicar cuál usuario se acerca mediante una flecha. A su vez, las velocidades de movimiento deben ser estimadas al inicio de la acción evasiva y ser registradas empleando los intervalos de velocidad.

En el caso de la acción evasiva, se debe especificar si hubo una reacción por parte de alguno de los usuarios involucrados; en caso de que se realizara una maniobra se debe indicar el tipo de maniobra (frenado, aceleración o desviación) y si fue controlada o incontrolada.

Finalmente, el observador debe dibujar un boceto donde se muestre la ubicación del observador, así como la de los participantes del tráfico (indicando cuál es el número 1 y cual el número 2) y los respectivos movimientos realizados. Como complemento, el observador debe redactar una breve descripción que incluya la causa del conflicto, los participantes involucrados indirectamente que podrían haber influido, y las posibilidades que podrían haber existido para evitar una colisión. Al final entre la combinación del boceto y la breve narración debe quedar claro la situación conflictiva en su totalidad.

## ***2.4.5 Observaciones en campo***

### *2.4.5.1 Conteos de tráfico*

Los conteos de tráfico se deben realizar de manera simultánea a la observación de conflictos, porque "los recuentos de los volúmenes de tráfico son necesarios para relacionar la cantidad de conflictos que ocurren con la cantidad de tráfico o la cantidad de situaciones potenciales de conflicto" (Kraay et al., 2013).

En caso de que no resulte práctico para los observadores realizar ambas tareas durante los mismos días y horas, el conteo de tráfico debe ser realizado por una persona adicional. Para contabilizar el volumen de tráfico se puede emplear una hoja de registro como la que se muestra en el Anexo 4.

### *2.4.5.2 Periodo de observación*

La selección del periodo de observación se define principalmente por los objetivos del estudio, pero siempre hay que tomar en cuenta ciertos aspectos según la técnica DOCTOR (2013):

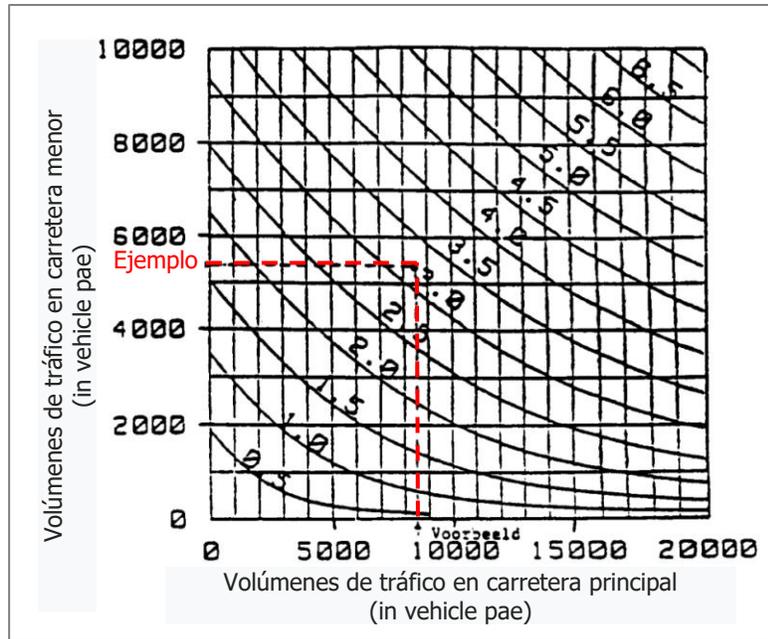
- Si el objetivo es la disponibilidad de datos sobre accidentes y la observación pretende ser complementaria.
- Si existen patrones en determinados periodos del día, semanas o meses, con base en estadísticas de accidentes. En este caso se recomienda realizar las observaciones en los mismos periodos.
- En un diseño de estudio de antes y después, los periodos de observación deben ser los mismos.

#### *2.4.5.3 Duración del periodo de observación*

Cuanto más largo sea el periodo de observación es posible determinar de una manera más confiable y detallada las debilidades o problemas de una situación de tráfico. Lo cierto es que no se puede definir una duración universal para el análisis de conflictos, ya que, el tiempo va a depender del sitio que se quiera estudiar, así como del alcance que se le quiera dar al estudio. Es decir, no se va a requerir el mismo tiempo si se quiere analizar una intersección completa que si solo se realiza para un tipo de maniobra en específico.

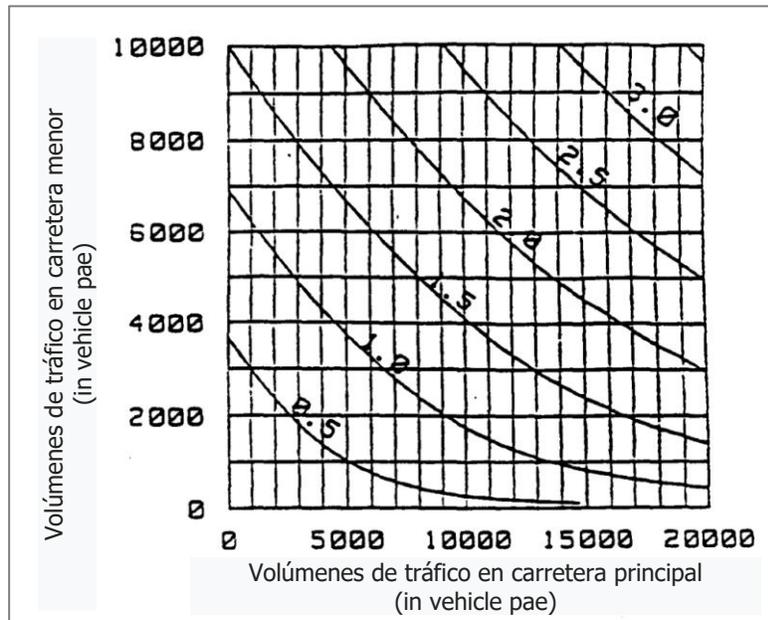
En el caso de la técnica DOCTOR se establece en general una duración estándar de 18 horas para la aplicación de esta técnica. Posterior a un día de observación, que equivale a 6 horas, se puede decidir terminar las observaciones o mantenerlo durante 18 horas. Sin embargo, existen estudios aplicando esta técnica como el realizado por Van der Horst y Kraay (1985), en los cuales se realizaron observaciones durante un total de 26 horas durante cuatro días, o el de Laureshyn et al. (2016) que concluyó que utilizando un periodo de estudio de 5 días hábiles (sin especificar la cantidad de horas estudiadas) el número de conflictos sigue siendo bastante bajo y, por lo tanto, el proceso de detección de conflictos debería extenderse a observaciones de varias semanas o meses para solucionar el problema.

En caso de que se quiera hacer una estimación aproximada de antemano de la duración sin realizar un día de observaciones, la técnica DOCTOR establece que se pueden emplear los nomogramas de la Figura 7 y Figura 8. Es decir, que al estimar el número esperado de conflictos serios durante un período de observación fijo es posible hacer una proyección del tiempo total necesario para poder recopilar una cantidad de conflictos que permita obtener resultados que sean representativos para el estudio.



**Figura 7.** Número esperado de conflictos serios durante un período de observación de dos horas en una intersección de cuatro accesos con una situación de carretera principal y otra menor.

Nota: Imagen traducida de Kraay et al., 2013 <sup>5</sup>



**Figura 8.** Número esperado de conflictos serios durante un período de observación de dos horas en una intersección de tres accesos con una situación de carretera principal y otra menor.

Nota: Imagen traducida de Kraay et al., 2013 <sup>5</sup>

<sup>5</sup> No se encontró traducción para el término pae.

Por otra parte, se recomienda un horario de observación para abarcar los periodos típicos en los que ocurren más accidentes, el cual se muestra a continuación:

07:30 – 07:55 horas	12:00 – 12:55 horas	15:30 – 16:25 horas
08:00 - 08:55 horas	13:00 – 13:55 horas	16:30 – 17:25 horas
		17:30 – 18:30 horas

#### *2.4.5.4 Número de observadores, área de observación y ubicación de los observadores*

El número de observadores va a depender de las condiciones del sitio de estudio (tamaño y complejidad) y este puede variar entre uno y cuatro observadores. Generalmente, un solo observador es suficiente cuando se investiga un flujo de tráfico o un tramo de una intersección. En caso de que sean intersecciones de vías de acceso o arterias, y dependiendo de la cantidad de tráfico y maniobras a estudiar, se puede recurrir a dos o cuatro observadores.

Además, se debe definir claramente tanto las divisiones como el área de observación para evitar el doble conteo. Es recomendable, si se analizan intersecciones complejas con cuatro accesos “dejar que los observadores cambien de posición de vez en cuando para evitar la carga de trabajo unilateral de la persona” (Kraay et al., 2013). Asimismo, se aconseja que un observador, en promedio, no observe más de 4 horas, ya que es una tarea bastante intensa.

El tamaño del área de observación y la ubicación del observador va a depender del problema de estudio, por ejemplo, si se está analizando solo la interacción de ciertos tipos de usuario o de una maniobra de giro específico en una intersección. Sin embargo, es importante que el observador se ubique en una posición en la que tenga una vista clara para ver fácilmente el tráfico dentro del área de estudio, pero tomando en cuenta que debe posicionarse fuera de ella.

Asimismo, el observador debe considerar que la ubicación que elija sea lo más discreta posible, es decir, que no interfiera con el comportamiento de los usuarios de la carretera pero que le permita distinguir aspectos relevantes del proceso de tráfico.

#### **2.4.6 Análisis de datos**

Según Kraay, Horst y Oppe (2013) la representatividad y la fiabilidad de los datos son importantes en el análisis de los conflictos observados, ya que es posible que se produzcan desviaciones sistemáticas para determinar el número de conflictos y desviaciones aleatorias.

Los errores aleatorios pueden ser causados por perturbaciones no previstas en el diseño del estudio mientras que las sistemáticas podrían ser producto del periodo de medición.

Estos problemas no pueden ser resueltos por medio de pruebas estadísticas, incluso si el periodo de medición es representativo, pues existe la posibilidad de que otros factores influyan en los resultados como, por ejemplo, pasar por alto situaciones o interpretaciones con ambigüedades por parte de los observadores entrenados. Debido a estas fluctuaciones el número de conflictos observados "se puede identificar aplicando la distribución de Poisson para determinar los límites de confiabilidad de un número observado de conflictos" (Kraay et al., 2013).

Por medio de la distribución de Poisson es factible relacionar de manera estadística conflictos con accidentes. Igualmente, es posible aplicar este enfoque para determinar los efectos de las contramedidas en estudios antes y después. Además, se pueden emplear enfoques alternativos de análisis estadísticos para problemas más complejos.

Entre los análisis estadísticos que se pueden realizar según Kraay, Horst y Oppe (2013) se encuentran:

- Análisis de tablas cruzadas: en la cual se utiliza la prueba de chi-cuadrado.
- Análisis de pequeñas cantidades de observaciones: existe la posibilidad de emplear la prueba exacta de Fisher, el método Monte-Carlo ( $X^2$ ), el método Bootstrap o tablas cruzadas de orden superior, para este último caso se puede hacer uso de técnicas de análisis log-lineal mediante paquetes estadísticos.
- Comparación entre accidentes y conflictos: comparar tablas usando un enfoque como el de Goodman (1973) basado en técnicas de análisis log-lineal.

## **2.5 Metodología estadounidense (1989)**

### ***2.5.1 Conceptos básicos***

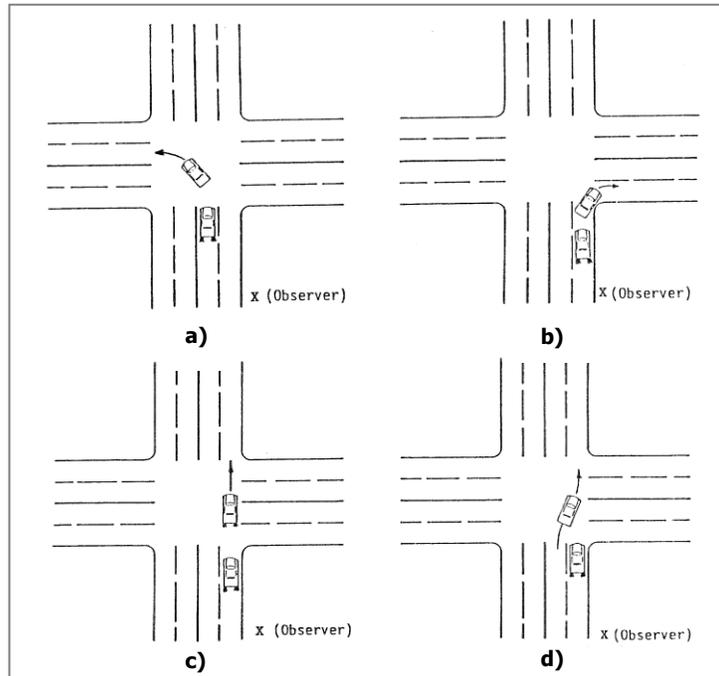
El Departamento de Transporte de los Estados Unidos en 1989 publicó un manual para observadores y una guía para ingenieros con el fin de realizar encuestas de conflictos de tránsito y así registrar conflictos de tránsito y otros eventos asociados con la seguridad y las operaciones al desarrollar una técnica de análisis de conflictos de tráfico que permite "medir el potencial de accidentes de las intersecciones de carreteras sin tener que esperar a que ocurran los accidentes" (Parker & Zeeger, 1989).

Parker y Zeeger (1989) destacan que la definición general de conflicto no abarca acciones comunes que realizan los conductores como detenerse en una señal de alto o cuando el semáforo está en rojo. Por lo cual, aclaran que "los conflictos son interacciones de vehículos que pueden conducir a accidentes". Además, el principal requisito para que ocurra un accidente es que los usuarios de la carretera deben estar en curso de colisión.

### ***2.5.2 Tipos de conflictos en intersecciones***

En la técnica estadounidense los conflictos se clasifican por tipo de maniobra, en donde los principales tipos que ocurren en una intersección son:

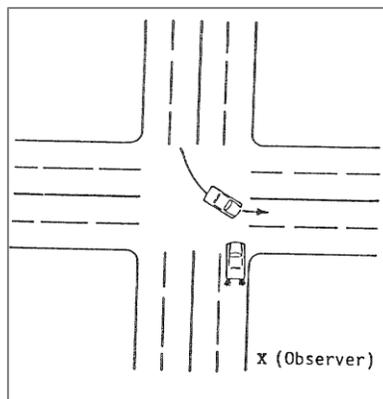
- **Conflicto en la misma dirección:** ocurre cuando el primer vehículo disminuye la velocidad y/o cambia de dirección, lo que pone al siguiente vehículo en peligro de colisión trasera, por lo que este se ve obligado a frenar o girar para evitar la colisión. A continuación, se describen los cuatro tipos básicos de conflictos que pueden ocurrir en una misma dirección.
  - ✓ Conflicto en la misma dirección, giro a la izquierda: ocurre cuando el primer vehículo reduce la velocidad para girar a la izquierda, ocasionando que el segundo vehículo esté en peligro de colisión trasera. (Ver Figura 9 caso a)
  - ✓ Conflicto en la misma dirección, giro a la derecha: ocurre cuando el primer vehículo reduce la velocidad para girar a la derecha, ocasionando que el segundo vehículo esté en peligro de colisión trasera. (Ver Figura 9 caso b)
  - ✓ Conflicto en la misma dirección, vehículo lento: ocurre cuando el primer vehículo disminuye la velocidad al acercarse o pasar a través de una intersección, provocando que un segundo vehículo que continua su trayectoria corra el riesgo de una colisión trasera. (Ver Figura 9 caso c)
  - ✓ Conflicto de cambio de carril: ocurre cuando el primer vehículo cambia de un carril a otro, provocando que un segundo vehículo (que continua en el carril) corra el riesgo de sufrir una colisión trasera o lateral. (Ver Figura 9 caso d)



**Figura 9.** Conflictos en una misma dirección: (a) Giro a la izquierda; (b) Giro a la derecha; (c) Vehículo lento; (d) Cambio de carril

Fuente: Parker & Zeeger, 1989

- **Conflicto opuesto a giro a la izquierda:** ocurre cuando un vehículo que se aproxima gira a la izquierda, ocasionando que un segundo vehículo (en otra dirección y con derecho de paso) se encuentre en peligro de colisión frontal o lateral. (Ver Figura 10)



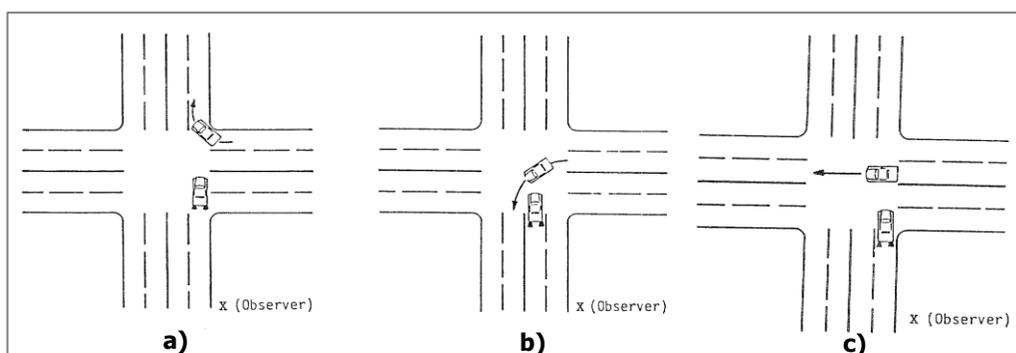
**Figura 10.** Conflicto opuesto a giro a la izquierda

Fuente: Parker & Zeeger, 1989

- **Conflicto de tráfico cruzado:** ocurre cuando un vehículo en la calle transversal gira o cruza en el camino de un segundo vehículo (con derecho de paso) en la calle principal. Colocándolo en peligro de un golpe trasero o colisión lateral, por lo que el segundo

vehículo frena o se desvía para evitar la colisión, luego continúa por el área de intersección.

- ✓ Conflicto de giro a la derecha con tráfico cruzado desde la derecha: ocurre cuando un vehículo, en la calle transversal a la derecha, gira a la derecha colocando así un segundo vehículo en la calle principal en peligro de una colisión lateral o trasera (ver Figura 11, caso a).
- ✓ Conflicto de giro a la izquierda con tráfico cruzado desde la derecha: ocurre cuando un vehículo, en la calle transversal a la derecha, gira a la izquierda, colocando así un segundo vehículo en la calle principal en peligro de colisión lateral (ver Figura 11, caso b).
- ✓ Conflicto de movimiento directo con tráfico cruzado desde la derecha: ocurre cuando un vehículo en la calle transversal derecha cruza frente a un segundo vehículo en la calle principal y lo pone en peligro de una colisión lateral (ver Figura 11, caso c).



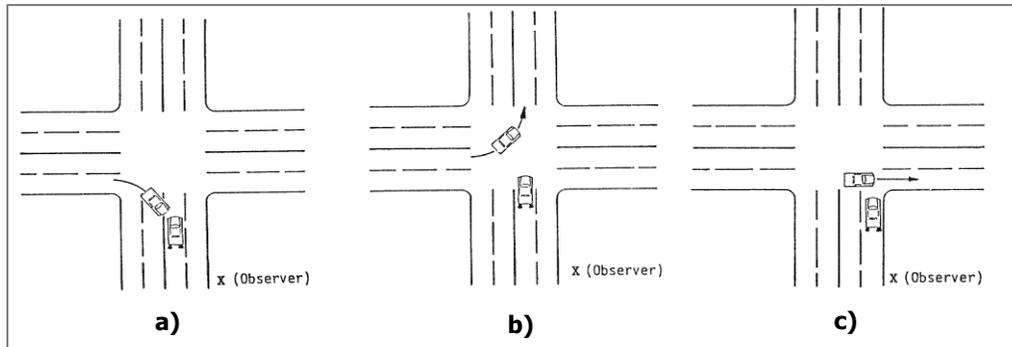
**Figura 11.** Conflicto de tráfico cruzado desde la derecha: (a) Con giro a la derecha; (b) Con giro a la izquierda; (c) Con movimiento directo

Fuente: Parker & Zeeger, 1989

- ✓ Conflicto de giro a la derecha con tráfico cruzado desde la izquierda: ocurre cuando un vehículo, en la calle transversal izquierda, gira a la derecha cruzando el centro de la calle principal, lo que causa que invada el carril opuesto de un segundo vehículo colocándolo así en peligro de colisión frontal (ver Figura 12, caso a).
- ✓ Conflicto de giro a la izquierda con tráfico cruzado desde la izquierda: ocurre cuando un vehículo en la calle transversal izquierda gira a la izquierda, colocando

a un segundo vehículo en la calle principal en peligro de colisión lateral o trasera (ver Figura 12, caso b).

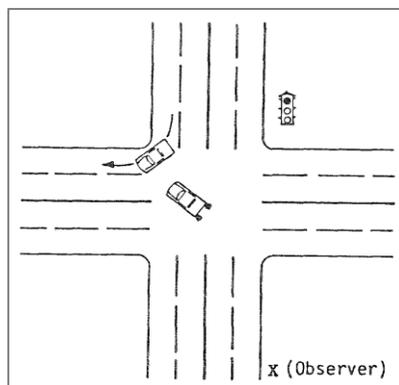
- ✓ Conflicto de movimiento directo con tráfico cruzado desde la izquierda: ocurre cuando un vehículo en la calle transversal izquierda cruza frente a un segundo vehículo en la calle principal y lo pone en peligro de una colisión lateral (ver Figura 12, caso c).



**Figura 12.** Conflicto de tráfico cruzado desde la izquierda: (a) Con giro a la derecha; (b) Con giro a la izquierda; (c) Con movimiento directo

Fuente: Parker & Zeeger, 1989

- **Conflicto giro a la derecha en rojo:** se producen cuando un vehículo gira y cruza hacia el carril de un segundo vehículo que tiene el derecho de paso, por lo que este último debe frenar o desviarse para evitar una colisión (lateral o trasera) y luego pasar por el área de intersección.
  - ✓ Conflicto opuesto de giro a la derecha en rojo: Ocurre cuando un vehículo que se aproxima gira a la derecha en rojo durante la fase protegida de giro a la izquierda, provocando que un segundo vehículo que gira a la izquierda (con derecho de paso) corra peligro de una colisión lateral o trasera (ver Figura 13). Este tipo de conflicto solo puede ocurrir en una intersección señalizada con fase protegida de giro a la izquierda.
  - ✓ Conflicto de giro a la derecha en rojo desde la derecha: es una categoría especial del conflicto de giro a la derecha con tráfico cruzado desde la derecha, solo que este caso solo puede ocurrir en intersecciones semaforizadas. Se da cuando un vehículo, desde la calle transversal derecha gira a la derecha en rojo y coloca a otro vehículo de la calle principal en peligro de colisión lateral o trasera.



**Figura 13.** Conflicto opuesto de giro a la derecha en rojo

Fuente: Parker & Zeeger, 1989

- **Conflictos peatonales:** ocurren cuando un peatón cruza frente a un vehículo con derecho de paso, creando una posible situación de colisión.
- **Conflictos con ciclistas:** ocurren cuando un ciclista cruza frente a un vehículo con derecho de paso, creando una posible situación de colisión.
- **Conflictos secundarios:** en todas las situaciones de conflicto anteriores, cuando el segundo vehículo realiza una maniobra evasiva, puede colocar a otro usuario de la carretera (un tercer vehículo) en peligro de colisión. En este tipo de casos únicamente se debe contar un conflicto secundario para cualquier conflicto inicial.

Es importante destacar que no es posible describir todos los posibles eventos de tráfico y clasificarlos en una de las categorías de conflicto, por lo que el observador tendrá que juzgar la mayoría de las situaciones utilizando la experiencia.

### ***2.5.3 Entrenamiento de los observadores***

El proceso de entrenamiento de los observadores no se encuentra detallado en el manual publicado por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos en 1989, sin embargo, Migletz y Glauz (1984) mencionan que es necesario un programa de 1 a 2 semanas para capacitar adecuadamente a los observadores, aunque si se utilizan técnicos de tráfico con experiencia el programa puede acortarse. En este proceso de capacitación los observadores aprenden las definiciones de conflicto y los procedimientos para observar y registrar tanto los conflictos como volúmenes vehiculares. La capacitación se realiza en dos etapas, la primera por medio de un video que representa los conflictos de tráfico en un entorno realista. Y la

segunda consiste en la práctica de observación y registro de conflictos y volúmenes en intersecciones señalizadas y no señalizadas.

Autores como Katamine y Hamarneh (1998) han aplicado esta técnica empleando como parte del programa de capacitación videos que muestren los movimientos reales del tráfico. En este caso, la capacitación tuvo una duración de una semana completa, seguida de tres días de capacitación en campo, donde finalmente los observadores realizan pruebas para asegurar de que comprenden los conceptos de cómo observar y registrar conflictos (primarios y secundarios) con precisión.

Otros observadores, como en el caso del estudio realizado por Crowe (1990), solo fueron llevados al campo para presenciar conflictos de tráfico y así clasificar y distinguir entre los tipos de conflictos.

#### ***2.5.4 Proceso de observación en campo***

##### ***2.5.4.1 Preparación***

Antes de comenzar la encuesta de conflicto de tráfico se debe asegurar que los observadores cuenten con los materiales e implementos necesarios para realizar la tarea, los cuales incluyen: el planeamiento de observación, mapa con las áreas de estudio, número de teléfono del supervisor, identificación personal, tablero de conteo mecánico, lápices, cronómetro, cámara, agua, formularios de recopilación de datos, chaleco de seguridad, copia del manual del observador para fines de referencias, entre otros.

Además, para poner en práctica esta técnica se necesita un conjunto completo de formularios de recopilación de datos los cuales incluyen: inventario físico, informe de observación en el sitio, conteos de volumen de tráfico y conflictos de intersección.

Por otra parte, los observadores deben comenzar a tiempo el registro de conflictos por lo que es importante que lleguen al sitio de estudio al menos 30 min antes para familiarizarse con la intersección. También, se recomienda observar el tráfico durante mínimo 5 min para acostumbrarse con los movimientos y las características de control del tráfico.

#### *2.5.4.2 Ubicación de los observadores*

Lo primordial es que el observador seleccione una ubicación que le permita una vista clara de la intersección en estudio y de los movimientos del tráfico. Sin embargo, la ubicación depende de varios factores como la velocidad de circulación y de la geometría del sitio; y es indispensable que el observador no influya en el tránsito. Por esta razón, Parker & Zeeger (1989) brindan una serie de aspectos a considerar:

- En zonas con altas velocidades, se debe elegir una ubicación más alejada (90 m o más) de la intersección para observar todas las acciones y maniobras relevantes en la intersección.
- En áreas urbanas, con velocidad de operación típicas de 40 km/h, se recomienda una distancia más corta entre 30 m o más.
- En las zonas rurales puede ser necesario ubicarse cerca de las entradas o al lado de los árboles para integrarse a los alrededores.
- Las observaciones se pueden registrar desde un vehículo siempre y cuando este no interfiera con el comportamiento del tráfico. En este caso, el vehículo debe estacionarse fuera de la carretera a menos que se permita el estacionamiento en la calle.
- Si no hay un lugar adecuado de estacionamiento, el observador tendrá que realizar las observaciones fuera del vehículo. Puede usar una silla plegable por razones de comodidad y fatiga.
- En conteos de volumen de tráfico las posiciones no son tan críticas. Sin embargo, si dos observadores registran conflictos y volúmenes al mismo tiempo, ambos deben permanecer lo más discretos posibles.

#### *2.5.4.3 Duración del periodo de observación*

Independientemente de la duración del periodo de observación que defina el ingeniero a cargo del estudio, según Parker y Zeeger (1989) se considera conveniente que el proceso de observación se lleve a cabo en bloques de 1 hora. En general, el cronograma de las observaciones depende del enfoque del estudio y de la cantidad de observadores disponibles, pero se recomienda que después de 2 -3 h de realizar la encuesta se programe un descanso.

Migletz y Glauz (1984) establecen que un estudio de conflicto se lleva a cabo en periodos de observación de 25 min desde las 7:00 hasta las 18:00 horas, ya que este periodo permite obtener muestras representativas de conflictos a lo largo de todo el día.

Crowe (1990) realizó recuentos diarios en un periodo de 7:00 a.m. a 6:00 p.m. durante cinco días de la semana (lunes a viernes), en este estudio dos observadores recolectaron un día completo de datos en cada intersección en intervalos de 30 min.

#### *2.5.4.4 Formulario de registro de conflictos*

El formulario de uso general recomendado para registrar los conflictos de tráfico se muestra en el Anexo 5. Este está conformado por un encabezado de información general el cual debe completarse antes de comenzar el registro. Abarca información básica como la ubicación, número de accesos que tiene la intersección, día, fecha, nombre del observador que realiza las observaciones y la duración del periodo de registro.

En la esquina superior derecha hay un diagrama que indica el sistema de numeración del tramo de aproximación, es decir, el tráfico que se aproxima desde el norte está en el tramo 1. Para cada tramo de enfoque se debe emplear un formulario de conflicto de tráfico.

La primera columna del formulario registra la hora de inicio de cada recuento (con el periodo establecido por el ingeniero). En caso de que sea necesario, existe una columna para registrar el volumen de aproximación unidireccional, que corresponde al "número total de vehículos que pasan al observador y se acercan a la intersección durante el período de observación" (Parker & Zeeger, 1989).

Los resultados obtenidos del tablero de conteo deben copiarse en las columnas correspondientes del formulario. Existen columnas separadas para los tipos de conflictos comunes, pero si se solicita registrar algún tipo especial de conflicto o se presenta con una frecuencia alta se proporcionan columnas adicionales.

#### *2.5.4.5 Inventario físico y diagrama de intersección*

Los recuentos de conflictos deben ser relacionados con las condiciones existentes, por lo que un inventario físico es necesario para describir el sitio en estudio. Este puede incluir señalización vertical y horizontal de la vía, así como el tipo de intersección y los límites de velocidad. También, de encontrarse disponible, se puede recurrir al uso de los planos constructivos para obtener información básica y completarla en el momento de registrar los conflictos.

Ahora bien, de no estar disponibles los planos constructivos se debe hacer un diagrama de la intersección en estudio que, según el manual, incluya la geometría, la señalización (vertical y horizontal), entradas, casas, negocios, postes, árboles, arbustos y cualquier otra característica

física relevante. Además, debe indicar el norte con una flecha, nombre de calles y números de ruta.

#### *2.5.4.6 Informe de observación en sitio*

El observador debe percatarse de cualquier deficiencia de seguridad u operacional que presente la intersección en estudio. En el Anexo 6 se muestra un ejemplo de informe de observación in situ, el cual se divide en dos secciones principales: operacional y física; cada una compuesta por preguntas que el observador tiene que contestar con base en su criterio.

#### *2.5.4.7 Volúmenes de tráfico*

De manera simultánea al conteo de conflictos se debe de realizar un recuento de volumen de tráfico, en el Anexo 7 se muestra un ejemplo de formulario empleado por la técnica estadounidense. Para llevar a cabo este conteo es posible recurrir a un observador adicional o la misma persona puede realizar el conteo antes o después de las observaciones de conflicto de tráfico.

En general, el formulario se compone por un encabezado con información básica: ubicación, día, fecha, nombre del observador, etc., y una tabla para numerar los accesos de la intersección y registrar los movimientos (giro a la izquierda, movimiento directo o giro a la derecha) en un periodo de tiempo previamente establecido.

## **2.6 Metodología canadiense (1986)**

Para analizar conflictos de tráfico, esta técnica proporciona un medio para la observación y evaluación de maniobras de manejo inseguras en una intersección, la cual implica observar, registrar y evaluar la frecuencia y la gravedad de los conflictos, con el fin de investigar los factores que contribuyen a las condiciones inseguras e identificar posibles medidas de mitigación.

Entre el procedimiento se incluye una revisión geométrica de la intersección, la capacidad, historial de accidentes y las características del conflicto basadas en encuestas realizadas de acuerdo con el Manual de Procedimientos de Conflicto de Tráfico de la Universidad de Columbia Británica, publicado en 1986.

Esta técnica incluye una dimensión de proximidad en escala de gravedad denominada como tiempo de colisión, el cual corresponde al tiempo necesario para que dos vehículos colisionen si continúan a la misma velocidad y en el mismo camino. Es decir, cuando los vehículos se

encuentran en un curso de colisión el valor de esta variable es finito y disminuye con el tiempo. Por lo que, el valor mínimo alcanzado mientras que los vehículos se aproximan en el curso de colisión es la medida crítica para estimar la gravedad del conflicto.

Ahora bien, la gravedad final de los conflictos de tráfico está determinada por la suma de dos puntajes: el tiempo de colisión y el riesgo de colisión. En este caso el riesgo de colisión es “una medida subjetiva de la gravedad del conflicto observado y depende de: el control percibido que el conductor tenga sobre la situación del conflicto, la gravedad de la maniobra evasiva y la presencia de otros usuarios de la carretera o factores restrictivos que limitan las opciones de respuesta del conductor” (Sayed y Zein, 1999).

El puntaje de gravedad general puede oscilar entre 2 y 6, donde los valores más altos corresponden a las situaciones de alto riesgo; el punto medio de la escala registra el evento crítico, y corresponde a un tiempo de colisión mínimo de 1,5 s o menos con un riesgo de colisión moderado, como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Valores de tiempo de colisión y riesgo de colisión para metodología canadiense

Valores de tiempo de colisión y riesgo de colisión	Tiempo de colisión (s)	Riesgo de colisión
1	1,6 – 2,0	Bajo
2	1,0 – 1,5	Moderado
3	0,0 – 0,9	Alto

Fuente: Sayed y Zein, 1999

La observación de conflictos de tráfico se recomienda realizarla durante dos días, con ocho horas de observación por día, es decir, un total de 16 horas de estudio en cada intersección. Según esta técnica se recomienda que durante este proceso los observadores se encuentran estacionados en lugares estratégicos que les permita observar la intersección y que los periodos de observación se distribuyan de la siguiente manera:

- Mañana: 07:00 – 10:00 horas
- Mediodía: 11:00 – 13:00 horas
- Tarde: 15:00 – 18:00 horas

Según Sayed y Zein (1999), las características de los conflictos son típicamente diferentes para intersecciones señalizadas y no señalizadas. Además, de que las causas varían significativamente de acuerdo al tipo de área (urbanas, suburbana y rural). Por ejemplo, en

lugares urbanos la congestión es una causa típica de conflictos, mientras que en las zonas suburbanas las causas son la velocidad y la discrepancia de intersección. Por esto se desarrollaron distribuciones acumulativas para distintas medidas de conflictos, las cuales incluyen:

- 1. Conflicto promedio por hora (AHC)<sup>6</sup>:** número total de conflictos observados en una intersección dividido entre el número total de horas de observación.
- 2. Conflicto 4+ promedio por hora (AHC 4+)<sup>7</sup>:** número total de conflictos graves observados, es decir conflictos con un puntaje de severidad total de 4 o mayor, dividido por el número de horas de observación.
- 3. AHC/PEV<sup>8</sup>:** tasa promedio de conflictos por hora por la raíz cuadrada del producto del volumen de entrada por hora en miles
- 4. AHC4+/PEV:** tasa promedio de conflictos severos por hora por la raíz cuadrada del producto del volumen de entrada por hora en miles.

Para el análisis de los datos es posible combinar todos los tipos de conflicto o también se puede desarrollar distribuciones acumulativas separadas, cuando sea posible, para las diferentes áreas. Sayed y Zein (1999), basándose en estudios previos, señalan que los percentiles 90 y 95 se consideran valores anormalmente altos, por lo que, es factible usarlos como pautas al evaluar el riesgo de conflicto en las intersecciones.

Además, existe un índice de conflicto de intersección ICI<sup>9</sup>, el cual tiene la intención de resumir el riesgo de conflicto en una intersección; este oscila entre A y F según sea la frecuencia y la gravedad. Las regiones del ICI se determinan utilizando el percentil 15 y el 85 de las relaciones AHC/PEV y AHC4+/PEV, ver Figura 14. El riesgo de conflicto promedio relativo asociado a cada ICI se muestra en el Cuadro 3.

---

<sup>6</sup> AHC del inglés average hourly conflict.

<sup>7</sup> AHC 4+ del inglés average hourly 4+ conflict.

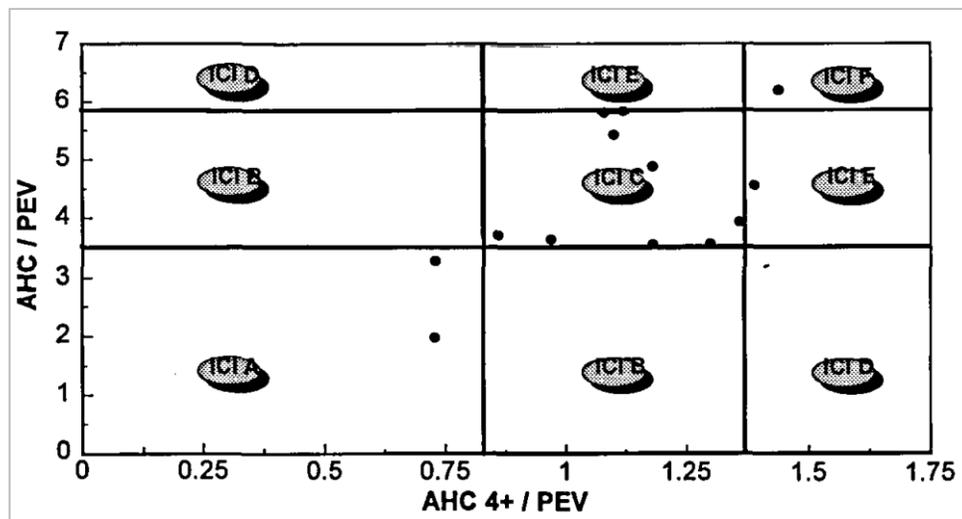
<sup>8</sup> PEV: raíz cuadrada del producto de los volúmenes entrantes de las carreteras principales y secundarias (en miles) por hora.

<sup>9</sup> ICI del inglés Intersection Conflict Index

**Cuadro 3.** Riesgo asociado con índice de conflicto de la intersección

Índice de conflicto de la intersección (ICI)	Riesgo del conflicto
A	Despreciable
B	Bajo
C	Moderado
D	Moderado a alto
E	Alto
F	Extremo

Fuente: Sayed &amp; Zein, 1999

**Figura 14.** Ejemplo de índice de conflicto de intersección (ICI) para intersecciones señalizadas urbanas

Fuente: Sayed &amp; Zein, 1999

Ahora bien, los modelos de predicción de conflictos se pueden usar en el pronóstico de seguridad mediante estimaciones del número esperado de conflictos. Con base en estudios realizados por Sayed y Zein (1999) y en los resultados de otros investigadores, existe una relación entre los conflictos de tráfico y volúmenes; por lo que, establecen que los modelos del Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Modelos para conflictos de tráfico y volúmenes

Modelo	Categoría	R <sup>2</sup>
1. AHC = -1,04 + 3,61 PEV	Señalizada	0,68*
2. AHC4+ = -0,40 + 1,08 PEV		0,68*
3. AHC = -0,50 + 6,15 PEV	No señalizada	0,69*
4. AHC4+ = -0,21 + 1,75 PEV		0,65*
5. AHC = 5,58 + 2,48 PEV - 2,82 AT	Señalizada	0,79*
6. AHC4+ = 0,84 + 0,87 PEV - 0,54 AT		0,73*

AT = tipo de área (1 para urbana y 2 para suburbana).

\*Significancia en  $\alpha=0,001$ .

Fuente: Sayed & Zein, 1999

Debido a que la categoría de los modelos 1 y 2 incluyen intersecciones urbanas y suburbanas, Sayed y Zein (1999) incluyeron en los modelos 5 y 6 la variable AT, la cual representa el tipo de área en los primeros dos modelos y con lo que lograron mejorar el coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>).

Por otra parte, la varianza de la diferencia entre el AHC previsto y el real puede calcularse como:

$$\text{var}[AHC_{predicho} - AHC_{actual}] = A + B \cdot PEV^2 - C \cdot PEV + D \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde A, B, C, D son constantes asociadas con cada modelo y se muestran en la Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Constantes para calcular la varianza de los conflictos pronosticados

Modelo	Categoría	Constante A	Constante B	Constante C	Constante D
<b>1</b>	Señalizado (AHC)	2.85	0.14	0.38	0.0
<b>2</b>	Señalizado (AHC 4+)	0.23	0.01	0.04	0.0
<b>3</b>	Sin señalar (AHC)	0.91	0.49	0.39	0.0
<b>4</b>	Sin señalar (AHC 4+)	0.10	0.05	0.04	0.0
<b>5</b>	Señalizado (AHC con tipo de área)	2.00	0.15	0.41	0.21* 0.02**
<b>6</b>	Señalizado (AHC 4+ con tipo de área)	0.21	0.02	0.04	0.02* 0.002**

\*Tipo de área 1: urbana, \*\* tipo de área 2: suburbana.

Fuente: Sayed & Zein, 1999

## 2.7 Metodología británica

### 2.7.1 Conceptos

La técnica se basa en la observación y el registro de ocurrencias de maniobras evasivas como frenar o desviarse (cambiar de carril) para evitar una colisión. En este método la gravedad de las maniobras evasivas varía considerablemente dependiendo del tiempo disponible antes de una posible colisión, por lo tanto, se establecen cinco grados de severidad los cuales se muestran en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Clasificación de severidad del conflicto

Gravedad del conflicto	Grado	Descripción
Leve	1	Frenado controlado o cambio de carril para evitar colisiones, pero con tiempo suficiente para maniobrar.
Serio	2	Desaceleración rápida, cambio de carril o detención para evitar una colisión que resulte en una situación cercana a la falla (no hay tiempo para maniobras controladas constantes).
	3	Frenado o cambio de carril para evitar colisiones con menos tiempo para maniobrar que para un conflicto leve o que requiera una acción compleja o más severa.
	4	Frenado de emergencia o desviación violenta para evitar la colisión que resulta en una situación de pérdida muy cercana o una colisión menor.
	5	Acción de emergencia seguida de colisión.

Fuente: Baguley, 1984

En este caso, un estudio de conflictos se lleva a cabo mediante dos o más observadores entrenados que se encargan de monitorear la intersección y registrar los detalles relevantes de cada conflicto que ocurre. Según Baguley (1984), los observadores utilizan cuatro factores para evaluar el grado de un conflicto, donde cada factor tiene niveles para facilitar el registro a la hora de realizar las observaciones. La anterior clasificación se puede observar en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.** Clasificación por nivel de los cuatro factores para evaluar un conflicto

Factor	Nivel
1. El tiempo antes de la posible colisión, cuando se inicia la acción evasiva	i. Mucho tiempo ii. Tiempo moderado iii. Poco tiempo
2. La gravedad o rapidez de la acción evasiva	i. Frenado y/o desviación ligera ii. Frenado y/o desviación media iii. Frenado y/o desviación fuerte iv. Frenado y/o desviación de emergencia
3. El tipo de acción evasiva, incluyendo si involucra más de una	i. Simple – Ya sea solo frenado o desviación ii. Complejo – Tanto frenado como desviación
4. La proximidad, es decir, la distancia entre los vehículos en conflicto cuando termina la acción evasiva	i. Más de 2 longitudes de automóvil ii. Entre 1 y 2 automóviles de longitud iii. La longitud de un automóvil o menos

Fuente: Baguley, 1984

Ahora bien, el grado del conflicto se determina a través de la evaluación de los niveles de los factores involucrados, tal y como se presenta en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.** Calificación de conflictos mediante clasificación de factores

	Tiempo	Mucho		Moderado			Poco				
		Gravedad	Ligera	Media	Ligera	Media	Grave	Media	Grave	Emergencia	
	Tipo	Simple/ Compleja	Simple/ Compleja	Simple	Compleja	Simple/ Compleja	Simple/ Compleja	Simple	Compleja	Simple/ Compleja	Simple/ Compleja
Proximidad	> de 2 longitudes de automóvil	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3
	Entre 1 y 2 automóviles de longitud	1	2	1	2	2	3	2	3	3	3
	La longitud de un automóvil o menos	2	3	2	3	3	3	3	3	4	4
	Colisión menor	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4
	Colisión mayor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Baguley, 1984

### 2.7.2 Registro de datos

Los cuatro factores mencionados se deben registrar en un formulario, mostrado en el Anexo 8, cuando surge una situación conflictiva. Además, los observadores deben registrar detalles como la hora en que ocurrió el conflicto, los tipos de vehículos involucrados, así como las maniobras que llevaron a cabo y comentarios de características inusuales del conflicto.

Un aspecto que facilita que los observadores anoten rápidamente las maniobras que realizan los vehículos, es emplear diagramas de la intersección con los movimientos previamente identificados, un ejemplo de esto se muestra en la parte superior del formulario.

### ***2.7.3 Capacitación de los observadores***

Todos los datos deben ser recopilados por observadores capacitados, por lo que existe un paquete de entrenamiento, el cual incluye un manual y un video que contiene ejemplos de conflictos tomados de situaciones de la vida real.

El manual incluye un folleto introductorio de capacitación en donde se les explica a los aprendices el concepto de conflicto y los distintos tipos de conflictos que pueden esperarse. El resto del manual se usa simultáneamente con el video, en el cual se les muestra cada uno de los cuatro factores con ejemplos y ejercicios. La última parte del entrenamiento consiste en llevar a los estudiantes, a uno o dos sitios con una alta tasa de ocurrencia de conflictos, para que lleven a cabo una práctica adicional de registro de conflictos bajo la supervisión de observadores experimentados. Finalmente, en ocasiones es necesario realizar verificaciones de confiabilidad en los observadores.

Los observadores entrenados pueden analizar eficientemente áreas de observación que tengan entradas totales para todas las maniobras de hasta aproximadamente 1000 veh/h (Baguley, 1984). En caso de que se requiera más de un observador, se deben especificar las maniobras que cada observador debe registrar para evitar el doble conteo.

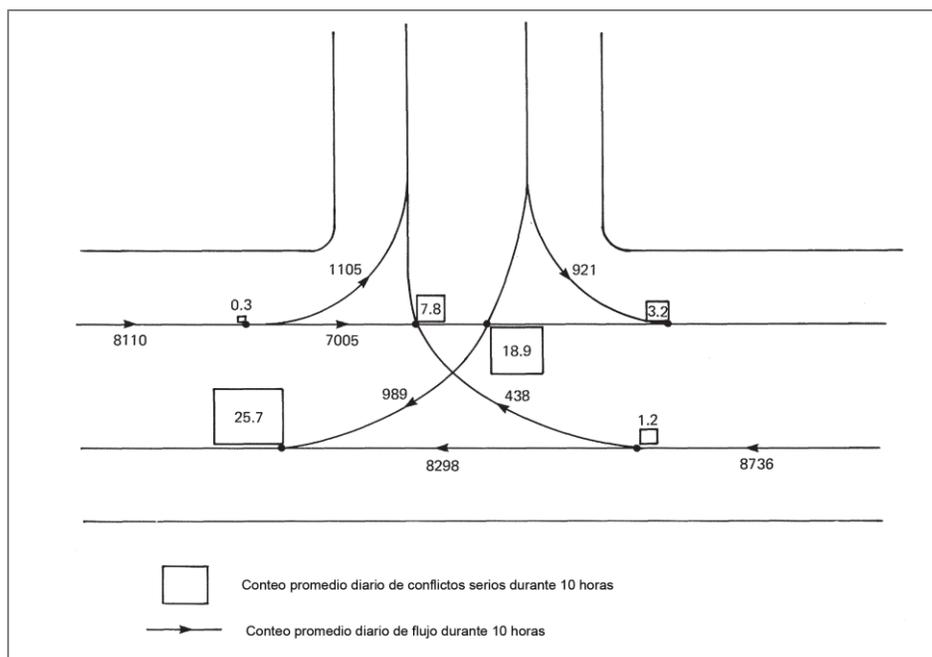
### ***2.7.4 Periodos de observación***

Para registrar los conflictos Baguley (1984) menciona que un periodo de observación abarca 10 horas por día, de las 08:00 a las 18:00 horas, ya que se incluye la mayor parte de las horas pico de la mañana y de la tarde, así como el periodo de almuerzo y condiciones de flujo relativamente bajo. Además, para cumplir con el objetivo de obtener resultados confiables de conflictos, en la mayoría de los casos el período normal de observación utilizado es de tres días, aunque la variación diaria dependerá del sitio en estudio (Baguley, 1984).

Por otra parte, se establece que mientras que los observadores tengan comodidad a la hora de realizar las observaciones, estos pueden mantener la concentración durante un periodo de 5 horas en el sitio por día. Para una mayor comodidad se recomienda realizar las observaciones en un vehículo estacionado fuera de la calzada.

### 2.7.5 Análisis de datos

Según esta metodología, una de las formas más útiles para presentar los resultados de un estudio de conflictos es "clasificando el número de conflictos graves observados por las maniobras y los flujos de vehículos involucrados en forma esquemática" (Baguley, 1984). Un ejemplo de esquema se muestra en la Figura 15.



**Figura 15.** Ejemplo de representación esquemática de recuentos de conflictos y flujos de maniobras de vehículos

Nota: Imagen traducida de Baguley, 1984

De esta manera se puede estudiar en detalle las áreas problemáticas y determinar patrones de participación. Según Baguley (1984), con frecuencia se encuentra que solo un tipo de maniobra es responsable de generar la mayoría de los conflictos graves en un sitio. Además, los conflictos proporcionan un medio para evaluar la efectividad de una contramedida, en estos casos idealmente se debe realizar estudios antes y después de que se realice cualquier modificación a la intersección, con el fin de evaluar si las contramedidas aplicadas generan algún tipo de efecto secundario no deseado.

## **2.8 Metodología finlandesa (1970)**

### ***2.8.1 Conceptos básicos***

El Centro de Investigación Técnica de Finlandia utiliza básicamente la técnica desarrollada por Christer Hyden en Suecia; sin embargo, con base en estudios se realizaron ciertas modificaciones para mejorar la calidad de los datos. En este caso, Kulmala (1984) aclara ciertos aspectos:

- Se define como conflicto las "situaciones en las que el frenado o maniobrado comienza 1,5 segundos, o menos, antes de una posible colisión".
- Un conflicto grave se presenta cuando el frenado o la maniobra de desvío no es controlada.
- Estas definiciones se usan en áreas urbanas donde el límite de velocidad es de 50 km/h.
- El valor del tiempo de colisión es igual a 3,0 s cuando el límite de velocidad es de 100 km/h.

El tiempo de colisión tiene un valor de 1,0 s cuando se estudia un conflicto entre un ciclista y un peatón o entre dos ciclistas.

Además, en esta metodología se registra todas las infracciones de tránsito observadas y los posibles conflictos, las cuales son "situaciones en las que los participantes ajustan sus velocidades lo suficientemente bien antes de la posible colisión" (Kulmala, 1984).

### ***2.8.2 Recolección de datos y formularios***

Como se muestra en el formulario del Anexo 9, cada conflicto se registra por medio de un dibujo y la descripción de información importante de la situación. Además, el observador debe señalar la severidad, y la hora del suceso para su verificación posterior mediante el análisis de videos.

La hoja de registro (mostrada en el Anexo 10) tiene un cuadro con cada posible situación de conflicto, por lo que el observador debe marcar la casilla dependiendo del acceso de la intersección y el tipo de situación presenciada.

Finalmente, los flujos de tránsito generalmente se obtienen mediante la observación de videos, por lo cual, el formulario del Anexo 11 no se llena en el campo, sino que se completa posteriormente. Estos datos "se recopilan en muestras de 5 minutos, que suman del 25 al 50%

del período de observación” (Kulmala, 1984). Además, un aspecto relevante es que los flujos de peatones, ciclistas, vehículos de dos ruedas y vehículos de motor se cuentan por separado.

### **2.8.3 Proceso de entrenamiento de los observadores**

El programa de entrenamiento de esta técnica tiene una duración de una semana y según detalla Kulmala (1984) la capacitación se distribuye de la siguiente manera:

- **Día 1:** Se realiza la descripción de la técnica de conflicto y sus usos en la investigación de seguridad vial. Además, se analiza una recopilación de conflictos en video y situaciones de tráfico reales de algún estudio previo. Asimismo, se les explica a los observadores cómo usar los formularios de recolección de datos.
- **Día 2:** Se analizan cintas de video junto con el instructor, la primera de ellas tiene una duración de una hora.
- **Día 3:** Los observadores realizan un entrenamiento de observación en una intersección junto con el instructor. Posteriormente, en el laboratorio se analiza el video de las observaciones realizadas en la mañana.
- **Día 4 y 5:** Observaciones en una intersección y luego su análisis por medio de los videos.

Es importante destacar que todos los observadores tienen licencia de conducir y la mayoría son estudiantes de técnicas de tránsito. Además, la confiabilidad de los observadores se prueba durante el análisis de sus observaciones.

### **2.8.4 Periodos de observación**

Los periodos de observación diaria en la técnica finlandesa son comúnmente de 7:30 a 9:00, de 11:00 a 12:00, de 14:00 a 15:00 y de 16:00 a 17:00. Sin embargo, en ocasiones el primer periodo se elimina según el encargado del estudio.

En total, las observaciones tienen una duración de 6 a 12 horas por cada lugar estudiado; sin embargo: “esta cantidad ha sido demasiado pequeña para sacar conclusiones significativas sobre los problemas de seguridad de las ubicaciones” (Kalmala, 1984). Lo anterior se debe a los pocos recursos económicos con los que cuentan para llevar a cabo los estudios.

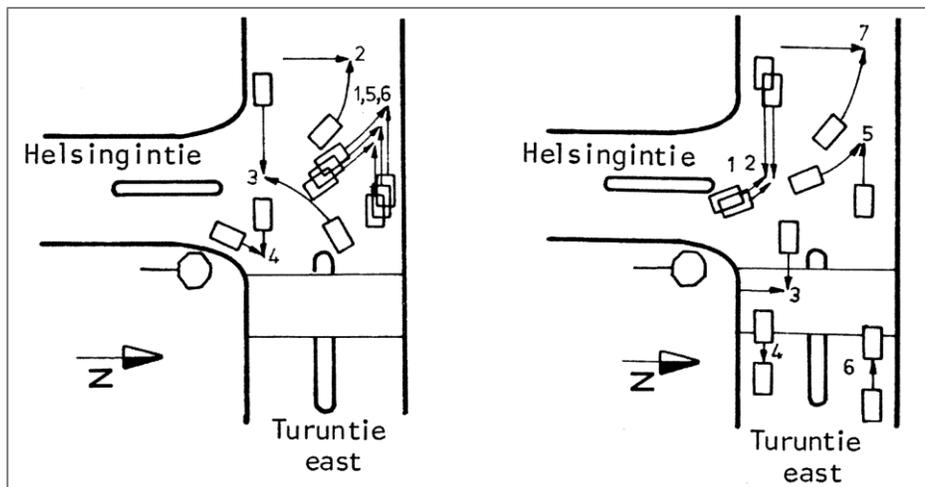
### **2.8.5 Análisis de datos**

En esta técnica los datos de conflictos y de las posibles situaciones de conflictos siempre son comparados con los datos de exposición, es decir, con la “raíz cuadrada del producto de flujos

de tráfico en conflicto o, en algunos casos, el número de usuarios de la carretera en un flujo de tráfico o que pasan por la ubicación del estudio durante el período de observación” (Kalmala, 1984).

Con los datos anteriores es posible calcular el riesgo de conflicto, para lo cual se divide el número de conflictos entre la exposición. De igual manera se puede calcular el riesgo en el caso de las posibles situaciones de conflictos.

En cuanto a la manera de presentar los resultados, la técnica finlandesa establece emplear diagramas para los conflictos como el que se muestra en la Figura 16, y utilizar tablas o histogramas para el caso de los riesgos.



**Figura 16.** Ejemplo de diagrama de conflictos

Fuente: Baguley, 1984

Además, si está disponible el historial de accidentes, se realiza una comparación con las observaciones obtenidas, ya que con esto es posible “predecir los números futuros de accidentes en estudios anteriores sobre la base de los cambios observados en los riesgos de conflicto” (Kalmala, 1984). Asimismo, es posible recomendar medidas de seguridad con base en la frecuencia de los conflictos observados y los riesgos calculados.

## 2.9 Resumen de las metodologías

Con el fin de facilitar la comparación de las metodologías descritas anteriormente se muestra el Cuadro 9 que resume los puntos más relevantes de cada una.

**Cuadro 9.** Cuadro comparativo entre distintas metodologías para el análisis de conflictos viales

Metodología	Estimación				Acción evasiva	Gravedad	Tipo de intersección	Tipos de usuarios	Capacitación
	TA	TTC	PET	ROC					
<b>Suecia (sueca)</b>	En función de la velocidad				Clasificación por tipo: frenado, desviación o aceleración	Se clasifica por medio de dos variables: TA y velocidad del conflicto	No semaforizada y semaforizada	Automóvil, camión, bus, bicicleta, motocicleta y peatones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se divide en entrenamiento teórico y práctico</li> <li>• Una semana (5 días) de duración</li> </ul>
<b>Países Bajos (holandesa)</b>		Valor mínimo calculado	x		Clasificación por tipo e intensidad (controlada, no controlada, sin reacción)	Se define con una escala de 1 a 5. (tomando en cuenta el alcance de las consecuencias si hubiera ocurrido una colisión)	No semaforizada y semaforizada	Automóvil, bicicleta, peatón, camión, bus y motociclista	Duración: 5 días • Teórica: 3 días • Práctica: 2 días
<b>Estados Unidos (estadounidense)</b>	Los conflictos se clasifican por tipo de maniobra						No semaforizada y semaforizada	Los conflictos se clasifican por tipo de maniobra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se divide en dos etapas: teórica y práctica</li> <li>• Duración: 1 a 2 semanas (aunque si se utilizan técnicos de tráfico con experiencia el programa puede acortarse)</li> </ul>
<b>Canadá (canadiense)</b>		Valor mínimo calculado		x	-	Dimensión de proximidad en escala de gravedad usando TTC y ROC	Las intersecciones se clasifican por tipo de control de tráfico (semaforizada o no semaforizada) y por tipo de área (urbana, suburbana y rural).	Sin especificar	Sin especificar
<b>Gran Bretaña (británica)</b>	Mediante evaluaciones subjetivas de conflictos de vehículos, basados en maniobras evasivas realizadas por uno o más conductores para evitar colisiones y se clasifican de acuerdo con la gravedad de estos eventos.				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo (simple o compleja)</li> <li>• Gravedad o rapidez (frenado y/o desviación ligera, media, fuerte o de emergencia)</li> </ul>	Se establecen cinco grados de severidad en función de 4 factores: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El tiempo antes de la posible colisión, cuando se inicia la acción evasiva</li> <li>2. La gravedad o rapidez de la acción evasiva</li> <li>3. El tipo de acción evasiva</li> <li>4. La proximidad</li> </ol>	Sin especificar	Automóvil, bus, vehículos comerciales ligeros, vehículos pesados y motocicleta	Sin especificar
<b>Finlandia (finlandesa)</b>	x				Intensidad (controlada o no controlada)	Un conflicto grave se presenta cuando el frenado o la maniobra de desvío no es controlada.	Sin especificar	Sin especificar	Duración total: 5 días • Teórica: 2 días • Práctica: 3 días  * Observadores con licencia de conducir y la mayoría son estudiantes de técnicas de tránsito.

**Cuadro 9.** Cuadro comparativo entre distintas metodologías para el análisis de conflictos viales (continuación)

Metodología	Observadores		Periodo de observación	Distribución de periodo de observación	Recolección de datos y formularios
	Ubicación	Número			
<b>Suecia (sueca)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe brindar una vista clara sobre toda el área de observación y debe ser el mismo a lo largo de todo el estudio.</li> <li>• El observador no debe influir en los usuarios de la carretera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depende de las condiciones del sitio, de la complejidad y el tipo de análisis que se quiera realizar.</li> <li>• Laureshyn y Varhelyi (2018): “un observador puede lidiar con una simple intersección de cuatro accesos con no más de dos carriles por aproximación (hasta un TPDA de 22000 vehículos)”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se determinan en función de la frecuencia esperada de conflictos.</li> <li>• Generalmente se realizan en períodos de 1-2 horas con descansos intermedios para que el observador se recupere.</li> <li>• Duración total no especificada.</li> </ul>	Sin especificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulario de conflictos</li> </ul>
<b>Países Bajos (holandesa)</b>	El tamaño del área de observación y la ubicación del observador va a depender del problema de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre uno y cuatro observadores.</li> <li>• Pero va a depender de las condiciones del sitio de estudio (tamaño y complejidad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según los objetivos del estudio.</li> <li>• El tiempo va a depender del sitio que se quiera estudiar, así como del alcance que se le quiera dar al estudio.</li> <li>• Aun así, para empezar el estudio recomienda una duración estándar de 18 horas.</li> <li>• Sin embargo, posterior a un día de observación, que equivale a 6 horas, se puede decidir terminar las observaciones o mantenerlo durante 18 horas.</li> </ul>	07:30 – 07:55 horas 12:00 – 12:55 horas 15:30 – 16:25 horas 08:00 – 08:55 horas 13:00 – 13:55 horas 16:30 – 17:25 horas 17:30 – 18:30 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulario de conflictos</li> <li>• Conteo de volúmenes</li> </ul>
<b>Estados Unidos (estadounidense)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permita una vista clara de la intersección en estudio y de los movimientos del tráfico.</li> <li>• Depende de varios factores como la velocidad de circulación y de la geometría del sitio.</li> <li>• El observador no influya en el tránsito.</li> </ul>	Sin especificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las observaciones por lo general se realizan en bloques de 1 h.</li> <li>• El periodo de estudio lo define el ingeniero. Después de 2 -3 h de realizar la encuesta se programe un descanso.</li> </ul>	Estudios previos han utilizado un periodo de 7:00 a.m. a 6:00 p.m. (lunes a viernes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulario de conflictos</li> <li>• Inventario físico y diagrama de la intersección</li> <li>• Informe de observación en sitio (cualquier deficiencia de seguridad u operacional)</li> <li>• Volumen de tráfico</li> </ul>
<b>Canadá (canadiense)</b>	Estacionarse en lugares estratégicos que les permita observar la intersección.	Sin especificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda realizarlo durante dos días.</li> <li>• Ocho horas de observación por día, para un total de 16 h de estudio en cada intersección.</li> </ul>	Mañana: 07:00 – 10:00 horas Mediodía: 11:00 – 13:00 horas Tarde: 15:00 – 18:00 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos (Sin formulario)</li> <li>• Revisión geométrica de la intersección</li> <li>• La capacidad</li> <li>• Historial de accidentes</li> </ul>
<b>Gran Bretaña (británica)</b>	Para una mayor comodidad se recomienda realizar las observaciones en un vehículo estacionado fuera de la calzada.	Se lleva a cabo mediante dos o más observadores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo de observación abarca 10 horas por día.</li> <li>• El periodo normal de observación utilizado es de tres días, aunque la variación dependerá del sitio en estudio.</li> <li>• Un observador puede mantener la concentración durante un periodo de 5 horas en el sitio por día.</li> </ul>	De 08:00 a las 18:00 horas (incluye la mayor parte de las horas pico de la mañana y de la tarde, periodo de almuerzo y condiciones de flujo relativamente bajo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulario de conflictos</li> </ul>
<b>Finlandia (finlandesa)</b>	Sin especificar	Sin especificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las observaciones tienen una duración de 6 a 12 horas por cada lugar estudiado.</li> <li>• Cantidad es demasiado pequeña para sacar conclusiones significativas, pero cuentan con pocos recursos económicos para llevar a cabo los estudios.</li> </ul>	Los periodos de observación diaria comúnmente son de: 7:30 a 9:00, de 11:00 a 12:00, de 14:00 a 15:00 y de 16:00 a 17:00 (en ocasiones el primer periodo se elimina según el encargado del estudio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulario de conflictos</li> <li>• Posibles conflictos</li> <li>• Volúmenes de tráfico</li> <li>• Se registran todas las infracciones de tránsito observadas</li> </ul>

## Capítulo 3. Metodología

### 3.1 Descripción

La metodología aquí propuesta para el análisis semiautomatizado de conflictos e interacciones viales se plantea solo en intersecciones urbanas de cuatro accesos, reguladas por medio de alto en la vía secundaria. Además, las dos intersecciones de estudio de este trabajo que se detallan en el Capítulo 4, se ubican en el área metropolitana de San José. Asimismo, estas intersecciones cuentan con flujos peatonales bajos y un tránsito promedio diario (TPD) aproximado de 10 000 vehículos. Es decir, se deberán realizar las modificaciones y ajustes necesarios a esta metodología para considerar otro tipo de entornos viales o intersecciones con diferentes características de configuración, flujos de usuarios, tipo de control de tránsito, etc.

Además, en caso de querer analizar un cuadrante urbano o una red se deberá hacer un estudio individual de cada una de las intersecciones que lo conformen. O bien, se pueden considerar tramos de vía siempre y cuando la visibilidad de las cámaras permita un análisis de este tipo.

Asimismo, como complemento al análisis de conflictos e interacciones viales se plantea incluir:

- Un inventario físico y operativo, así como su respectivo diagrama de intersección.
- Un informe de observación en sitio.
- Realizar conteos de flujos vehiculares y peatonales.
- Contemplar cualquier violación a la norma de tránsito.

El análisis de conflictos planteado se basa principalmente en los criterios de la metodología sueca que se describieron en la sección 2.3. La escogencia de esta técnica se dio principalmente porque es una de las más antiguas pero que ha sido actualizada a través de los años; además de que actualmente todavía es utilizada. Sin embargo, el enfoque de este estudio no solo se basa en el análisis de conflictos, sino que toma en cuenta los potenciales conflictos, así como cualquier otra interacción vial que pueda ser relevante para describir el comportamiento de las intersecciones.

Anteriormente, se ha mencionado que este estudio tiene un enfoque preventivo, enfocado en el análisis cuantitativo de la seguridad vial, aunque este objetivo no cambia al ampliar el alcance del estudio, sí es necesario hacer diferencia entre lo que es considerado un conflicto y un

conflicto potencial, para lo cual se retoma lo que describió Hydén en 1987 en su pirámide de seguridad, mostrada en la Figura 1.

Esta pirámide ordena las interacciones de manera descendente de acuerdo a su severidad, es decir, que la parte inferior hace referencia a los encuentros que son situaciones normales y seguras entre usuarios, mientras que la parte superior representa a los accidentes viales. Pero en medio de estos también existen los conflictos que, como ya se ha explicado, son eventos que culminarían en una colisión si al menos uno de los usuarios no realiza una acción evasiva, por lo cual también son nombrados como cuasi-accidentes.

Ahora bien, de acuerdo a la severidad del evento es posible que existan situaciones que no son seguras para ser catalogadas como encuentros, pero tampoco son tan graves para ser consideradas como conflictos, por lo que en medio de estos grupos se encuentran los conflictos potenciales. Aunque cabe aclarar que los tipos de conflictos y conflictos potenciales pueden tener las mismas categorías, es decir que lo único que los diferencia es la severidad con la que se considera el evento, y no así el tipo de maniobra que hacen los usuarios.

### **3.2 Zona de estudio**

La zona de estudio corresponde al lugar geográfico en donde se encuentra la intersección seleccionada para realizar el análisis; especificando la provincia, cantón y distrito a la que pertenece; además de emplear los nombres de calles y avenidas, y código de camino cantonal o ruta nacional para su fácil identificación.

Al seleccionar una intersección es importante tener en cuenta que analizar una unión que sea conflictiva pero en la cual el origen de estos conflictos es desconocido va a traer resultados con un aporte más significativo; en cambio si se hace en una intersección en donde las causas de los cuasi accidentes son evidentes, es decir, que ya se tiene identificado previamente por qué ocurren los conflictos, un estudio de este tipo vendría solo a respaldar o confirmar el comportamiento que ya se conocía.

#### **3.2.1 Ubicación**

Cabe recordar que el análisis de conflictos viales a través de esta metodología solo puede ser aplicado en intersecciones urbanas que tengan cuatro accesos y que se encuentren dentro del área metropolitana. Sin embargo, es importante tomar en cuenta que se espera que el periodo de análisis que requiera una intersección sea directamente proporcional al flujo de tránsito de

la zona. Y en este caso se limita a buscar intersecciones que presenten un TDP de 10 000 vehículos, o bien, que presenten una gran cantidad de conflictos que permita la fácil recopilación de datos.

Asimismo, independientemente de la zona elegida, Lareshyn y Varhelyi (2018) recomiendan que el observador visite el sitio antes de comenzar el estudio, con el fin de comprender el funcionamiento del tránsito. Además de asegurar que exista infraestructura que permita la instalación de las cámaras de video para recolectar las grabaciones, así como garantizar su seguridad.

### ***3.2.2 Inventario físico y operativo para análisis de conflictos viales***

Este tipo de inventario se emplea para conocer las condiciones operativas y funcionales de una vía, a partir de la descripción detallada de las condiciones físicas y geométricas. Comúnmente, este tipo de inventario se elabora de manera manual, es decir, a través de inspecciones en campo en las cuales se registran características generales tales como: límites de velocidad, sentido de circulación, tipo de intersección, número de accesos, tipos de maniobras, la señalización, demarcación horizontal, o cualquier otro dispositivo utilizado para el control de tránsito. Asimismo, dentro de los criterios geométricos que se examinan se encuentran: el ancho de la calzada, el número y ancho de carriles, etc.

De acuerdo con Parker y Zeeger (1989) también es necesario determinar las ubicaciones de entradas cercanas, vehículos estacionados u otras características que pueden causar problemas de tráfico, ya que esto le proporciona al observador una idea de las principales interacciones del vehículo y las posibles situaciones de conflicto.

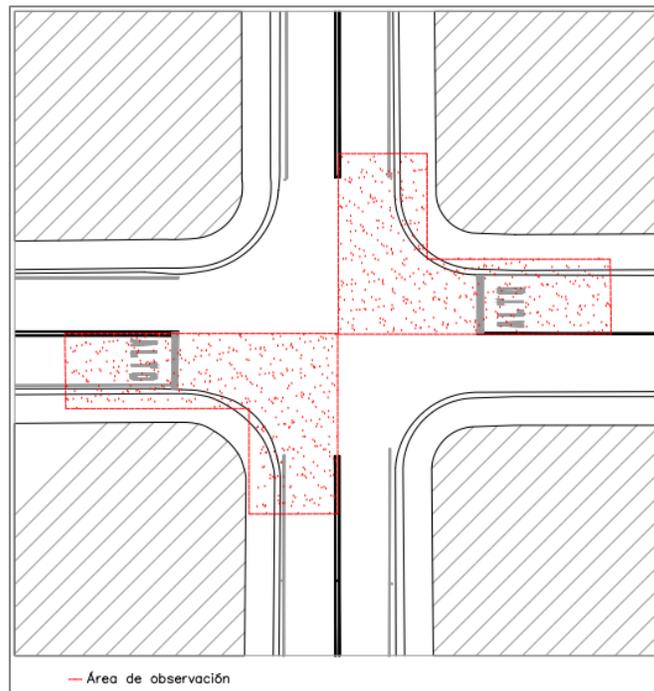
De igual manera Parker y Zeeger (1989) comentan que es posible que, en muchos casos, la información básica del inventario esté disponible en planos constructivos lo que facilita detallar la zona de estudio, sin embargo, se debe realizar una actualización antes de que se comience con las encuestas de conflictos. En caso de que los planos constructivos no se encuentren disponibles, es necesario hacer un diagrama de la intersección en estudio el cual incluya toda la información detallada anteriormente, así como puntos de referencia que sean útiles para la descripción de la zona, por ejemplo, casas, negocios, postes, árboles, arbustos y cualquier otro objeto físico de interés. Debido a que el diagrama se puede usar para rediseñar la intersección, es necesario un dibujo preciso. Asimismo, identificar la intersección empleando los nombres de

calles, avenidas y números de ruta puede resultar útil en caso de que se realicen estudios posteriores.

Adicionalmente, como complemento de la descripción se puede recurrir a adjuntar fotografías y ortofotos que permitan comprender más fácilmente ciertas situaciones observadas en campo.

### 3.3 Área de observación

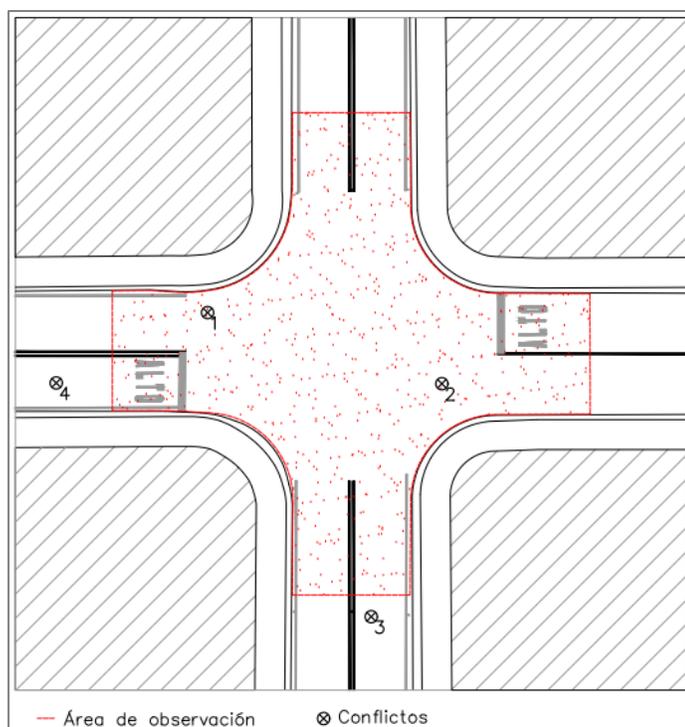
El área de observación se refiere a la sección de la intersección que va a ser analizada dentro de la zona de estudio. Esta depende principalmente de los objetivos del estudio, sin embargo, es indispensable que esté claramente definida antes de comenzar. Por ejemplo, si lo que se busca es analizar un movimiento de giro en específico, como los conflictos producidos únicamente por giros a la derecha desde una carretera secundaria, solo es necesario observar una parte de la intersección (ver Figura 17).



**Figura 17.** Ejemplo de área de observación solo para análisis de giro a la derecha para accesos de vía secundaria (regulados por ALTO)

En caso de que el análisis incluya todos los accesos de la intersección, así como los tipos de movimientos y usuarios, se debe abarcar una sección más amplia para que no se limite la comprensión de ocurrencia de los conflictos.

Asimismo, Kraay et al. (2013) comentan que se debe tomar en cuenta que los conflictos que ocurran fuera de los límites establecidos no se consideran dentro del estudio, por lo tanto, no deben ser registrados. Un ejemplo de esto se observa en la Figura 18, los conflictos 1 y 2 se encuentran dentro del área de observación, por lo que deberán ser registrados por el observador. Caso contrario sucede con los conflictos 3, y 4, ya que no coinciden con el área correspondiente.



**Figura 18.** Ejemplo de área de observación para análisis de intersección de 4 accesos

Los límites del área de observación son definidos principalmente por el rango visual que tengan las videocámaras; asimismo dependen del ángulo de inclinación de los dispositivos, su posición en la intersección, la altura a la cual sean instalados, la iluminación presente en el sitio y la calidad de imagen que proporcionen. Otro aspecto a mencionar es que la geometría de la intersección juega un papel importante, ya que, por ejemplo curvaturas verticales u horizontales en las calles pueden acortar las distancias que pueden ser estudiadas. Un caso similar ocurre si existen obstáculos (alumbrado público, postes, árboles, etc.) en la línea visual de las cámaras de video, en estos casos igualmente existe la posibilidad de que los límites se vean reducidos.

### **3.4 Sobre los observadores**

El número de observadores está ligado principalmente al tipo de estudio y al tiempo en que se quiera llevar a cabo, muy similar a lo descrito en la sección anterior. Por ejemplo, basándose en el caso de analizar un tipo de conflicto en específico, Polders y Brijs (2018) sugieren que es posible que solo se requiera un observador para recopilar la información del estudio. Situación que también ocurre si solo se analiza un acceso de la intersección o bien en zonas que presenten bajo flujo vehicular, por lo cual se espera que el observador cuente con el tiempo suficiente entre conflictos para hacer las anotaciones requeridas.

Ahora, dependiendo de la geometría de la intersección, maniobras, complejidad del tránsito, del periodo en estudio y del tiempo que se disponga para analizar los videos, existe la posibilidad de que sea necesario contar con varios observadores; es decir en un análisis semiautomatizado un solo observador perfectamente puede procesar todos los videos pero le tomaría más tiempo hacerlo en lugar de si lo hacen varias personas simultáneamente. Asimismo, con base en lo que exponen van der Horst et al. (2017) en situaciones de tráfico más caóticas, aunque analizar grabaciones de video puede llevar más tiempo, se mejora considerablemente la confiabilidad de las observaciones.

Si se ocupa más de un observador, el encargado del estudio será el responsable de tomar la decisión de cuántas personas se requieren para llevar a cabo el estudio en el tiempo establecido, así como de asignar las áreas u periodos que le corresponden a cada uno para evitar los errores de doble conteo.

Un análisis de este tipo se puede hacer con un solo observador debido a que, como se ha mencionado anteriormente, el uso de videocámaras da la oportunidad de ver las interacciones y conflictos entre usuarios cuantas veces sea necesario; a la vez que le brindan flexibilidad, comodidad y seguridad al observador al escoger donde realizar el trabajo. Adicionalmente, otra de las ventajas de realizar un análisis de este tipo es que el observador no interfiere en el comportamiento de los usuarios, como teóricamente se recomienda.

Ya que el observador depende de la imagen captada por las videocámaras, es necesario asegurar que no existen puntos ciegos donde no se aprecie qué está pasando en la intersección. Al igual que como es importante la ubicación del observador en campo para que no pierda detalles de los sucesos, en este caso es de igual importancia la ubicación y visión que tengan las cámaras de video ya que se vuelven la única fuente de información para el

observador. Por esto, si el rango de visión es limitado con una videocámara es recomendable que se instalen varias para obtener una imagen completa de la intersección.

Además, independientemente de si el observador hace los registros desde su hogar u oficina, es indispensable que cuente con un espacio cómodo y tranquilo donde no tenga distracciones o lo interrumpan mientras ve los videos, porque estas perturbaciones podrían resultar en pasar por alto algunos eventos en la carretera.

Según Laureshyn y Varhelyi (2018) generalmente las observaciones se realizan en periodos de 1 a 2 horas con descansos intermedios para que el observador se recupere; aunque no hay un tiempo específico para las pausas estas pueden ser de 5 a 10 min. En este receso se recomienda que el observador se levante de la silla, estire de ser necesario, aproveche para ir al baño o tomar una pequeña merienda. Además, existe la posibilidad de programar alarmas para evitar que el observador se brinque los descansos o bien para que estos no se prolonguen más de lo recomendado.

### **3.5 Periodo de observación**

Es difícil estandarizar un periodo de observación para todas las intersecciones que cumplan con los requisitos para ser estudiadas bajo esta metodología, debido a las diferencias físicas, operativas y contextuales entre ellas. Asimismo, hay que tomar en cuenta la ubicación geográfica, ya que el volumen vehicular varía dependiendo del tipo de ruta analizada. Además, como se ha mencionado en secciones anteriores, los objetivos del estudio son otro factor a considerar y uno de las más importantes para definir las variables al aplicar esta técnica.

La técnica sueca no establece un periodo mínimo de observación, en la sección 2.3.2.4 se habló de que Laureshyn & Varhelyi (2018) definen el número de días y de periodos de observación en función de la frecuencia esperada de conflictos, y esto generalmente se deriva de experiencias previas.

Con base en lo anterior y al comparar los periodos de las otras metodologías descritas en el Capítulo 2, se tiene un rango entre 12 a 30 horas para realizar observaciones. Por lo tanto, para efectos de este trabajo se estable que al poner en práctica el análisis de conflictos el periodo mínimo de observación para abarcar todas las recomendaciones sería de 30 horas.



The form, titled "UserForm1", contains the following fields and sections:

- General Information:**
  - # Registro: Text input
  - Código de video: Text input
  - Descripción del conflicto: Large text area
  - Clima: Dropdown menu
  - Fecha: Text input (format DD/MM/YYYY)
  - Condición de la superficie: Dropdown menu
  - Hora: Text input
  - ID Intersección: Text input
  - Período del día: Dropdown menu
- Usuario 1:**
  - Tipo de usuario: Dropdown menu
  - Acción evasiva: Dropdown menu
  - Sexo: Dropdown menu
  - Distancia del punto de colisión: Text input (m)
  - Posibilidad de desvío: Dropdown menu
  - Velocidad: Text input (km/h)
  - TA: Text input (s)
- Usuario 2:**
  - Tipo de usuario: Dropdown menu
  - Acción evasiva: Dropdown menu
  - Sexo: Dropdown menu
  - Distancia del punto de colisión: Text input (m)
  - Posibilidad de desvío: Dropdown menu
  - Velocidad: Text input (km/h)
  - TA: Text input (s)
- Usuario 3:**
  - Tipo de usuario: Dropdown menu
  - Acción evasiva: Dropdown menu
  - Sexo: Dropdown menu
  - Distancia del punto de colisión: Text input (m)
  - Posibilidad de desvío: Dropdown menu
  - Velocidad: Text input (km/h)
  - TA: Text input (s)
- Action Buttons:** Nuevo, Guardar, Salir

**Figura 20.** Formulario digital de registro de conflictos

Independientemente del tipo de formulario que se decida usar, ambos deben recopilar la misma información que recomienda la técnica sueca. Para esto, la primera parte debe estar conformada por un encabezado donde se anota información básica como: nombre del observador, fecha, hora del suceso, ubicación de las cámaras, nombre de la intersección, las condiciones climáticas, estado de la superficie (seca o húmeda) y el periodo de observación.

Como en este estudio las observaciones se plantean para un periodo continuo, adicionalmente el formulario debe incluir el periodo del día que se analiza, es decir, especificar si conflictos ocurrieron durante el día o en la noche, debido a que las condiciones de iluminación cambian y por ejemplo hay condiciones climáticas que durante la noche no aplicarían como la opción soleado o nublado.

Posteriormente, se debe anotar los tipos de usuarios involucrados, la acción evasiva, estimar las velocidades de los usuarios de la carretera y sus respectivas distancias hasta el punto de colisión proyectado. Además, en caso de que haya un peatón involucrado en el suceso se deberá identificar de ser posible su sexo (hombre o mujer).

Adicionalmente, el observador tiene que dibujar un boceto sencillo que muestre la ubicación de las cámaras, la de los usuarios involucrados, así como los movimientos realizados por cada uno. En caso de que se decida emplear un formato digital los dibujos se pueden hacer empleando un software de dibujo como AutoCAD. Finalmente, como complemento, el observador debe redactar una pequeña descripción del evento que en conjunto con el boceto explique detalladamente la situación conflictiva.

Por otra parte, si se decide realizar los registros de manera manual, es indispensable que el observador enumere cada hoja de registro con el fin de identificar si falta de alguna e igualmente es recomendable que llene la sección previa al comienzo de las observaciones.

### ***3.6.2 Flujos vehiculares***

El conteo de volúmenes de tránsito comúnmente incluye el registro de los movimientos de giro en todos los accesos que tenga la intersección analizada y son utilizados para relacionar la cantidad de conflictos que ocurren con la cantidad de tráfico o la cantidad de situaciones potenciales de conflicto.

La mecánica del método consiste en que un observador registre, a partir de las grabaciones de video, el flujo de tránsito en un formulario previamente establecido (ya sea físico o digital) en el mismo periodo en que se realizan las observaciones de conflictos e interacciones. Asimismo, una ventaja de hacerlo de esta forma, según van der Horst et al. (2017), es que brinda la posibilidad de contar diferentes tipos de usuarios de la carretera por separado.

Sin embargo, en caso de que no sea factible llevar a cabo ambos conteos al mismo tiempo, se plantean dos opciones: que otra persona realice el recuento de volúmenes de tránsito de forma paralela o que después del análisis de conflictos e interacciones el observador realice el conteo.

Como ejemplo, en la Figura 21 se adjunta una hoja de registro para intersecciones con cuatro accesos. En el caso de que se requiera un conteo por tipo de usuario sería necesario emplear una hoja por cada tipo de vehículo o bien, hacer las adaptaciones correspondientes.



Es importante tomar en cuenta que la lista anterior no abarca todas deficiencias que se pueden dar en el sitio de estudio, por lo tanto, se deberá agregar otras de acuerdo a las condiciones observadas; asimismo es posible que no todas las zonas de estudio presenten las mismas deficiencias físicas u operacionales.

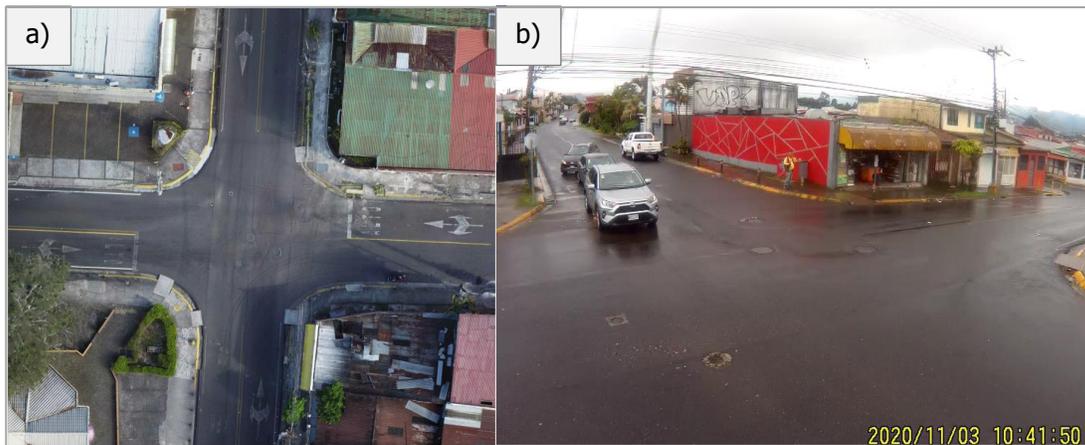
Al igual hay que considerar que Parker y Zeeger (1989) plantean realizar este informe de forma presencial, es decir, mientras que el observador se encuentra en el sitio y aprecie las condiciones reales a las que se enfrentan los usuarios. Asimismo, comentan que, con experiencia un observador de conflictos será bastante bueno para reconocer estas deficiencias.

Un aspecto a recalcar es que, aunque dentro de las deficiencias a valorar se encuentran las condiciones del alumbrado público, aunque la técnica estadounidense comprende un periodo de observación desde las 07:00 hasta las 18:00 horas el cual no abarca el periodo nocturno.

Ahora, en el caso de llevar a cabo este informe de manera semiautomatizada, se tendrá que valorar si las condiciones de las grabaciones de video permiten recopilar esta información o bien si es mejor realizarlo de manera manual como teóricamente es recomendado.

### 3.8 Sobre las cámaras de video

Con base en lo que comentan Lareshyn y Varhelyi (2018), las cámaras de video deben colocarse lo más alto posible y orientarse lo más hacia abajo para obtener una vista aérea, esto debido a que es necesario mitigar las situaciones en las que un usuario de la carretera no es visible detrás de otro. En la Figura 22 se puede observar la vista ideal recomendada contra una donde hay puntos ciegos.



**Figura 22.** Vista de las videocámaras: a) Vista ideal, b) Vista con puntos ciegos

Sin embargo, Laureshyn y Varhelyi (2018) también exponen que en la práctica la realidad es distinta y que, al depender del uso de infraestructura existente para la instalación de las videocámaras, como postes de tendido eléctrico o balcones, la vista teórica es muy difícil de conseguir. Por lo tanto, se recuerda que en la sección 2.3.3 se mencionaron las recomendaciones que establece la técnica sueca para la correcta instalación de las cámaras de video en campo.

En el caso de obtener una imagen final como la de la Figura 22b donde no se ve la intersección completa y los accesos se ven parcialmente, es importante definir cuáles partes son de mayor importancia o bien instalar varias cámaras de video para completar el área de observación.

Por otra parte, si se planea una grabación larga, se deben considerar varios aspectos en el equipo empleado como: suficiente espacio de almacenamiento, contar con baterías de gran capacidad (en el caso de no tener acceso a fluido eléctrico), protección del equipo contra el clima y robos para evitar tanto la pérdida del equipo como de la información recopilada. Asimismo, sincronización horaria si se utilizan varias cámaras para grabar la misma ubicación y la posibilidad de verificar el estado del equipo sin visitar el sitio.

### **3.9 Clasificación de conflictos**

Al llevar a cabo un análisis de interacciones y conflictos viales existe la posibilidad de registrar una gran variedad de maniobras entre los usuarios de la carretera, esto debido a las distintas características geométricas y operativas de cada zona de estudio.

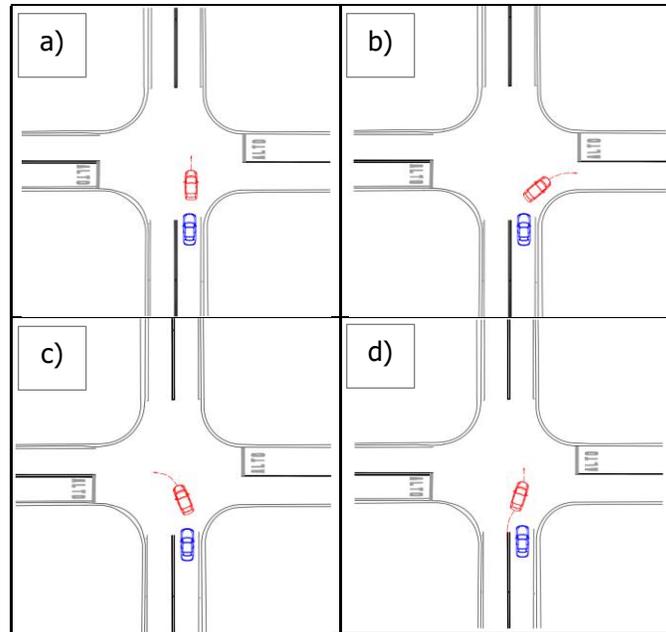
Ahora bien, con el fin de presentar los resultados de la forma clara y sencilla se crearon clasificaciones para agrupar y posteriormente tabular la información recopilada durante el estudio. A continuación, se describe algunos tipos de conflictos e interacciones que eventualmente se podría observar mientras se realiza un análisis de este tipo.

#### ***3.9.1 Tipos de conflictos viales***

##### ***3.9.1.1 Conflicto en una misma dirección***

Este ocurre cuando un primer vehículo disminuye la velocidad y/o cambia de dirección o de carril de manera repentina, lo que produce que el siguiente vehículo esté en riesgo de una colisión trasera si no realiza una acción evasiva.

En la Figura 23 se encuentran gráficamente los cuatro tipos básicos de conflictos que pueden ocurrir en una misma dirección, pero cabe aclarar que este tipo de conflicto quizá se dé en cualquiera de los otros accesos, ya sea principal o secundario.

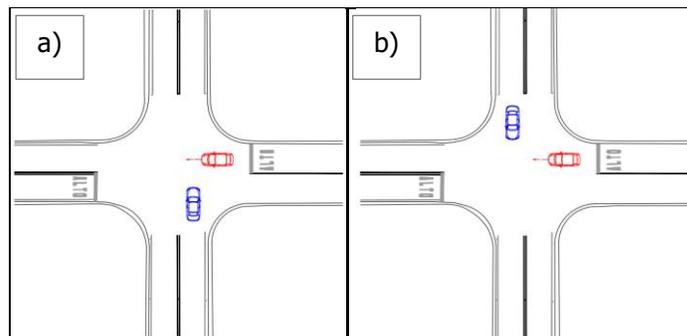


**Figura 23.** Conflicto en una misma dirección por: a) Movimiento directo, b) Giro derecho, c) Giro izquierdo, d) Adelantamiento o cambio de carril

### 3.9.1.2 Conflictos desde acceso este

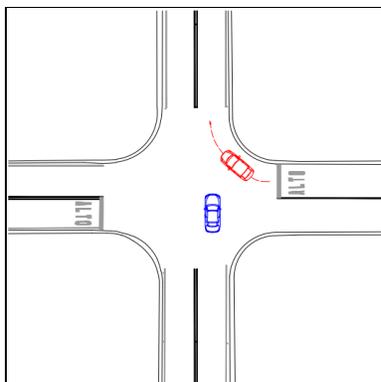
Estos tipos de conflictos siempre son ocasionados por un usuario que se aproxima al cruce desde el acceso este de la calle transversal y existen tres posibles variantes según la maniobra que el conductor realice:

- **Movimiento directo desde acceso este:** se da cuando un vehículo en la calle transversal del acceso este, cruza frente a un segundo vehículo en la calle principal, ocasionando un conflicto frontal o lateral. (Ver Figura 24)



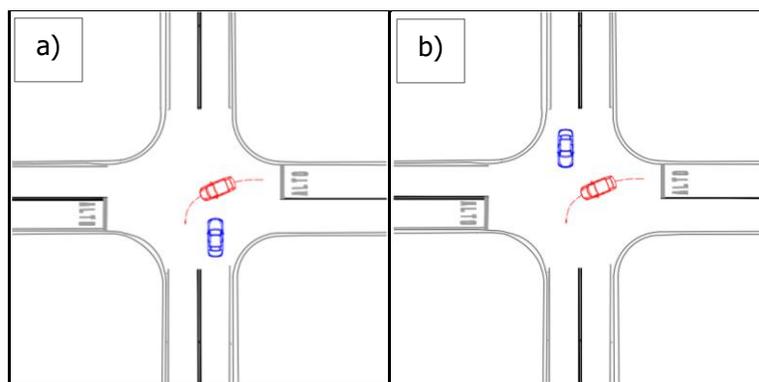
**Figura 24.** Conflicto por movimiento directo desde acceso este

- **Giro derecho desde acceso este:** ocurre cuando un vehículo que se aproxima a la intersección gira a la derecha desde la calle transversal del acceso este, colocando a un segundo vehículo en la calle principal en un conflicto lateral. (Ver Figura 25)



**Figura 25.** Conflicto por giro a la derecha desde acceso este

- **Giro izquierdo desde acceso este:** ocurre cuando un vehículo, en la calle transversal del acceso este, vira a la izquierda, colocando así un segundo vehículo en la calle principal en un conflicto lateral. (Ver Figura 26)

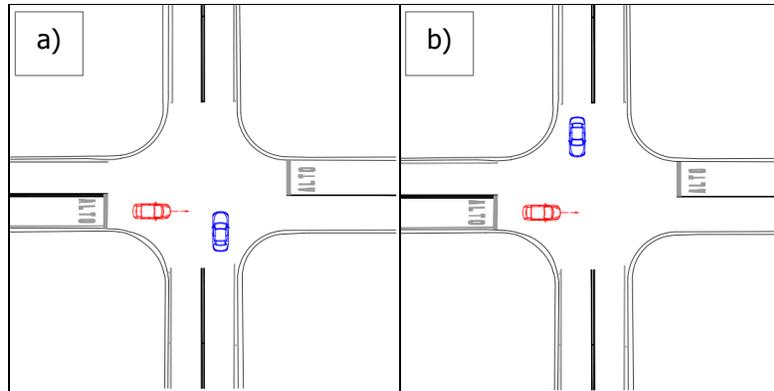


**Figura 26.** Conflicto por giro a la izquierda desde acceso este

### 3.9.1.3 Conflictos desde el acceso oeste

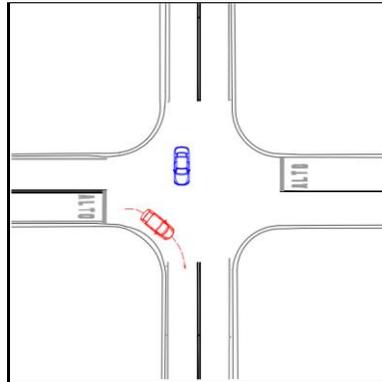
Estos tipos de conflictos son muy similares a los expuestos anteriormente solo que en este caso el usuario responsable de ocasionar la situación conflictiva se aproxima desde el acceso oeste de la calle transversal, e igualmente hay tres variantes según la maniobra que el conductor realice para atravesar la intersección:

- **Movimiento directo desde acceso oeste:** se da cuando un vehículo en la calle transversal oeste cruza frente a un segundo vehículo en la calle principal, ocasionando un conflicto frontal o lateral. (Ver Figura 27)



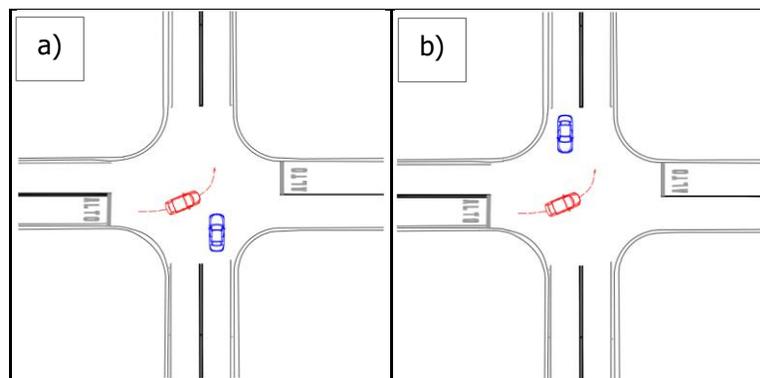
**Figura 27.** Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste

- **Giro derecho desde acceso oeste:** ocurre cuando un vehículo que se aproxima a la intersección gira a la derecha desde la calle transversal del acceso oeste, colocando a un segundo vehículo en la calle principal en un conflicto lateral. (Ver Figura 28)



**Figura 28.** Conflicto por giro a la derecha desde acceso oeste

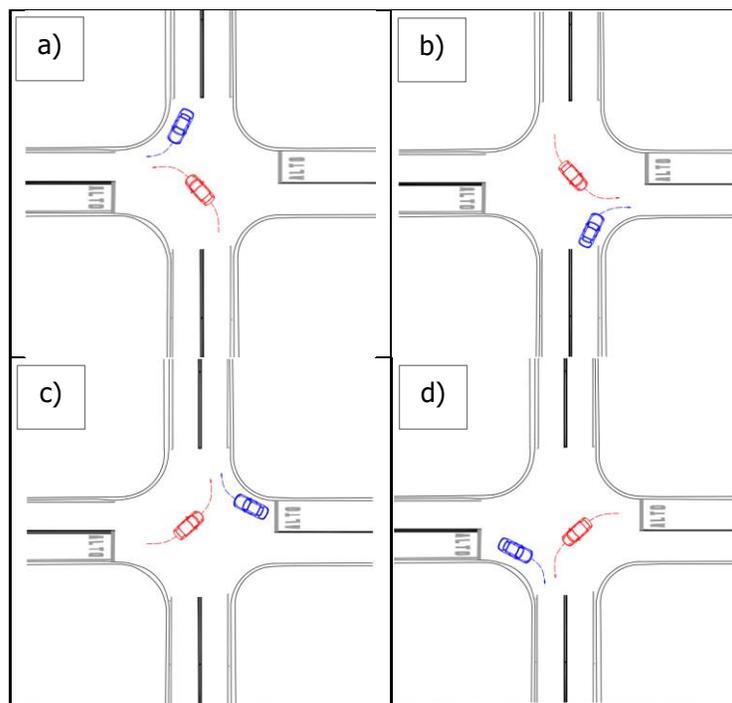
- **Giro izquierdo desde acceso oeste:** ocurre cuando un vehículo, en la calle transversal oeste, vira a la izquierda, colocando así un segundo vehículo en la calle principal en un conflicto lateral. (Ver Figura 29)



**Figura 29.** Conflicto por giro a la izquierda desde acceso oeste

### 3.9.1.4 Conflicto por giros opuestos

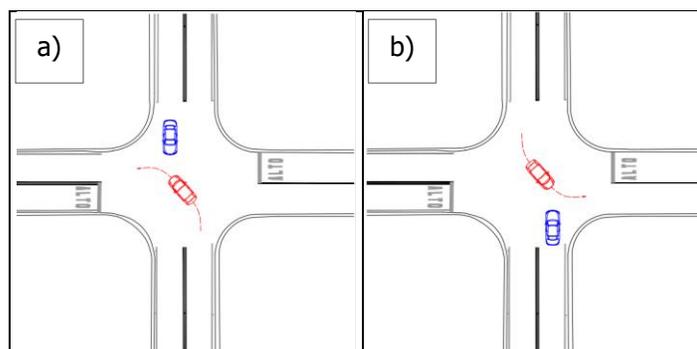
Un conflicto debido a giros opuestos ocurre cuando un vehículo que se aproxima gira a la izquierda mientras que un segundo vehículo gira a la derecha, lo que resulta en que ambos converjan en el mismo acceso creando un conflicto lateral o frontal como los que se muestran en la Figura 30.



**Figura 30.** Conflicto por giros opuestos en: a) Acceso oeste, b) Acceso este, c) Acceso norte, d) Acceso sur

### 3.9.1.5 Conflicto por giro izquierdo desde vía principal

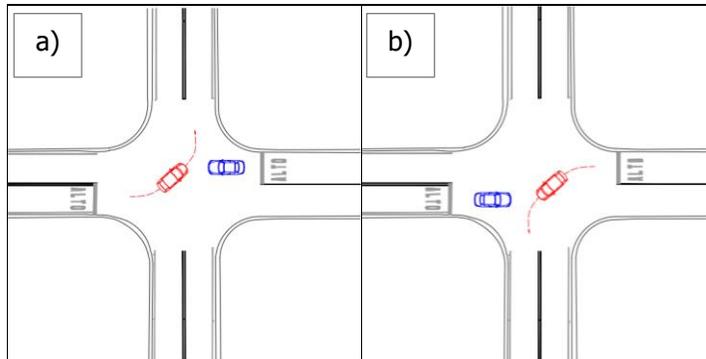
Se da cuando un vehículo que se aproxima en la vía principal gira a la izquierda, de manera que pone a un segundo vehículo, en otra dirección y con prioridad de paso, en un conflicto frontal o lateral. (Ver Figura 31)



**Figura 31.** Conflicto por giro izquierdo desde la vía principal

### 3.9.1.6 Conflictos entre usuarios de vía secundaria

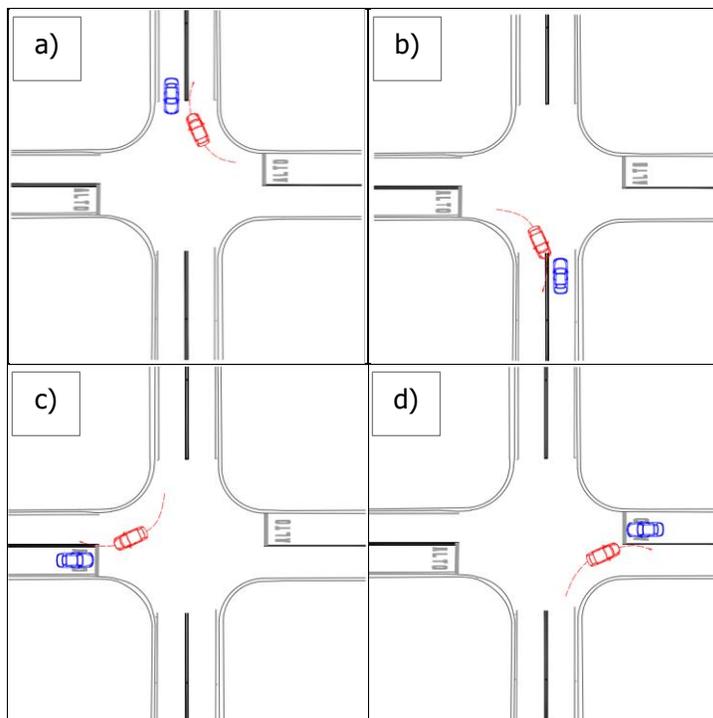
Esto sucede cuando un vehículo en la calle transversal gira a la izquierda poniendo a otro vehículo (de la vía secundaria) en peligro de colisión frontal o lateral. (Ver Figura 32)



**Figura 32.** Conflicto entre usuarios de vía secundaria

### 3.9.1.7 Conflictos por invasión de carril al girar a la derecha

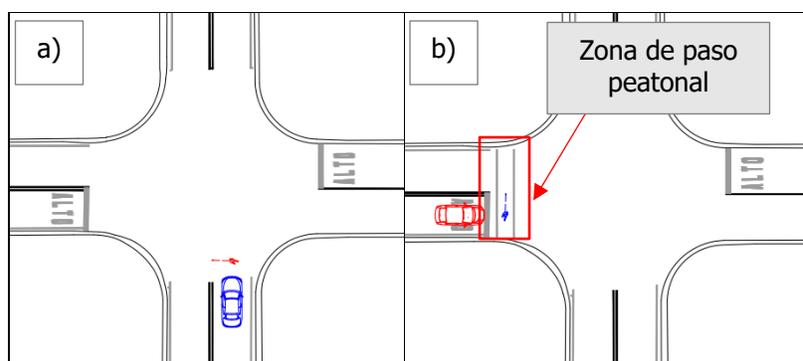
Este tipo de conflicto se dan cuando un vehículo gira a la derecha y cruza la línea que divide los sentidos de circulación, lo que causa que invada el carril opuesto de un segundo vehículo colocándolo en peligro de colisión frontal. En la Figura 33 se muestran las variantes que se pueden dar en una intersección de cuatro accesos.



**Figura 33.** Conflicto por invasión de carril al girar a la derecha desde: a) Acceso este, b) Acceso oeste, c) Acceso norte, d) Acceso sur

### 3.9.1.8 Conflictos peatonales

Los conflictos peatonales se dan principalmente cuando un peatón cruza frente a un vehículo con derecho de paso, creando una situación conflictiva entre ambos. Aun así, dependiendo de las condiciones operativas de la intersección existe la posibilidad de que el transeúnte tenga la prioridad a la hora de cruzar la calle, por lo que en este estudio se hace la diferencia entre ambos tipos de conflictos.



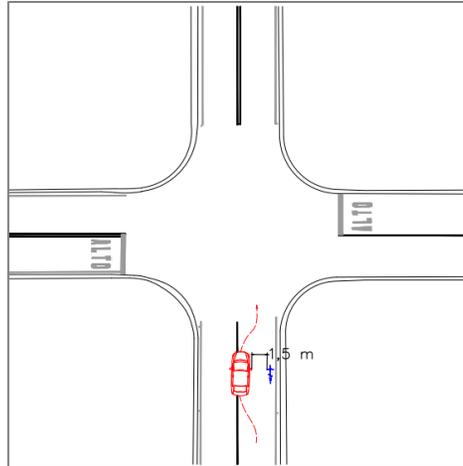
**Figura 34.** Conflicto con peatón: a) Sin senda peatonal, b) Con senda peatonal

### 3.9.1.9 Conflictos con ciclistas

Los conflictos entre usuarios de vehículos automotores y ciclistas generalmente ocurren cuando uno de ellos cruza frente a otro con derecho de paso creando una situación de posible colisión. Aun así, cabe recalcar que las bicicletas son vehículos por lo que existe la posibilidad de que se den todos los tipos de conflictos descritos en las secciones anteriores.

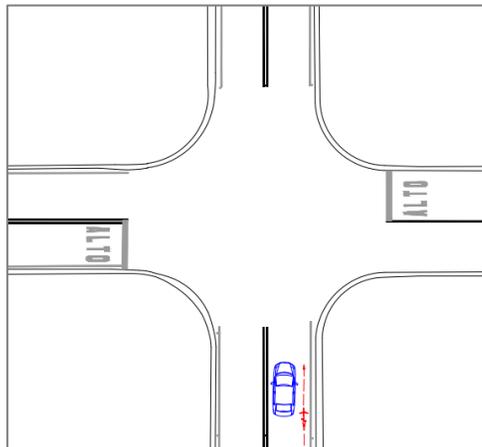
Aunado a lo anterior, existen otras situaciones en donde el ciclista corre riesgos, por ejemplo, el adelantamiento de bicicletas en la vía por parte de vehículos automotores. En la Ley de Movilidad y Seguridad Ciclística (N° 9660) se menciona que este movimiento es permitido siempre y cuando se respete una distancia mínima de 1,5 m entre el vehículo automotor y el ciclista.

Sin embargo, resulta muy común que el ciclista viaje por el borde derecho del carril y que en algunos casos los usuarios de vehículos automotores a la hora de adelantar no respeten la separación mínima o rebasen al ciclista a altas velocidades poniéndolo en riesgo.



**Figura 35.** Conflicto por adelantar a un ciclista

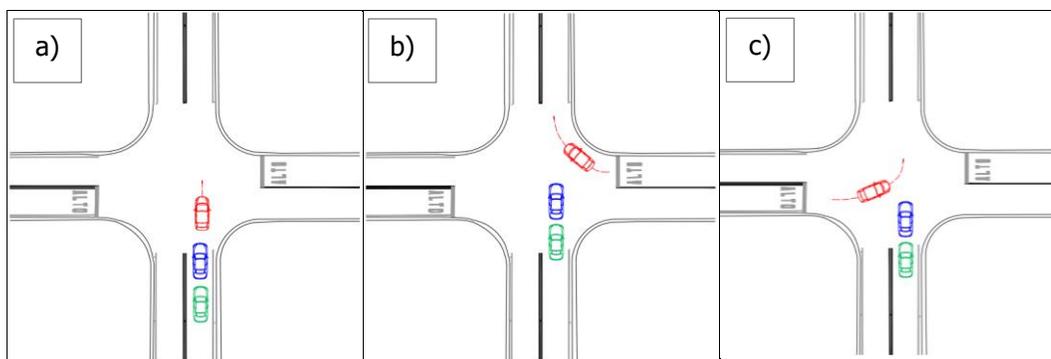
Por el contrario, también se da el caso en donde el ciclista sobrepasa por la derecha a otro vehículo automotor que circula más despacio; lo cual pone en riesgo al ciclista de ser colisionado lateralmente si el conductor decide girar a la derecha.



**Figura 36.** Conflicto por ciclista adelantando por la derecha

#### *3.9.1.10 Conflictos secundarios*

Además, cuando un segundo vehículo realiza una maniobra evasiva, puede colocar a un tercer usuario de la carretera en peligro de colisión, en la Figura 37 se muestran algunos ejemplos gráficos. También, se debe considerar que en estos casos únicamente se cuenta un conflicto secundario para cualquier tipo de conflicto inicial.



**Figura 37.** Conflictos secundarios por: a) Movimiento directo en una misma dirección, b) Giro a la derecha desde acceso este, c) Giro izquierdo desde acceso oeste

#### *3.9.1.11 Otros conflictos*

Aunque se creen categorías para agrupar y a su vez simplificar el análisis de los resultados, no es posible describir todos los eventos viales que se pueden observar durante el periodo de observación de una intersección. Por esto, el observador tendrá que juzgar la mayoría de las situaciones utilizando la experiencia y de ser necesario el encargado de llevar a cabo el estudio deberá valorar la inclusión de nuevas categorías que ayuden describir mejor el comportamiento del sitio estudiado.

#### **3.9.2 Tipos de conflictos potenciales**

Como se mencionó al inicio de este capítulo (en la sección 3.1) los conflictos potenciales tienen un menor grado de severidad que los conflictos y estos pueden ser considerados como cuasi conflictos. Aunque su severidad difiera según lo que establece la pirámide de seguridad de Hydén, esto no quiere decir que la clasificación de los eventos también lo haga, es decir, que los tipos de conflictos potenciales tienen las mismas interacciones entre los usuarios, pero con una menor gravedad que las descritas en la sección 3.9.1 y por eso es posible que igualmente se den cuasi conflictos:

- En una misma dirección por: movimiento directo, giro derecho, giro izquierdo, adelantamiento o cambio de carril.
- Desde el acceso este por: movimiento directo, giro derecho o giro izquierdo.
- Desde el acceso oeste por: movimiento directo, giro derecho o giro izquierdo.
- Por giros opuestos
- Por giro izquierdo desde la vía principal
- Entre usuarios de vía secundaria
- Por invasión de carril al girar a la derecha

- Peatonales
- Con ciclistas
- Secundarios

### ***3.9.3 Otros tipos de interacciones viales***

Aparte de los conflictos y potenciales conflictos existen otras interacciones viales que se pueden observar durante el análisis; como lo son algunas maniobras seguras, como ceder el paso voluntariamente a otro usuario, ya sea a un vehículo, peatón o ciclista. Pero también es posible que se den otras que no son permitidas, como lo son los giros en U, adelantamientos en doble raya amarilla, movimientos contravía, entre otras. Lo anterior dependerá de las condiciones operacionales de cada intersección y de lo observado en la carretera.

## **3.10 Análisis**

### ***3.10.1 Análisis de conflictos***

Posterior a la identificación del tipo de conflicto que se presentó en el área de observación, es necesario otorgarle una severidad, y para esto primero se debe estimar el tiempo hasta el accidente y la velocidad del conflicto de manera manual, aunque el proceso sea semiautomatizado. Es decir, los dispositivos tecnológicos en este caso solo son empleados para la grabación de video, pero la identificación de conflictos y de las variables son realizadas por una persona. Según Lareshyn y Varhelyi (2018) analizar los conflictos de manera semiautomatizada puede ser de gran utilidad ya que hacen el trabajo más eficiente y proporcionando una mejor precisión de las mediciones.

#### *3.10.1.1 Estimación de la velocidad del conflicto*

Según Kraay et al. (2013) "la estimación de la velocidad del video puede depender del tamaño de la lente utilizada durante las grabaciones y de cómo se mueve un vehículo a través de la escena". Por lo tanto, en este caso la estimación de la velocidad de los usuarios se realiza por medio de la diferencia de tiempo entre el paso de dos secciones transversales ( $p_1$  y  $p_2$ ) con una distancia conocida:

$$V = 3,6 \cdot \frac{d(p_1, p_2)}{(t_2 - t_1)}, km/h$$

Donde,

V es la velocidad en km/h

$d(p_1, p_2)$  es la distancia entre  $p_1$  y  $p_2$  en metros

$t_1, t_2$  es el tiempo en el momento de paso en segundos

Para conocer la distancia entre los puntos de referencia escogidos y calcular la velocidad es importante realizar un diagrama detallado de la intersección que permita aproximar distancias en la intersección con precisión o bien de ser posible contar con los planos constructivos (previamente revisados y actualizados de ser necesario).

Ahora, en cuanto a la estimación del tiempo entre los puntos de referencia es recomendable que las cámaras de video estén sincronizadas entre ellas y preferiblemente que cuenten con la hora real en la que ocurrió el conflicto. Asimismo, en el caso de que el reloj de la videocámara no registre el tiempo con centésimas de segundo, es recomendable disponer de un cronómetro que sí lo haga ya que en ocasiones es posible que los tiempos medidos sean pequeños y se requiera una mayor precisión.

#### *3.10.1.2 Estimación del tiempo hasta el accidente*

Igualmente, para estimar el tiempo restante hasta el accidente desde el momento en que se ejecuta una acción evasiva es necesario contar con el diagrama detallado de la intersección que se mencionó anteriormente, pero esta vez para definir la distancia proyectada al punto de colisión.

Posteriormente con esta distancia conocida, para obtener el tiempo hasta al accidente se tiene dos opciones, utilizar la tabla de conversión de la Figura 2 o bien calcularlo de la siguiente manera:

$$TA = 3,6 \cdot \frac{d}{v}, s$$

Donde,

TA es el tiempo hasta el accidente en segundos

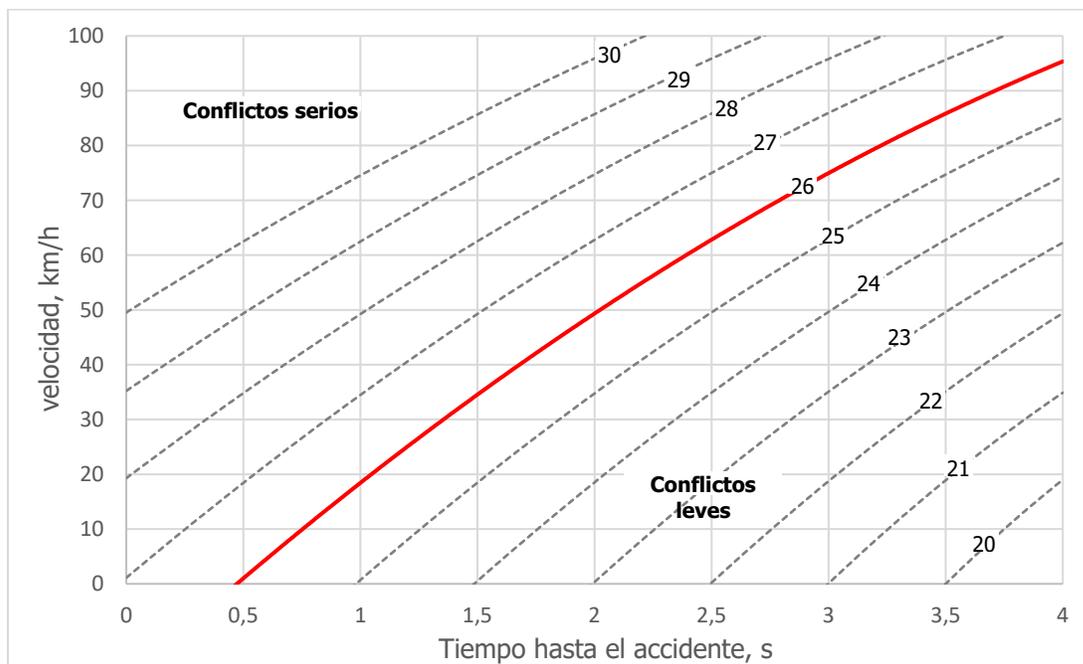
$d$  es la distancia proyectada al punto de colisión en metros

$v$  la velocidad del conflicto, km/h.

### 3.10.1.3 Severidad del conflicto

De acuerdo con Lareshyn y Varhelyi (2018) en el análisis de conflictos la severidad toma en cuenta el posible alcance de las consecuencias en el caso de que se haya producido una colisión. Pero como no es posible conocer las repercusiones que se hubieran dado, ya que realmente nunca se da una colisión, la técnica sueca emplea dos variables para su estimación: tiempo hasta el accidente y la velocidad del conflicto.

Como se ha mencionado el tiempo hasta el accidente representa el tiempo restante que tienen los usuarios de la vía para realizar con éxito una acción evasiva, mientras que la velocidad está relacionada con la posibilidad de evitar la colisión y las posibles consecuencias que habrían ocurrido en una eventual colisión. Lareshyn y Varhelyi (2018) describen que se requeriría más tiempo y distancia de frenado en el caso de intentar frenar desde velocidades altas, aunado a que es de esperar que las posibles lesiones sean mayores ya que están relacionadas con la velocidad del impacto. Por lo tanto, entre menor sea el tiempo disponible para realizar una acción evasiva y mayor sea la velocidad el conflicto será más severo; lo cual se ve reflejado en el diagrama de la Figura 38 empleado para clasificar cada evento en serio o leve, teniendo como límite la línea roja que es equivalente a la curva 26.



**Figura 38.** Diagrama para clasificar la severidad del conflicto según La Técnica Sueca de Conflictos de Tráfico, adoptado de Hydén 1987

Fuente: Lareshyn & Varhelyi, 2018

Modificado por Soto, 2021

### ***3.10.2 Análisis comparativos***

Al comparar intersecciones primero se debe asegurar que tengan entornos viales similares, ya que alrededor, las zonas de estudio tienen que tener usos de suelo parecidos. Es decir que en las cercanías se realicen actividades semejantes, por ejemplo: identificar si se trata de un uso residencial, comercial, mixto u otro.

Además, se debe tomar en cuenta el volumen vehicular, debido a que es necesario que el TPD sea similar entre las intersecciones estudiadas, en este caso se puede establecer un rango o bien una cantidad fija. Otro aspecto a considerar es el tipo de ruta de cada unión, ya que, está relacionada directamente con la cantidad de vehículos que circulan por la vía.

De igual manera, es indispensable que compartan el mismo tipo de control de tránsito; específicamente que solo se comparen intersecciones semaforizadas o no semaforizadas, pero nunca hacer mezclas entre ellas. Aunado deben poseer una configuración geométrica parecida, empezando por tener la misma cantidad de accesos y de carriles en cada acceso; asimismo en la parte operacional es necesario que tengan permitidos los mismos movimientos en cada acceso (movimiento directo, giro izquierdo y giro derecho).

Por otra parte, de ser posible se debe considerar que los tipos de usuarios que circulan en la intersección sean los mismos para así compararlos de una forma más precisa. Además de asegurar que la dinámica peatonal comparta similitudes; es decir que tienen flujos peatonales parecidos.

Finalmente, si las intersecciones seleccionadas cumplen con todos los aspectos físicos, contextuales y operacionales es posible comparar el comportamiento tanto de conflictos como de las interacciones que se registren dentro del periodo de estudio establecido; aclarando que este periodo debe ser igual para ambas intersecciones estudiadas.

## **Capítulo 4. Resultados del análisis de conflictos e interacciones viales en intersecciones de Costa Rica**

### **4.1 Generalidades**

#### ***4.1.1 Sobre las zonas de estudio***

Para la aplicación de la técnica de análisis de conflictos e interacciones viales se escogieron dos intersecciones urbanas ambas conformadas por cuatro accesos, reguladas por medio de señal de alto en la vía secundaria. Además, estas intersecciones cuentan con bajos flujos peatonales y un TPD medio aproximado de 10 000 mil vehículos. Tomando en cuenta las características mencionadas se seleccionó una intersección en el cantón de Curridabat y otra en el cantón de Montes de Oca para llevar a cabo el estudio.

#### ***4.1.2 Sobre las videocámaras***

Las 2 videocámaras que se instalaron en las zonas de estudio son COUNTcam 2 de Spack Solutions, este tipo de dispositivo permite configurar la grabación de forma inalámbrica, por lo que es indispensable asegurar su carga antes de su instalación. Según el manual del producto, versión 3.0 – 2018, la batería interna de las cámaras de video COUNTcam 2 permite grabar durante 50 horas continuas cuando está completamente cargada.

Además, cuenta con la aplicación COUNTcam, la cual se puede descargar fácilmente a un dispositivo móvil para sincronizar el reloj de la videocámara con la del dispositivo móvil (celular o tableta), así como para iniciar la grabación. Un aspecto a considerar es que la precisión del reloj es en segundos, por lo que el análisis se tuvo que complementar un cronómetro para obtener el tiempo con centésimas de segundo.

Esta aplicación también jugó un papel fundamental en el rango visual que tuvieron las videocámaras, ya que, por medio del celular fue posible observar si la ubicación en la que estaban orientadas permitía captar una imagen adecuada. Por otra parte, según el manual del producto estas videocámaras están diseñadas para funcionar en la mayoría de los climas y condiciones meteorológicas con excepción de las condiciones extremas, por lo que fue posible grabar con lluvia.

Por otra parte, en la intersección de Montes de Oca se empleó una cámara de video adicional, pero de un modelo distinto (COUNTcam MINI), que igualmente pertenece a la gama de COUNTcam. Las características de este dispositivo son similares, por ejemplo, permite la

grabación de forma inalámbrica con la salvedad de que la configuración es alámbrica, por lo que no es posible usar la aplicación COUNTcam. De igual manera es de suma importancia asegurar su carga antes del uso, y la batería interna también permite grabar durante 50 horas continuas cuando está completamente cargada.

Igualmente, la precisión del reloj es en segundos, por lo que se tuvo que emplear un cronómetro para obtener el tiempo con centésimas de segundo y en este caso la hora registrada tenía un desfase de aproximadamente 1 hora 15 min con respecto a las otras videocámaras, ya que este dispositivo no cuenta con la opción de sincronización del reloj en tiempo real.

En cuanto a la altura a la que fueron instaladas las videocámaras, en ambos casos se tiene un rango entre 3,5 a 4 m, por lo cual no fue posible cumplir con lo recomendado teóricamente; la razón principal fue debido a las dimensiones de la escalera disponible para llevar a cabo la instalación.

## **4.2 Zona de estudio en Curridabat**

### **4.2.1 Ubicación**

La primera intersección analizada se encuentra en el cantón de Curridabat en la provincia de San José; específicamente entre la avenida A026 y la calle C077, como muestra en la Figura 39. En esta imagen también se aprecia que alrededor de esta zona se desarrollan principalmente actividades comerciales, por ejemplo: Plaza Cristal, Gimnasio Curves y la Panadería Delicious, etc. Sin embargo, además está conformada por viviendas; por esta razón el tipo de uso de suelo es mixto. Asimismo, en el Cuadro 10 se muestra las coordenadas geográficas en el caso de que se requiera una posición precisa.

**Cuadro 10.** Coordenadas geográficas de la intersección de Curridabat

Intersección	Cantón	Distrito	Coordenadas CRTM05		Coordenadas Lambert Norte	
			x	y	x	y
1	Curridabat	Curridabat	495270.16	1097095.36	531612.21	211729.09



**Figura 39.** Intersección analizada en Curridabat

#### ***4.2.2 Inventario físico y operativo***

El inventario físico se elaboró en dos partes, la primera fue de manera manual, es decir, a través de la toma de medidas en campo de distintos puntos de la intersección, mediante el uso de un odómetro. Asimismo, se procedió a tomar fotografías con la intención de darle al lector una mejor idea de las condiciones actuales de las intersecciones analizadas en este estudio, las cuales se muestran a continuación en la Figura 40.

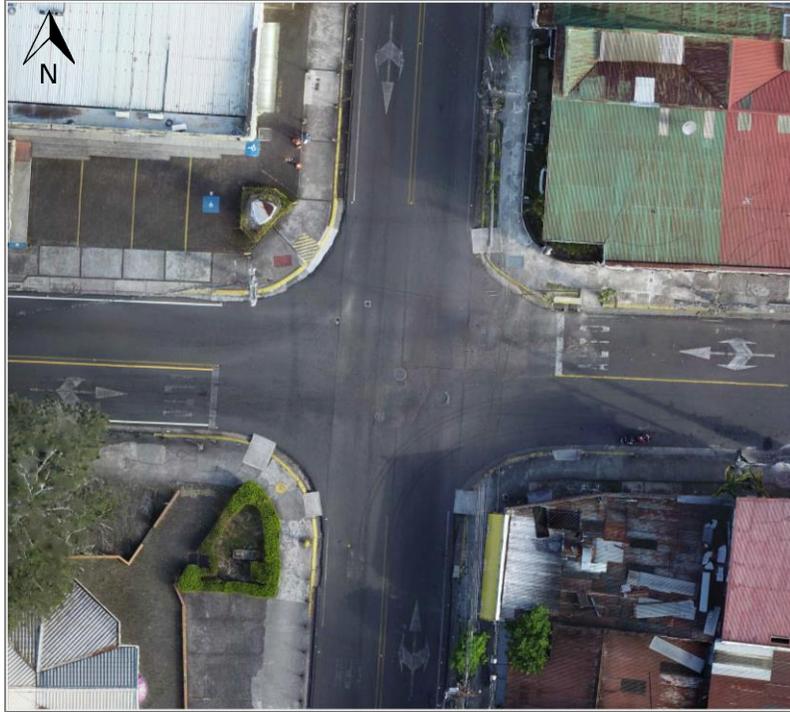
Como recomendación, se debe tomar en cuenta que al adjuntar fotografías lo ideal es que en todas aparezca un mismo punto de referencia que sobresalga para que al observador le sea más fácil ubicarse en el sitio.



**Figura 40.** Fotografías de la intersección analizada en Curríabat: a) Vista desde el acceso norte, b) Vista desde el acceso oeste, c) Vista desde el acceso sur y d) Vista del acceso norte

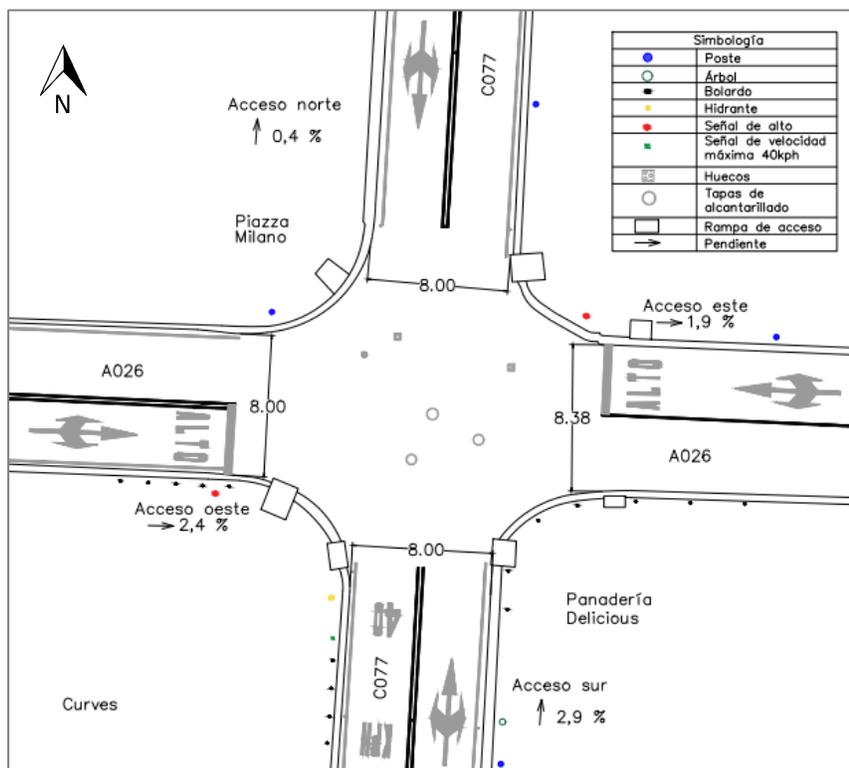
Para la segunda parte se contó con la disponibilidad de un dron para obtener un levantamiento aéreo detallado y preciso, en donde se pudo obtener características geométricas que no son tan fáciles de medir en campo; esto debido al constante flujo vehicular que dificulta hacer las mediciones, o bien, porque se debe estimar el radio de curvatura de las esquinas o curvaturas horizontales.

En el caso de que disponer de un dron no sea una opción factible, se puede recurrir a imágenes obtenidas mediante aplicaciones como Google Maps o Google Earth, o bien se puede intentar buscar los planos constructivos. En la Figura 41 se muestra el resulta final de la imagen obtenida para la intersección de Curríabat.



**Figura 41.** Fotografía aérea tomada de la intersección de Curríabat empleando el dron

Finalmente, al unir los datos recopilados en campo con la imagen obtenida del dron se creó el diagrama físico que se muestra en la Figura 42.



**Figura 42.** Diagrama de intersección de Curríabat

Esta intersección está compuesta por cuatro accesos, donde la vía principal se encuentra en sentido norte-sur y la secundaria en sentido este-oeste. Todos los accesos tienen tres tipos de maniobra permitidos (movimiento directo, giro izquierdo y giro derecho), en donde el paso de los usuarios de la vía secundaria está regulado mediante señales de alto.

Además, tiene una velocidad máxima permitida de 40 km/h en sentido norte-sur, aunque como se puede apreciar en la Figura 41, la demarcación vial horizontal de este se encuentra casi imperceptible.

En relación con el estado general de la pintura del resto de la demarcación vial horizontal (incluyendo las líneas centro, de barrera y de borde, así como las letras de los "alto" y las flechas), se encuentra bastante desgastado en algunas zonas de la intersección; aun así, cuenta con señales verticales de reglamentación y de prevención en buen estado y en ubicaciones visibles para los usuarios de la carretera. (Ver Figura 40)

Por otra parte, dentro de las características evidentes que pueden causar problemas de tráfico en esta intersección se encuentran que al frente de la Panadería Delicious se estacionan vehículos particulares y camiones de carga que pueden llegar a obstaculizar el flujo que circula por la vía principal.

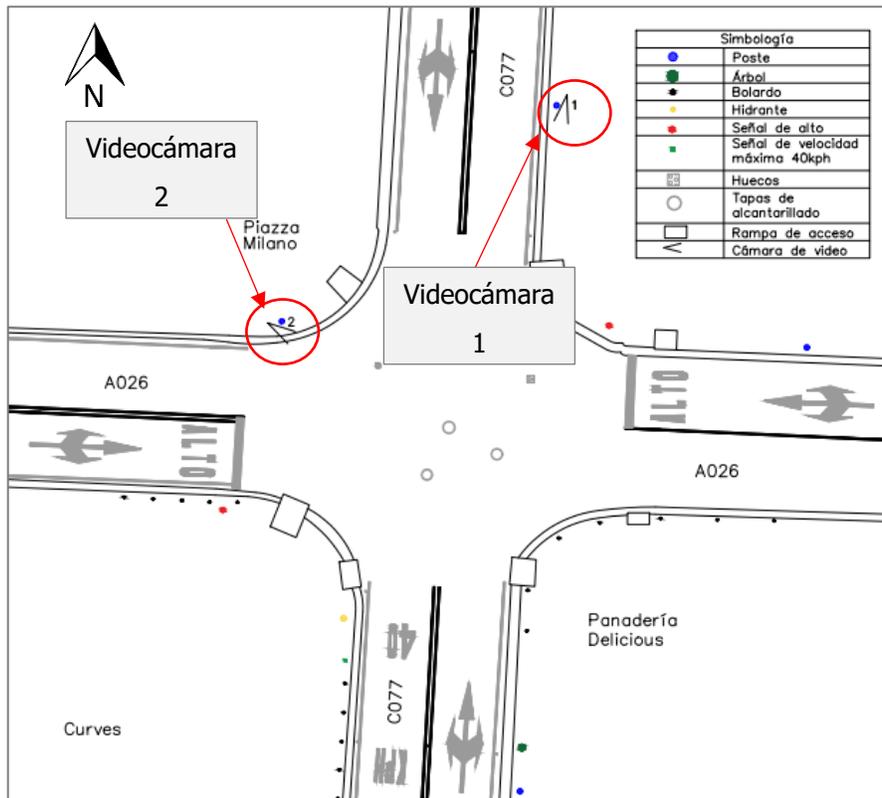
#### **4.2.3 Sobre los observadores**

Al realizarse un análisis semiautomatizado, el campo visual que tiene el observador depende de la ubicación de las videocámaras y no precisamente de dónde se encuentre la persona, ya que la recopilación de información se extrae de manera manual, pero por medio de la observación de los videos previamente grabados y no desde el campo.

En la Figura 43 se muestra los postes utilizados para la instalación de las dos videocámaras, las cuales se fijaron mediante gazas plásticas. Y en el diagrama de la Figura 44 se enseña la ubicación de los postes dentro de la intersección.



**Figura 43.** Postes eléctricos empleados para la instalación de videocámaras en intersección de Curridabat



**Figura 44.** Ubicación de las videocámaras en la intersección de Curridabat

En cuanto al número de observadores, solo se recurrió a un observador, ya que al recopilar la información mediante grabaciones el observador tuvo la oportunidad de visualizar el video cuantas veces fue necesario.

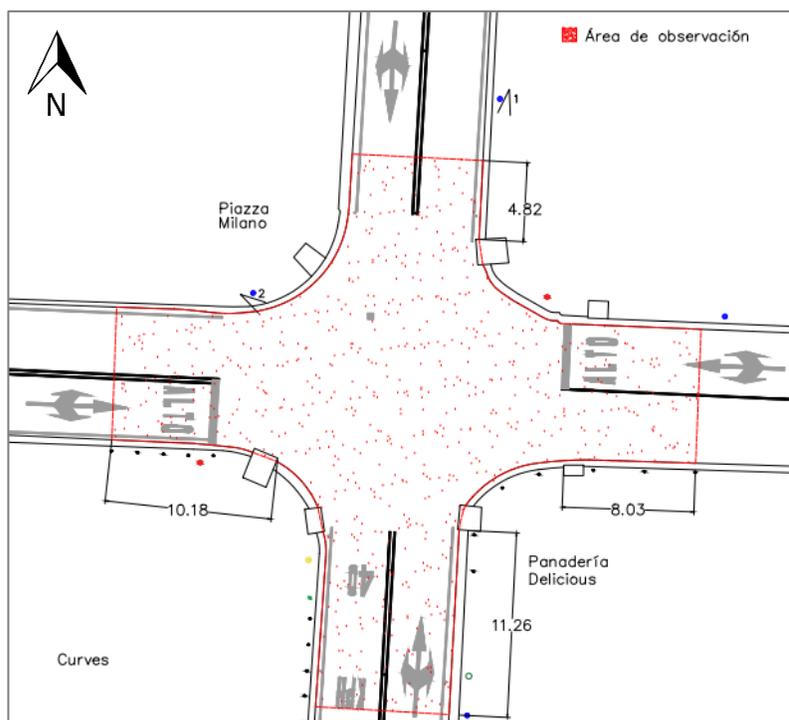
#### 4.2.4 Área de observación

El área de observación se encuentra delimitada principalmente por el rango visual que logran captar las videocámaras; por esto en la Figura 45 se muestra el área de la intersección que se enfocó en Curridabat.



**Figura 45.** Rango visual de las videocámaras en Curridabat: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2

Es importante recordar que el estudio comprende todas las maniobras que los usuarios realicen, así como el análisis de los cuatro accesos. Tomando el rango que lograron captar las videocámaras y con ayuda del diagrama de cada intersección se definió el área de observación, la cual se muestra en la Figura 46.



**Figura 46.** Área de observación en la intersección de Curridabat

#### **4.2.5 Periodo de observación**

El periodo total de observación en la intersección de Curridabat es de 47 horas y 20 minutos, el cual abarca desde las 10:14 a.m. del 03/11/2020 hasta las 09:34 a.m. del 05/11/2020. El análisis se llevó a cabo en lapsos de 30 min, es decir, los videos se analizaron, por ejemplo: de 10:14 – 10:44, de 10:44 – 11:14, y así sucesivamente hasta completar el tiempo total.

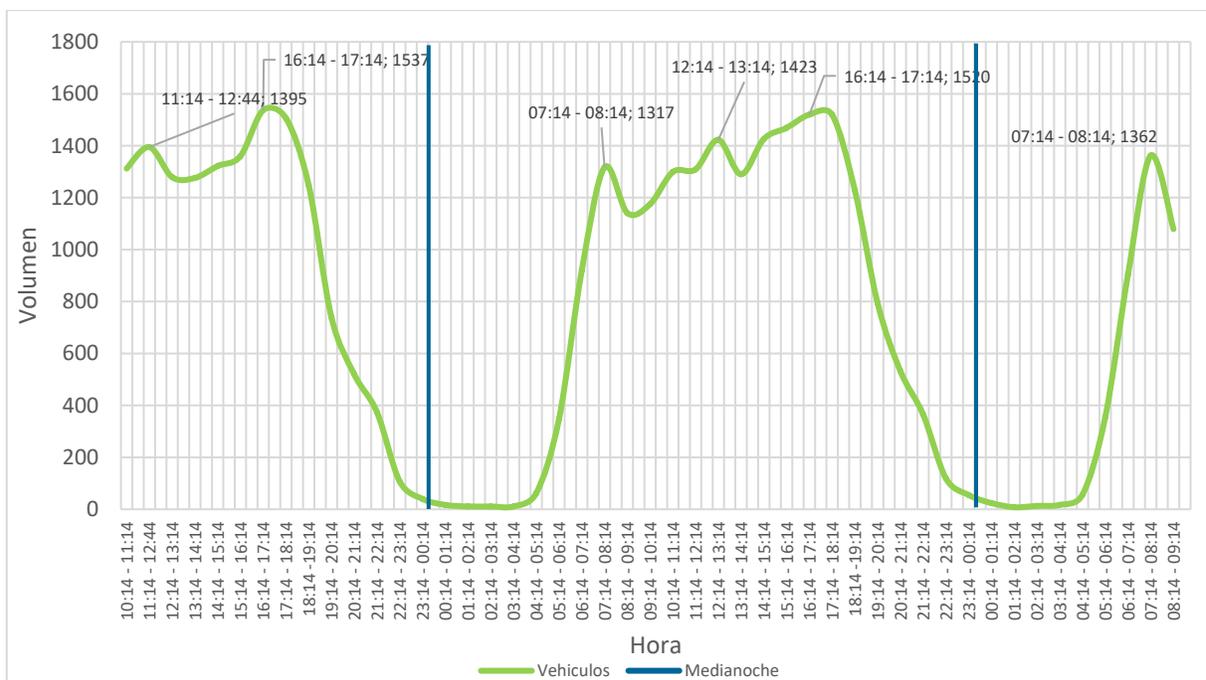
Dentro del periodo se analizó todas las horas del día, para incluir las horas pico de la mañana y de la tarde (donde se espera un mayor flujo), así como el periodo de almuerzo y condiciones de flujo relativamente bajo.

#### **4.2.6 Flujos vehiculares y peatonales**

Estos datos tienen el objetivo de ser utilizados para relacionar la cantidad de conflictos que ocurren con la cantidad de tráfico o bien con la cantidad de situaciones potenciales de conflicto. Para el conteo vehicular se registraron todos los movimientos de giro en los cuatro accesos de la intersección de Curridabat, además se contabilizó la cantidad de peatones que cruzaron la calzada, sin incluir a las personas que solamente transitaron por la acera, ya que se sale del área de observación previamente delimitada.

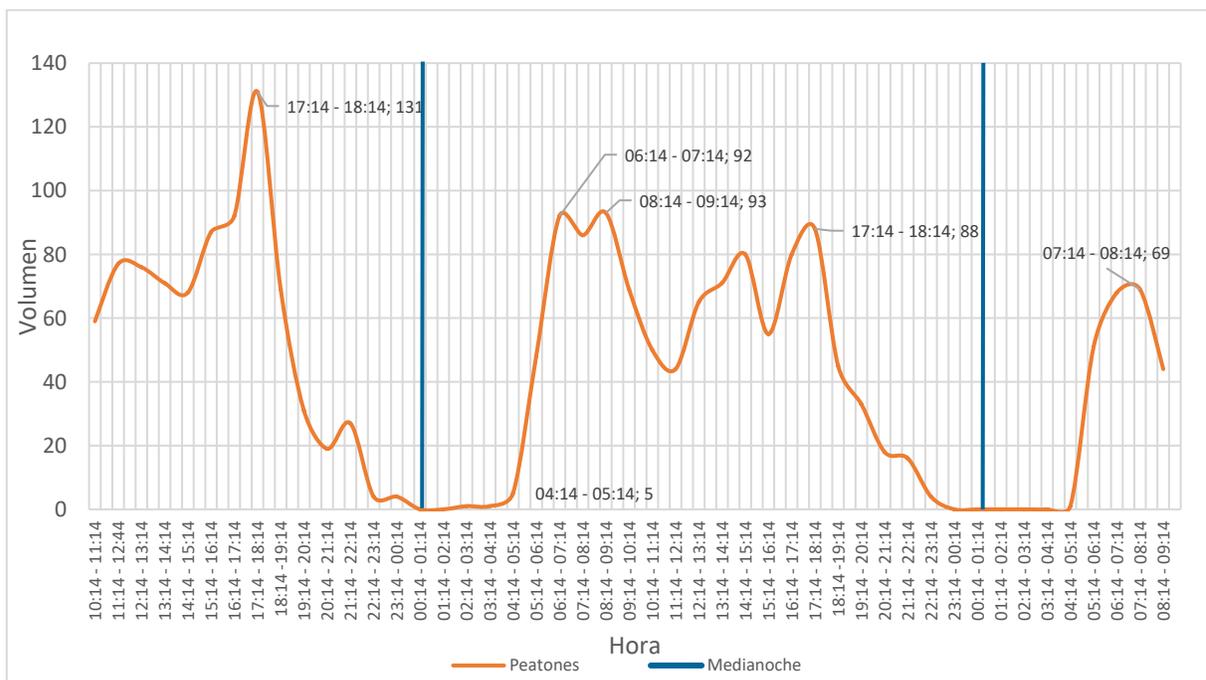
En el Cuadro A2 - 6 del Apéndice 2 se adjunta todos los conteos detallados (vehiculares y peatonales), los cuales también se hicieron en lapsos de media hora; posteriormente se agruparon para graficar la cantidad de vehículos que circulan por hora del día como se muestra en la Figura 47. Aquí se observa que el flujo máximo de la mañana se alcanza entre las 7:00 a.m. y 8:00 a.m. mientras que el de la tarde ocurre alrededor de las 4:00 p.m. y 5:00 p.m. En relación con las horas intermedias a estos picos, se tienen flujos menores pero variantes sin llegar a tener una disminución considerable como para definir un valle entre ellos.

Ahora, tomando en cuenta que los conteos se hicieron mientras que regía la restricción vehicular por la emergencia nacional ante la pandemia por el COVID 19, la cual no permitía la circulación de vehículos entre las 10:00 p.m. y las de 5:00 a.m. es razonable que sea dentro de este periodo que se presentaran los menores flujos. Aunado a lo anterior es importante recordar que además de la restricción por horario también se restringió la circulación de los vehículos según los últimos dígitos de las placas. Los lunes no circulaban las placas terminadas en los dígitos 1 y 2, los martes en 3 y 4, miércoles 5 y 6, jueves 7 y 8 y viernes los 9 y 0, por lo que se debe tomar en cuenta que estos flujos pueden tener variaciones si se comparan con otros periodos.



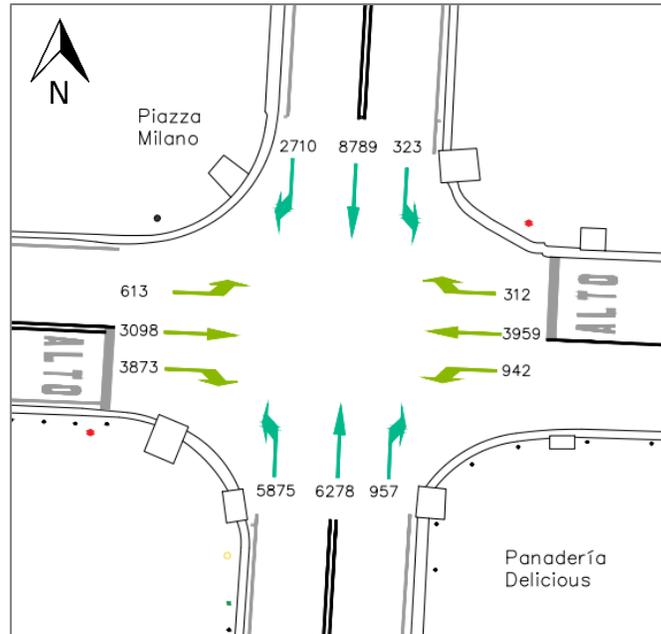
**Figura 47.** Gráfica de flujos vehiculares en intersección de Curridabat, con TPD de 9514 vehículos

Los flujos peatonales como es de esperar comienzan a aumentar a partir de las 4:00 a.m. hasta alcanzar el punto máximo entre las siete y nueve de la mañana, esto debido a las personas que se trasladan principalmente a trabajar. Asimismo, el flujo máximo se dio entre las 5:00 p.m. y 6:00 p.m. el cual concuerda con las horas en las cuales se espera el pico de la tarde.



**Figura 48.** Gráfica de flujos peatonales en intersección de Curridabat

Si bien es cierto que la mayor parte del volumen vehicular que transita proviene de los accesos de las vías principales, también es relevante contemplar la cantidad de movimientos de giro en cada uno de los accesos. En la Figura 49 se muestra un diagrama de la intersección con los volúmenes vehiculares que fueron registrados durante todo el periodo de estudio según la maniobra que realizaron.



**Figura 49.** Diagrama de cantidad de movimientos por cada acceso, Curridabat

#### **4.2.7 Resultados de la intersección de Curridabat**

##### **4.2.7.1 Conflictos viales**

Con base en el levantamiento realizado durante dos días, se observaron 31 conflictos principalmente entre conductores de automóviles con un 70,97 % del total. Aun así, se lograron identificar en menor proporción conflictos de automóviles con otros usuarios de vehículos motorizados: busetas (6,45 %), camiones (12,90 %) y motocicletas (9,68 %). Los detalles de cada conflicto junto con el boceto que describe lo sucedido se encuentra en el Apéndice 1 y en esta sección se adjunta un resumen (Cuadro 11); donde el usuario uno es el que tiene el derecho de paso y el usuario dos es quien genera el conflicto.

**Cuadro 11.** Resumen de conflictos registrados en la intersección de Curridabat

	ID del conflicto	Fecha y hora	Tipo de conflicto	Usuario 1	Usuario 2	Velocidad (km/h)	TA (s)	Severidad
Sin choque	1	11/03/2020 10:20:10 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	46,80	0,12	29
	2	11/03/2020 10:58:30 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	5,47	0,66	25
	3	11/03/2020 11:42:01 a.m.	Conflicto entre usuarios de vías secundarias por giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	13,00	0,33	26
	6	11/04/2020 06:31:40 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	16,00	0,47	26
	9	11/04/2020 09:16:54 a.m.	Conflicto por giros opuestos en acceso sur	Automóvil	Automóvil	11,66	0,86	25
	12	11/04/2020 09:56:21 a.m.	Conflicto entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	4,80	2,29	25
	13	11/04/2020 10:04:06 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	3,60	1,60	25
	14	11/04/2020 10:30:13 a.m.	Conflicto entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	5,16	1,36	25
	22	11/04/2020 11:33:59 a.m.	Conflicto en una misma dirección en acceso sur	Automóvil	Automóvil	8,81	0,36	25
	24	11/04/2020 06:31:40 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	8,90	1,25	25
	25	11/04/2020 11:45:37 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	10,56	0,85	25
	26	11/04/2020 11:47:40 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	7,20	0,55	25
	27	11/04/2020 12:01:56 p.m.	Conflicto por giro derecho desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	5,51	0,98	25
	28	11/04/2020 12:33:13 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	41,10	0,42	25
	29	11/04/2020 14:47:27 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	12,90	0,87	25
	30	11/04/2020 15:39:57 p.m.	Conflicto entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	14,20	0,48	25
	31	11/04/2020 18:14:27 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	53,30	0,17	25
	4	11/03/2020 12:51:20 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Motocicleta	Automóvil	16,30	0,33	26
	5	11/03/2020 14:25:58 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Motocicleta	Automóvil	41,60	0,10	29
	7	11/04/2020 07:57:57 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Motocicleta	12,38	1,98	23
8	11/04/2020 08:06:55 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	Camión	5,00	0,58	26	
10	11/04/2020 09:40:11 a.m.	Conflicto entre usuarios secundarios por giro a la izquierda desde acceso este	Automóvil	Camión	10,40	2,04	25	
11	11/04/2020 09:46:06 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Buseta	Automóvil	7,46	0,65	25	
Con choque	15	11/04/2020 10:54:26 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	4,70	1,30	25
	16	11/04/2020 10:55:47 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	13,70	0,49	25
	18	11/04/2020 11:02:22 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde acceso oeste	Buseta	Automóvil	9,77	0,23	25

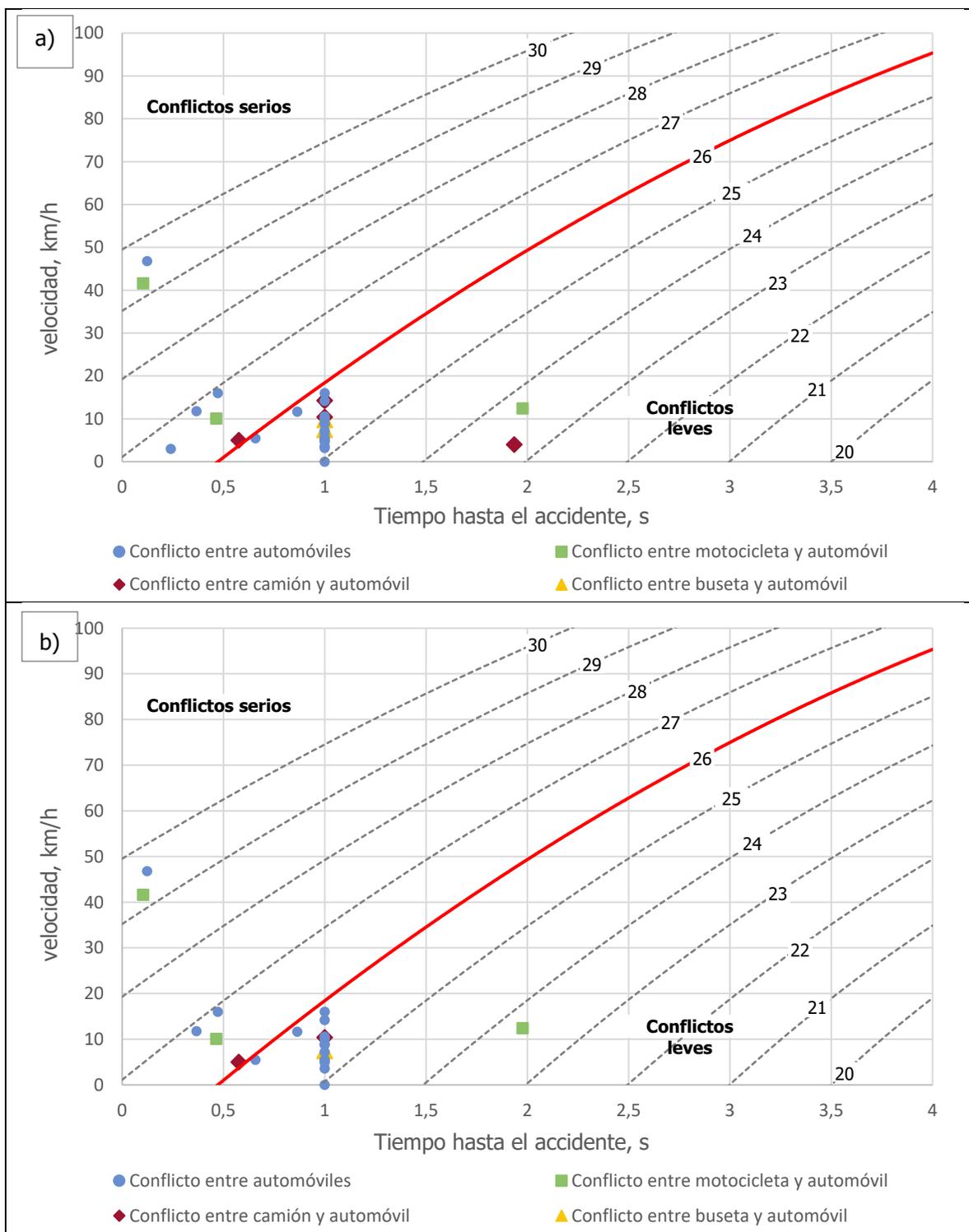
	ID del conflicto	Fecha y hora	Tipo de conflicto	Usuario 1	Usuario 2	Velocidad (km/h)	TA (s)	Severidad
	19	11/04/2020 11:15:37 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	3,20	2,25	25
	21	11/04/2020 11:27:40 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	3,00	0,24	26
	23	11/04/2020 11:40:03 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	28,20	0,47	25
	17	11/04/2020 10:56:13 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	Camión	14,25	0,40	25
	20	11/04/2020 11:17:19 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Camión	Automóvil	4,00	1,94	23

Nota: Los conflictos están clasificados por un código de color según el tipo de usuario involucrado: a) Gris: solo automóviles, b) Verde: con motociclista, c) Azul: con camión y d) Rojo: con buseta

Hay que recalcar que dentro del periodo de estudio ocurrió un choque trasero en el acceso oeste el cual influyó en el comportamiento de los usuarios en la intersección. Por lo que también se adjunta los resultados solo tomando en cuenta 23 de los 31 conflictos registrados en total; eliminando los conflictos que se dieron producto del choque se tiene que el 73,91 % se dieron entre automóviles, el 13,04 % incluye motocicletas, el 8,69 % camiones y el 4,35 % busetas.

En cuanto a la severidad, considerando todos los cuasi accidentes, se obtuvo que 25 de estos (lo que equivale al 80,65 %) se encuentran por debajo de la línea límite roja (26), por lo que el 19,35 % restante es equivalente a conflictos serios; es decir que, en caso de colisión, estos últimos habrían derivado en lesiones graves o muertes para las personas involucradas. En cambio, en el caso en el que se descartan algunos de los sucesos, el 21,73 % se consideran serios y el 78,26 % no serios.

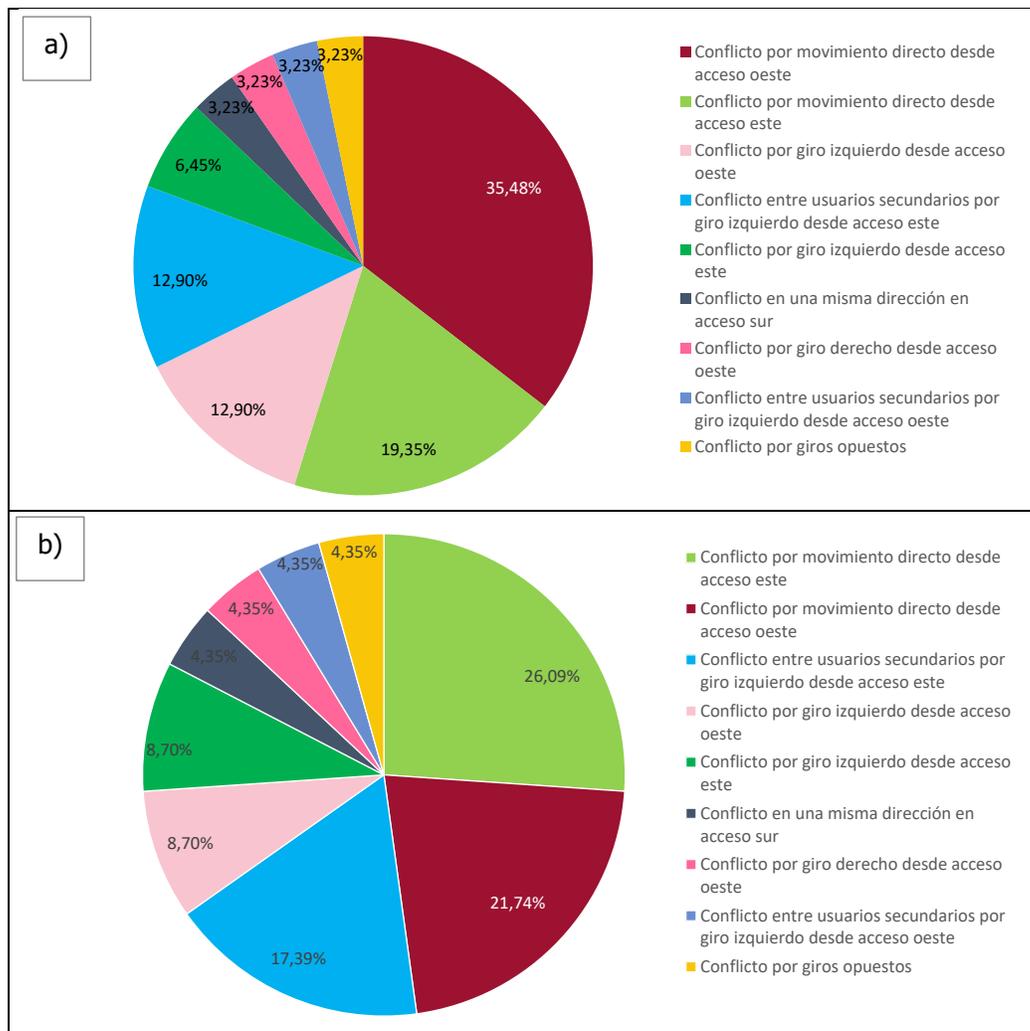
En la Figura 50 se muestra los conflictos ocurridos en la intersección según el tipo de usuario involucrado en el evento, aquí se puede apreciar que en ambos casos solo fueron clasificados como serios sucesos en donde se vieron involucrados motocicletas o vehículos, mientras que en leves también hay presencia de busetas y camiones.



**Figura 50.** Diagrama de distribución de severidad de conflictos según tipo de usuario, en intersección de Curridabat: a) Con 31 conflictos y b) Con 23 conflictos

También se comparan los tipos de conflictos con mayor número de repeticiones como se ve en los gráficos de la Figura 51. En el primer caso predominó el movimiento directo desde el acceso

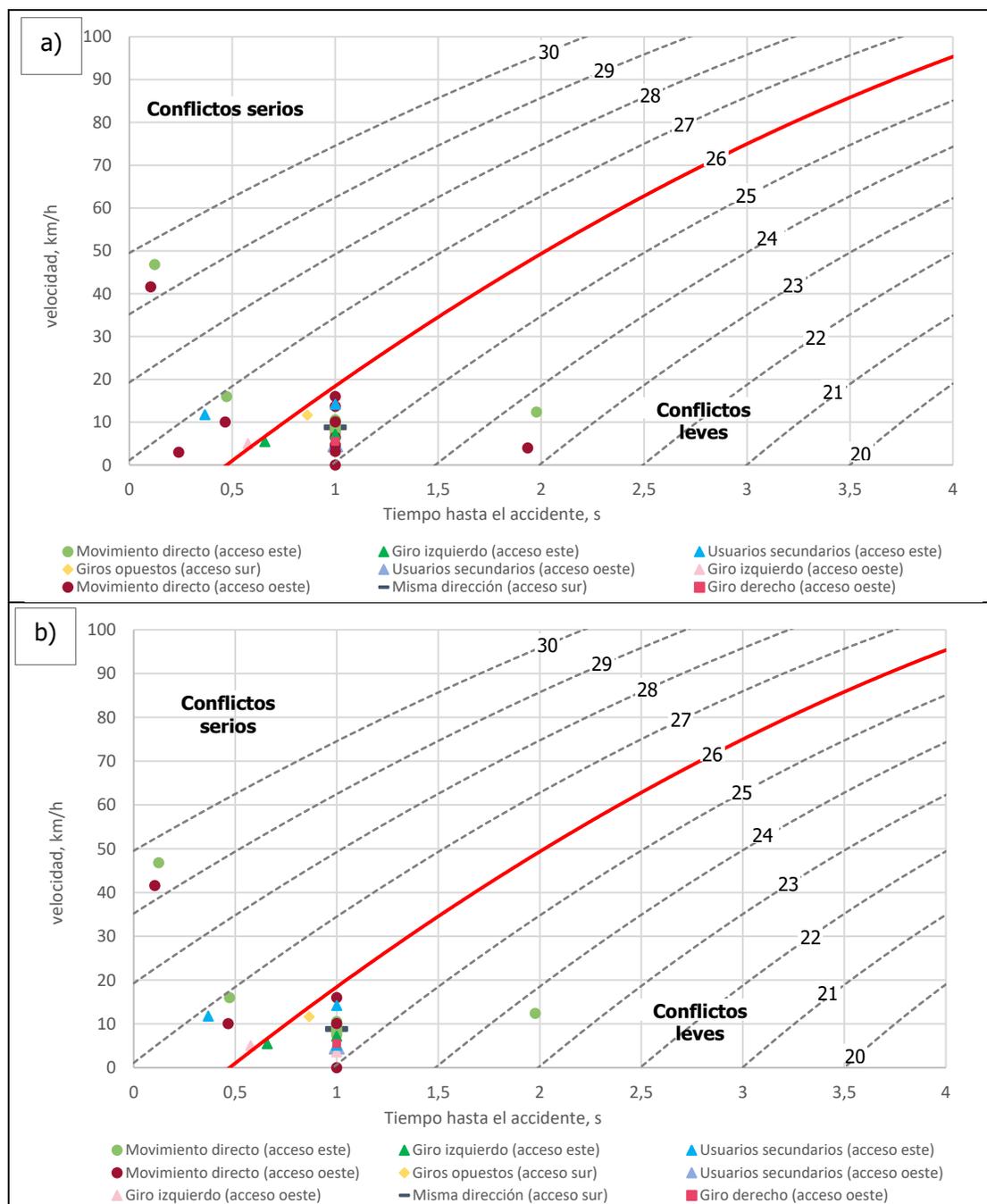
oeste (35,48 %), seguido del movimiento directo desde el acceso este (19,35 %); es decir, que solo cruzar la intersección desde los accesos secundarios comprenden más de la mitad de los eventos registrados. En el segundo gráfico se tienen los mismos movimientos como los principales, pero se observa que al eliminar los conflictos que fueron producidos por la obstrucción en el acceso oeste, el porcentaje de eventos ocasionados por el movimiento directo desde este acceso oeste disminuye a 21,74 %, lo que resulta en que el suceso más conflictivo realmente es producto del movimiento directo desde el acceso este con 26,09 %.



**Figura 51.** Gráfico de porcentaje de ocurrencia según tipo de conflicto, en intersección de Curridabat:  
a) Con 31 conflictos y b) Con 23 conflictos

Además, lo anterior concuerda con los diagramas de severidad de la Figura 52, en el cual se puede observar que los conflictos serios son a causa de estas mismas maniobras (movimiento

directo desde el acceso oeste y desde el acceso este), haciendo salvedad de que existe un producto de un giro izquierdo desde el acceso este entre usuarios de las vías secundarias.



**Figura 52.** Diagrama de distribución de severidad por tipo de conflicto, en intersección de Curridabat:

a) Con 31 conflictos y b) Con 23 conflictos

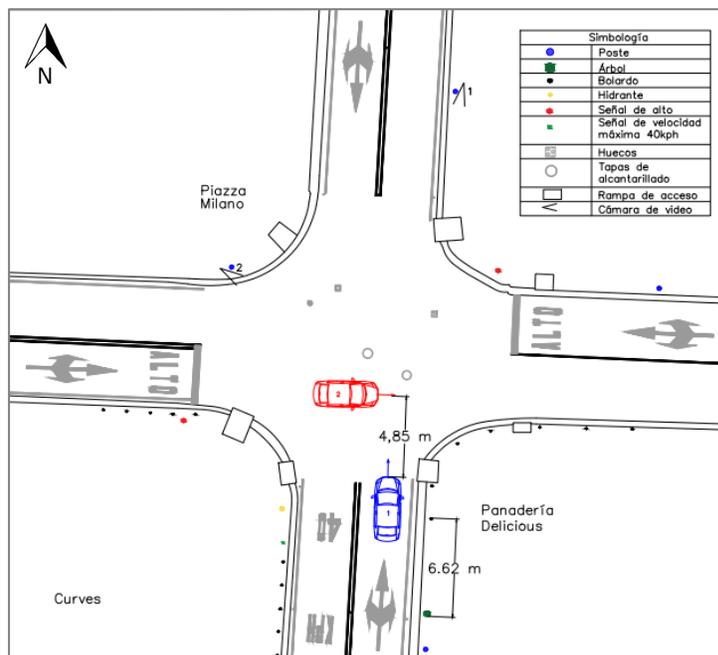
#### 4.2.7.2 Ejemplo de cálculo de variables de conflicto

En esta sección se describe los pasos que se siguieron para calcular la velocidad y el tiempo hasta el accidente del conflicto, pero con un ejemplo práctico. El primer paso comienza con la identificación del evento en los videos, en este caso las vistas de ambas videocámaras se observan en la Figura 53.



**Figura 53.** Vista de conflicto por movimiento directo desde acceso oeste: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2

Como se aprecia en las fotografías el conflicto fue provocado por un movimiento directo desde el acceso oeste, sin embargo, para una mayor identificación entre los accesos también se adjunta el diagrama en la Figura 54.



**Figura 54.** Diagrama de conflicto por movimiento directo desde acceso oeste

Posterior a la identificación del conflicto se debe analizar cuál de los dos usuarios involucrados es el relevante, es decir, el que toma la acción evasiva primero. Ahora bien, en ocasiones ambos usuarios reaccionan de forma simultánea, por lo que es necesario calcular la velocidad y el tiempo hasta el accidente para los dos, como ocurrió en este caso.

Para el cálculo de la velocidad se tomaron puntos de referencia con distancias conocidas, por ejemplo, para el primer usuario se seleccionó como punto de referencia un árbol y un bolardo del acceso sur (señalados en la Figura 54). Ahora, con ayuda de un cronómetro se midió el tiempo que tardó el automóvil en cruzar los dos puntos (0,58 s); conociendo estos valores se obtuvo una velocidad de circulación de 41,1 km/h para el primer usuario (azul) calculada de la siguiente manera:

$$V = 3,6 \cdot \frac{d(p_1, p_2)}{(t_2 - t_1)}, km/h$$

$$V_{usuario\ 1} = 3,6 \cdot \frac{6,62\ m}{0,58\ s} = 41,1\ km/h$$

Para estimar el tiempo hasta el accidente, primero se debe de conocer la distancia proyectada al punto de colisión; para esto es importante contar con un diagrama de la intersección que permita la aproximación de las distancias. Por ejemplo, en la Figura 53b se aprecia que a partir de la imagen captada en el video no es posible conocer con certeza esta distancia proyectada porque el segundo usuario obstruye parcialmente la línea visual, por esto fue necesario tomar puntos de referencia entre los vehículos (bolardos, rampas, tapas de alcantarillado o huecos existentes en la intersección) que permitieran aproximar la ubicación de la parte frontal de cada automóvil y así conocer la distancia entre ellos.

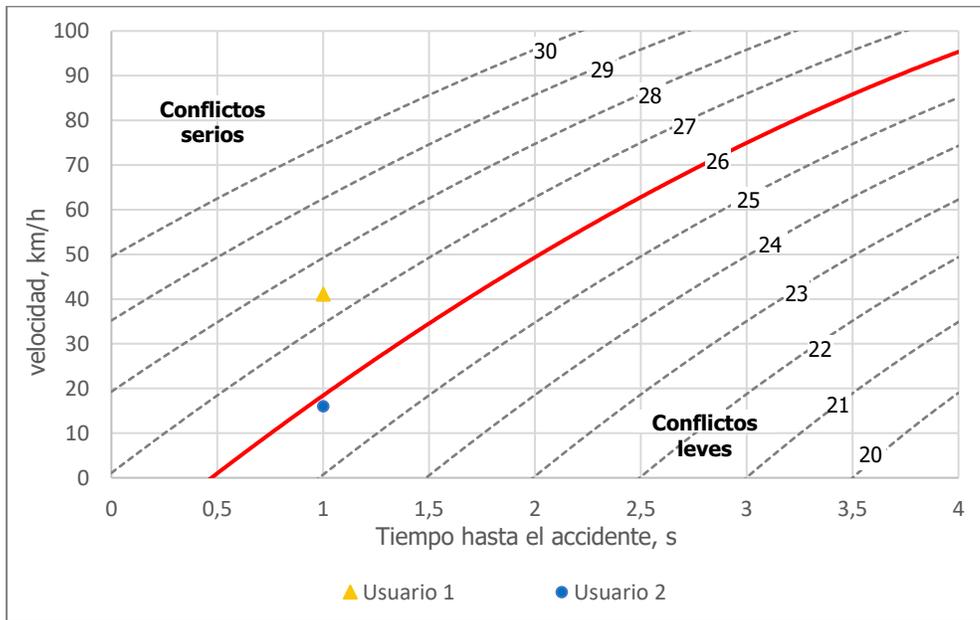
Asimismo, en la Figura 54 se indica aproximadamente las ubicaciones de ambos usuarios y las distancias proyectadas para cada uno. Teniendo esta medida y con la velocidad calculada anteriormente es posible aplicar la siguiente fórmula para conocer el TA:

$$TA = 3,6 \cdot \frac{d}{v}, s$$

$$TA_{usuario\ 1} = 3,6 \cdot \frac{4,85\ m}{41,1\ km/s} = 0,42\ s$$

Como se mencionó anteriormente, en este caso se debió calcular la velocidad y TA para los dos usuarios, por lo que el proceso descrito se repitió para el segundo vehículo involucrado en el conflicto y se obtuvo una velocidad de 16,6 km/h y un TA de 0,75 s.

Finalmente, la categoría de severidad del conflicto, siguiendo lo que establece la técnica sueca, la rigió el usuario con la menor severidad individual, que en este caso es el segundo usuario (ver Figura 55).



**Figura 55.** Diagrama de distribución de severidad para conflicto por un movimiento directo desde el acceso oeste

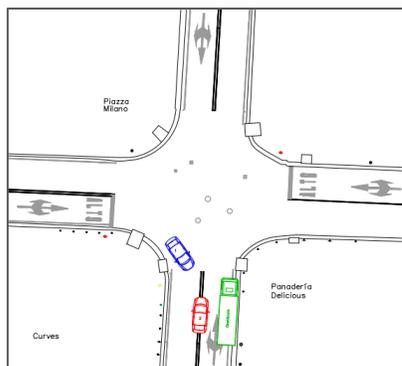
#### 4.2.7.3 Conflictos potenciales e interacciones viales

En las siguientes secciones se muestra los conflictos potenciales como las demás interacciones viales registradas según el tipo de evento, de usuarios involucrados y de las maniobras realizadas. Asimismo, se incluye diagramas de las situaciones para facilitar su comprensión por medio de ayudas visuales.

##### 4.2.7.3.1 Conflictos potenciales vehiculares

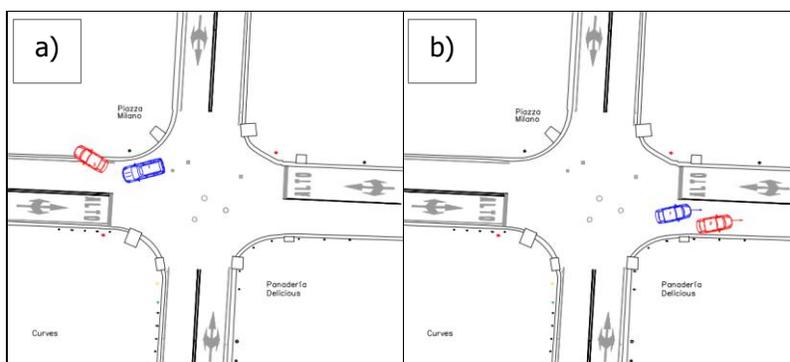
Durante el análisis de la intersección de Curridabat se registraron en total 34 conflictos potenciales entre dos usuarios y uno triple. Además, dentro de esta sección fue necesario agregar tres nuevas categorías para describir situaciones particulares que ocurren en esta intersección, las cuales se explican a continuación:

- **Conflicto potencial por adelantamiento:** ocurre cuando un vehículo que se aproxima intenta adelantar a otro en la vía, lo que lo lleva a atravesar la línea que divide los sentidos de circulación, ocasionando que un segundo vehículo (en otra dirección y con derecho de paso) se encuentre en un conflicto frontal. (Ver Figura 56)



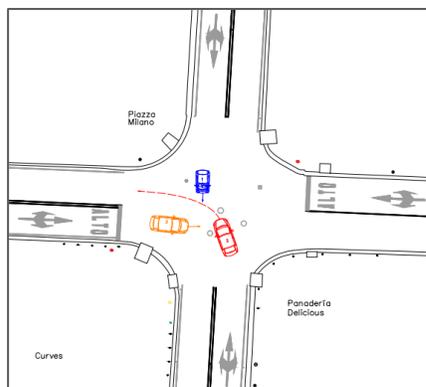
**Figura 56.** Conflicto potencial por adelantamiento

- **Conflicto potencial por ingreso a flujo de tránsito:** sucede cuando un primer vehículo intenta incorporarse al flujo de tránsito, después de estar estacionado u orillado, ocasionando que un segundo vehículo en otra dirección tenga un encuentro lateral o trasero. (Ver Figura 57)



**Figura 57.** Conflicto potencial por ingreso a flujo de tránsito

- **Conflicto potencial triple:** esto se da cuando tres usuarios de la carretera realizan maniobras simultáneamente lo que provoca que todas las trayectorias converjan en un punto de la intersección y el resultado es un encuentro lateral y/o frontal múltiple (ver Figura 58).



**Figura 58.** Conflicto potencial triple

En resumen, se obtuvo que el tipo de conflicto potencial con más porcentaje de repetición (22,86 %) se debe a giros opuestos de manera simultánea, seguido por 20,00 % de los que son causados por movimiento directo desde el acceso este. En el caso de los menos comunes, con solo un suceso, están los ocasionados por giro izquierdo desde el acceso oeste, por adelantamiento y el encuentro triple como se muestra en el Cuadro 12.

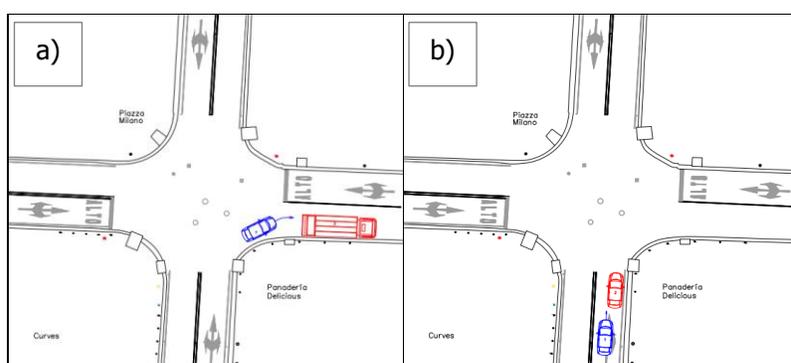
**Cuadro 12.** Resumen de conflictos potenciales registrados en la intersección de Curridabat

Tipo de conflicto potencial	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Interacciones totales por tipo de usuario	Interacciones totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia (%)
Por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	-	7	7	20,00
Por giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	-	3	4	11,43
	Motocicleta	Automóvil	-	1		
Por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	-	5	5	14,28
Por giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	-	1	1	2,86
Por giros opuestos en acceso sur	Automóvil	Automóvil	-	6	7	20,00
	Camión	Automóvil	-	1		
Por giros opuestos en acceso oeste	Automóvil	Automóvil	-	1	1	2,86
Por giro a la izquierda desde vía principal (sur)	Automóvil	Automóvil	-	2	2	5,71
Entre usuarios de vía secundaria desde acceso este	Automóvil	Automóvil	-	3	3	8,57
Entre usuarios de vía secundaria por giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	-	1	1	2,86
Por adelantamiento	Automóvil	Automóvil	-	1	1	2,86
Por ingreso a flujo de tránsito	Automóvil	Automóvil	-	2	2	5,71
Triple	Automóvil	Automóvil	Automóvil	1	1	2,86

En el Cuadro A2 - 1 del Apéndice 2 se detalla las características de cada uno de los cuasiconflictos incluyendo la fecha y hora del suceso, los tipos de usuarios con sus respectivas maniobras. A manera de resumen, también se observan gráficamente los eventos en la Figura A2 - 1.

#### 4.2.7.3.2 Interacción por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía

A diferencia con el conflicto potencial por adelantamiento descrito anteriormente, en este caso no se pone a un tercer usuario de la carretera en un posible encuentro lateral o frontal, sino que el vehículo se detiene esperando que el segundo vehículo siga su curso o lo adelanta de manera segura (Figura 59). En este caso, solo se registraron cinco interacciones de este tipo y sus características se muestran en el Cuadro 13.



**Figura 59.** Interacción por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía

**Cuadro 13.** Interacciones por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	
Obstrucción de paso por vehículo detenido	Fig.59a	105	06:30:08	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Camión	Detenido
		106	06:32:04	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Camión	Detenido
	Fig.59b	107	06:32:32	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Detenido
		49	17:00:20	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Detenido
		2	10:18:45	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Camión	Detenido

#### 4.2.7.3.3 Maniobras no permitidas

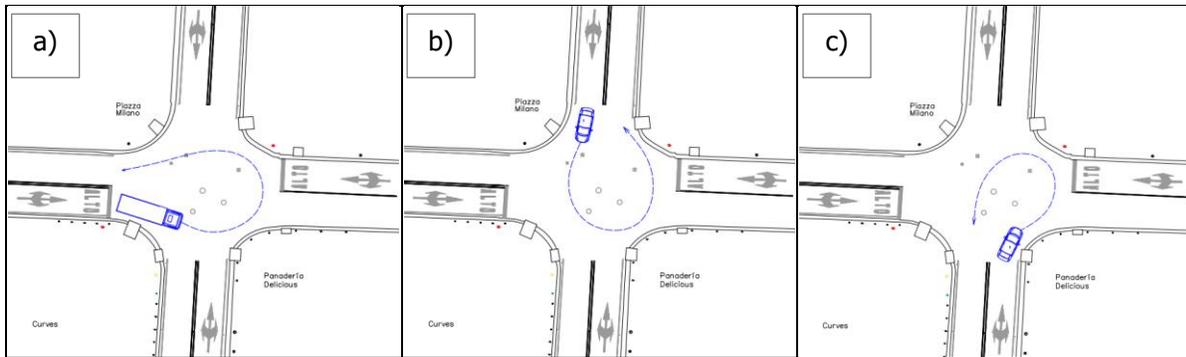
Dentro de las acciones que no están permitidas realizar en la intersección pero que aun así se observaron, están los giros en U y algunos movimientos en dirección opuesta a la reglamentaria. Principalmente, estas maniobras fueron ejecutadas por motociclistas en el transcurso del día y por automóviles cuando el flujo vehicular es menor. Los detalles de los

giros en U registrados se encuentran en el Cuadro 14, en donde 9 son por motociclistas, 6 por automóviles y 1 por un camión; para un total de 16 interacciones de este tipo.

**Cuadro 14.** Giros en U observados en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario	
Giro en U	Fig.60a	74	20:55:02	03/11/2020	Camión
	Fig.60b	80	23:52:37	03/11/2020	Automóvil
	Fig.60c	68	19:52:45	03/11/2020	Automóvil
		88	05:37:00	04/11/2020	Automóvil
		379	05:28:24	05/11/2020	Automóvil
		465	08:13:32	05/11/2020	Automóvil
	Fig.61a	13	11:13:35	03/11/2020	Motocicleta
		16	12:08:10	03/11/2020	Motocicleta
	Fig.61b	31	14:50:43	03/11/2020	Motocicleta
		309	15:49:06	04/11/2020	Motocicleta
	Fig. 61c	34	15:21:48	03/11/2020	Motocicleta
	Fig. 61d	475	09:11:56	05/11/2020	Motocicleta
	Fig. 61e	319	16:32:04	04/11/2020	Motocicleta
	Fig. 61f	37	16:10:34	03/11/2020	Motocicleta
	-	32	14:52:26	03/11/2020	Motocicleta
	-	138	07:45:38	04/11/2020	Automóvil

Asimismo, los giros en U que fueron observados se describen gráficamente en la Figura 60 y Figura 61.



**Figura 60.** Giros en U realizados por automóviles y camiones en la intersección de Curridabat

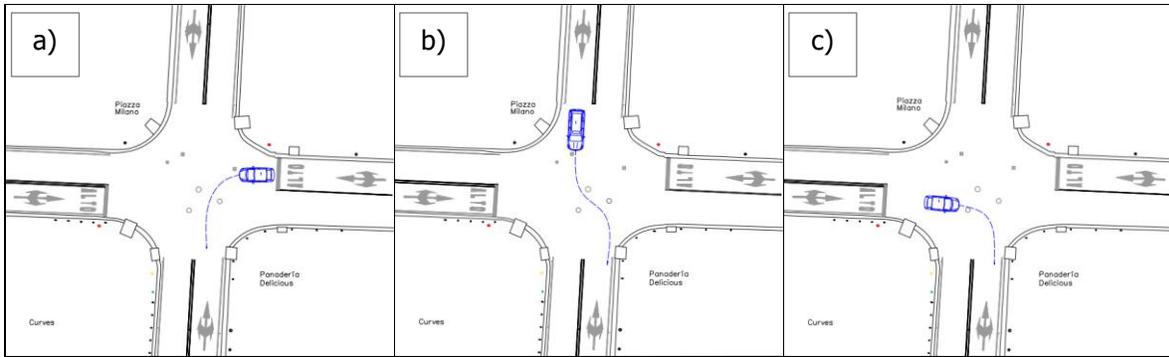


**Figura 61.** Giros en U realizados por motocicletas en la intersección de Curridabat

En cuanto a los cruces de carril para estacionar (Cuadro 15), se observó que el 43,75 % son en sentido norte – sur (Figura 62b) y son realizados entre las 06:20 y las 16:30 horas. Un aspecto a recalcar es que, independientemente de la maniobra realizada, el 81,25% convergen en el acceso sur, específicamente en la esquina donde se encuentra ubicada la Panadería Delicious.

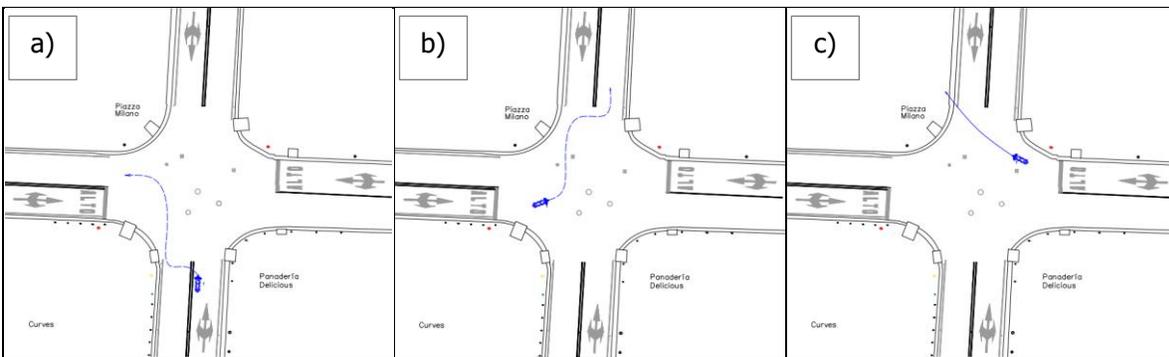
**Cuadro 15.** Cruces de carril para estacionar observados en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario	
Cruce de carril para estacionar: Giro izquierdo desde acceso este	Fig.62a	95	05:57:45	04/11/2020	Automóvil
		113	06:54:30	04/11/2020	Automóvil
		271	12:30:48	04/11/2020	Motocicleta
	-	14	11:24:29	03/11/2020	Motocicleta
Cruce de carril para estacionar: Movimiento directo desde acceso norte	Fig.62b	131	07:37:32	04/11/2020	Automóvil
		278	13:14:47	04/11/2020	Automóvil
		320	16:33:32	04/11/2020	Automóvil
		8	10:47:13	03/11/2020	Motocicleta
		12	11:09:12	03/11/2020	Motocicleta
		296	14:36:48	04/11/2020	Motocicleta
		417	06:26:43	05/11/2020	Motocicleta
Cruce de carril para estacionar: Giro derecho desde acceso oeste	Fig.62c	356	18:10:47	04/11/2020	Automóvil
		305	15:11:53	04/11/2020	Motocicleta
Otros	Fig.63a	264	12:01:37	04/11/2020	Motocicleta
	Fig.63b	353	17:49:21	04/11/2020	Motocicleta
	Fig.63c	365	20:48:42	04/11/2020	Motocicleta



**Figura 62.** Cruces de carril para estacionar realizados en la intersección de Curridabat

Además, también ocurrieron movimientos (que no cuentan con una clasificación específica) donde los motociclistas transitaban parcialmente contravía como se representa en la Figura 63.



**Figura 63.** Ejemplos de otros movimientos contravía realizados por motocicletas en la intersección de Curridabat

#### 4.2.7.3.4 Invasión de carril y ceder campo a vehículos

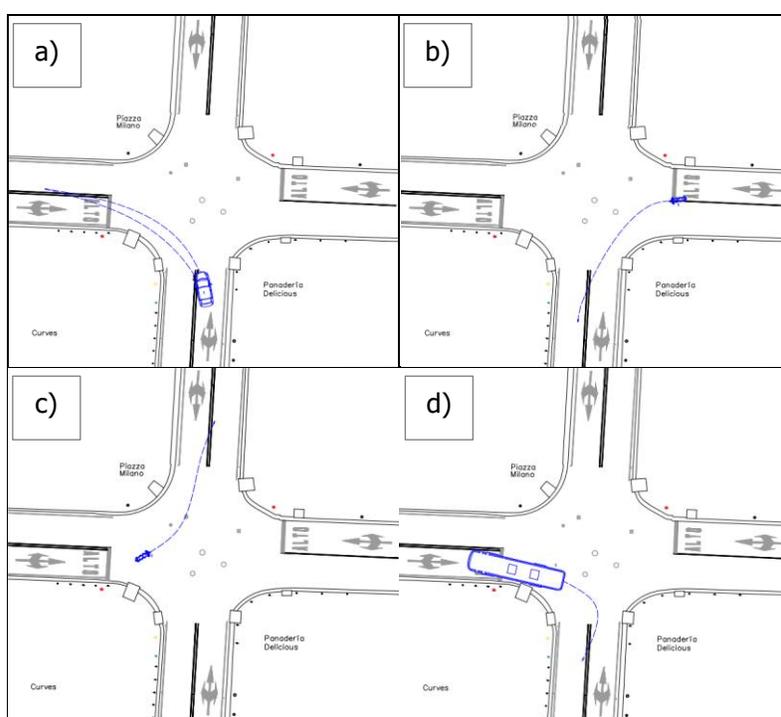
Los vehículos que circulen en cualquier sentido de la vía y quieran realizar un giro izquierdo, deben asegurar que tienen el espacio necesario para ejecutar la maniobra de manera segura sin interferir o invadir los carriles aledaños, con el fin de evitar colisiones frontales o laterales con otros usuarios.

En relación con lo anterior, durante el análisis en la intersección en Curridabat se observaron 136 giros izquierdos (Cuadro 16) en donde el usuario interfirió parcial o en algunos casos totalmente el carril lateral antes de concluir su maniobra de destino. El ejemplo más común de la situación descrita anteriormente se observa en la Figura 64a, donde el giro izquierdo se da desde la vía principal hacia el acceso secundario oeste con 127 interacciones registradas.

Asimismo, se puede describir otro tipo de invasión, pero esta vez causado por el radio de giro de los buses, el cual limita la maniobrabilidad que estos tienen en la geometría de la intersección a la hora de realizar un giro a la derecha como se muestra en la Figura 64d.

**Cuadro 16.** Resumen de las interacciones por invasión de carril por giros cerrados

Tipo de interacción		Usuario	Interacciones totales	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde vía principal (sur)	Fig.64a	Automóvil	114	92,70
		Buseta	1	
		Camión	4	
		Motocicleta	8	
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso este	Fig.64b	Camión	1	5,84
		Motocicleta	7	
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso oeste	Fig.64c	Automóvil	1	0,73
Invasión de carril: Otro	Fig.64d	Bus	1	0,73

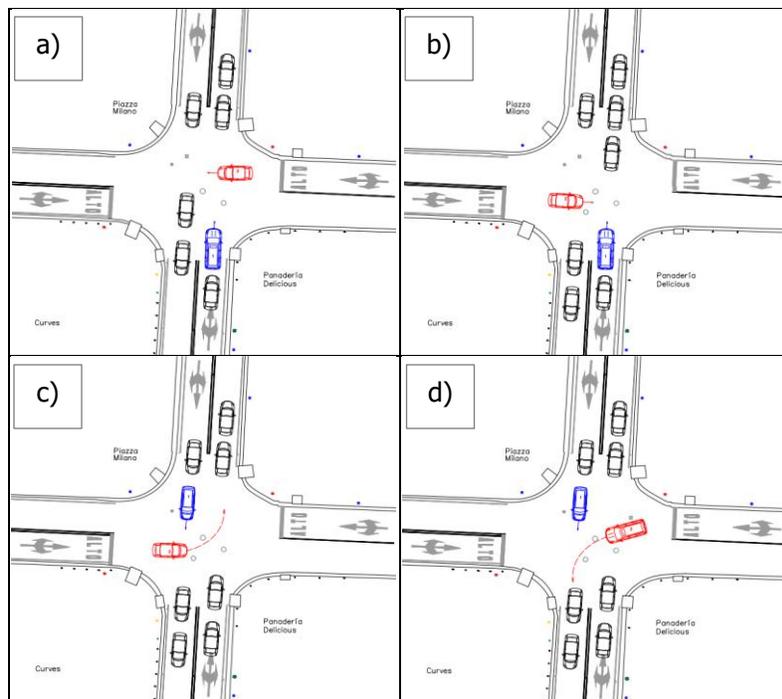
**Figura 64.** Interacciones por invasión de carril por giros cerrados, en Curridabat

También existe la posibilidad de que el flujo de tránsito se vea interrumpido u obstaculizado por los cruces en dos partes, es decir cuando no se hace un movimiento continuo para atravesar la intersección. Algunos de los usuarios realizan este tipo de maniobras al no encontrar o esperar un espacio adecuado entre los vehículos de la vía principal para cruzar la calzada, lo cual obliga a los usuarios con prioridad de paso a esperar que el segundo usuario concluya su maniobra (impidiendo el paso) o que un tercer usuario le ceda campo.

La interacción de este tipo que más se presentó, equivalente a un 52,50 %, fue debido a los usuarios que querían cruzar la intersección desde el acceso secundario este (Figura 65a) y en segundo lugar (30,00 %) por el cruce desde el acceso oeste (Figura 65b).

**Cuadro 17.** Resumen de las interacciones por invasión de carril por cruce en dos partes

Tipo de interacción		Usuario	Interacciones totales tipo de usuario	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Invasión de carril: Movimiento directo desde acceso este	Fig.65a	Automóvil	21	52,50
Invasión de carril: Movimiento directo desde acceso oeste	Fig.65b	Automóvil	11	30,00
		Buseta	1	
Invasión de carril: Giro izquierdo desde acceso oeste	Fig.65c	Automóvil	3	7,50
Invasión de carril: Giro izquierdo desde acceso este	Fig.65d	Automóvil	4	10,00



**Figura 65.** Interacciones por invasión de carril por cruce en 2 partes

Aunado a lo anterior, existe la posibilidad de que los conductores den espacio a otros que no tienen prioridad de paso sobre ellos, de manera completamente voluntaria. En este caso también se hizo un conteo de estas interacciones seguras entre usuarios (Cuadro 18), donde a los usuarios que más les cedieron espacio con un 30,49 % fueron a los que querían realizar

un giro izquierdo desde la vía principal y un movimiento directo desde el acceso secundario este.

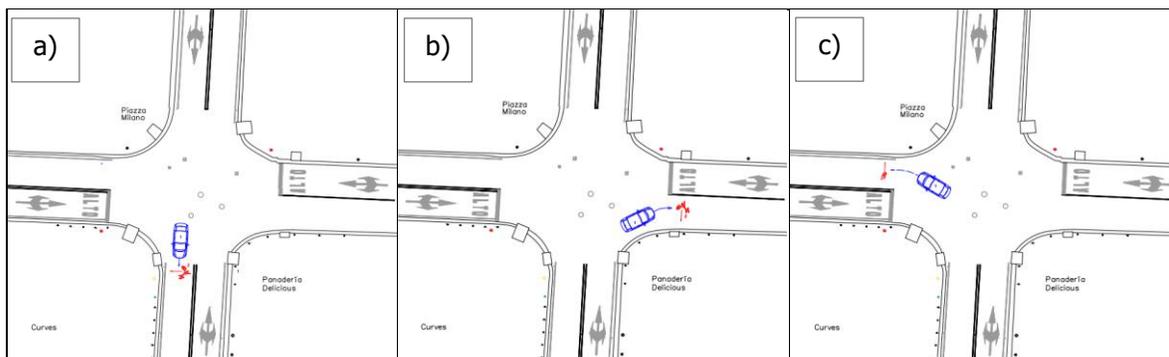
**Cuadro 18.** Resumen de las interacciones de ceder campo a vehículos

Tipo de interacción	Usuario	Interacciones totales por tipo de usuario	Interacciones totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	19	19	23,17
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde acceso oeste	Automóvil	3	4	4,88
	Camión	1		
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde vía principal	Automóvil	23	25	30,49
	Buseta	2		
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso este	Automóvil	23	25	30,49
	Camión	1		
	Motocicleta	1		
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	8	9	10,97
	Motocicleta	1		

#### 4.2.7.3.5 Interacciones con peatones

En esta sección se describe todas las interacciones en las que se vio involucrado un peatón, incluyendo los potenciales conflictos, de los cuales solo fueron observados los siguientes casos:

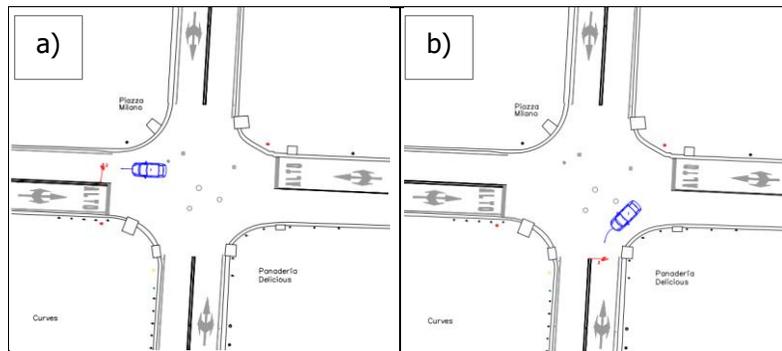
- Conflicto potencial con peatón desde vía principal por:
  - ✓ Movimiento directo (Ver Figura 66 caso a)
  - ✓ Giro derecho (Ver Figura 66 caso b)
  - ✓ Giro izquierdo (Ver Figura 66 caso c)



**Figura 66.** Conflicto potencial con peatón desde vía principal por: a) Movimiento directo, b) Giro derecho, c) Giro izquierdo

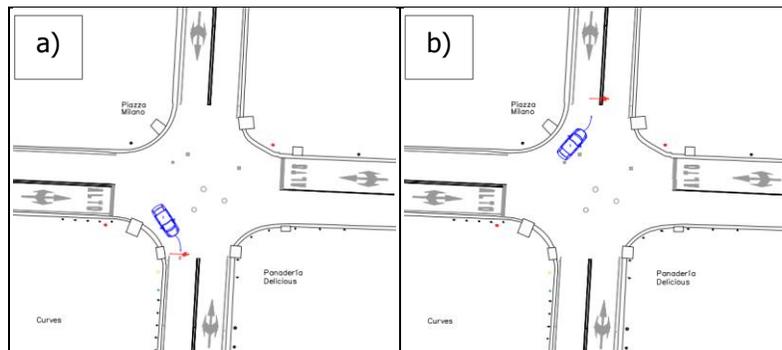
- Conflicto potencial con peatón desde acceso este por:
  - ✓ Movimiento directo (Ver Figura 67 caso a)

- ✓ Giro izquierdo: este caso es particular ya que se combina la invasión del carril contrario con un encuentro peatonal (Ver Figura 67 caso b)



**Figura 67.** Conflicto potencial con peatón desde acceso este por: a) Movimiento directo, b) Giro izquierdo

- Conflicto potencial con peatón desde acceso oeste por:
  - ✓ Giro derecho (Ver Figura 68 caso a)
  - ✓ Giro izquierdo (Ver Figura 68 caso b)



**Figura 68.** Conflicto potencial con peatón desde acceso oeste por: a) Giro derecho, b) Giro izquierdo

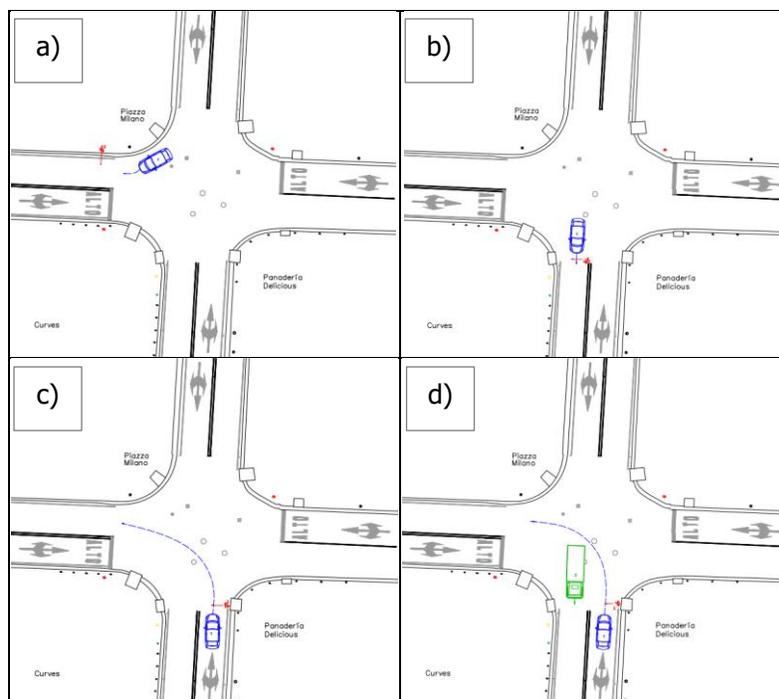
En total se registraron 17 interacciones de este tipo con peatones, en donde las maniobras que más eventos tuvieron fueron: giro derecho e izquierdo desde la vía principal y giro derecho desde el acceso secundario oeste. En el caso de los otros movimientos posibles que se describieron anteriormente, estos se observaron en una menor proporción, como se muestra en el Cuadro 19.

**Cuadro 19.** Cuadro de conflictos potenciales peatonales en la intersección de Curridabat

Tipo de conflicto potencial		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2
					Tipo	Maniobra	Tipo
Conflicto potencial con peatón: Movimiento directo desde acceso norte	Fig.66a	21	13:02:35	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
Conflicto potencial con peatón: Giro derecho desde acceso norte	-	281	13:31:00	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Peatón
		36	16:07:30	03/11/2020	Automóvil		Peatón
		367	20:54:34	04/11/2020	Automóvil		Peatón
Conflicto potencial con peatón: Giro derecho desde acceso sur	Fig.66b	65	18:05:34	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Peatón
Conflicto potencial con peatón: Giro izquierdo desde acceso sur	Fig.66c	9	10:53:40	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Peatón
		285	13:42:45	04/11/2020	Automóvil		Peatón
		336	17:01:40	04/11/2020	Automóvil		Peatón
		141	07:47:31	04/11/2020	Automóvil		Peatón
Conflicto potencial con peatón: Movimiento directo desde acceso este	Fig.67a	287	13:51:18	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
Conflicto potencial con peatón: Giro izquierdo desde acceso este	Fig.67b	314	15:59:53	04/11/2020	Buseta	Giro izquierdo	Peatón
		350	17:40:06	04/11/2020	Automóvil		Peatón
Conflicto potencial con peatón: Giro derecho desde acceso oeste	Fig.68a	155	10:10:27	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Peatón
		160	10:40:56	04/11/2020	Automóvil		Peatón
		277	12:56:57	04/11/2020	Automóvil		Peatón
		352	17:45:56	04/11/2020	Automóvil		Peatón
Conflicto potencial con peatón: Giro izquierdo desde acceso oeste	Fig.68b	425	06:43:26	05/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Peatón

Aunado a las interacciones anteriores, existe la posibilidad de que los vehículos con prioridad de paso le quieran dar espacio a los peatones para que crucen la calzada de manera segura. Y esto puede ocurrir de dos formas: mientras que el peatón espera encontrar un espacio en el flujo que le permita cruzar desde la acera, caño o bordillo (ver Figura 69 caso a) o en un segundo caso desde la línea centro o de barrera (ver Figura 69 caso b).

Ahora bien, también es común que los peatones crucen en el acceso sur por la panadería, por lo tanto hay usuarios que les ceden espacio desde la vía principal (ver Figura 69 caso c); asimismo surge la posibilidad donde un primer usuario le cede campo a un peatón (que espera desde la acera, caño o bordillo) para que cruce hasta la línea que divide los sentidos de circulación, mientras que un tercer usuario se detiene para hacer lo mismo, pero en sentido opuesto al del primer usuario, para que finalmente el peatón atraviese ambos carriles (ver Figura 69 caso d).



**Figura 69.** Interacciones peatonales en la intersección de Curridabat: Ceder campo a peatón

Tomando en cuenta lo descrito anteriormente y según los resultados que se muestran en el Cuadro 20, el 72,22 % de los usuarios que le cedieron campo a un peatón realizaron alguna maniobra desde la vía principal, mientras que solo el 16,67 % se dieron por los usuarios de los accesos secundarios.

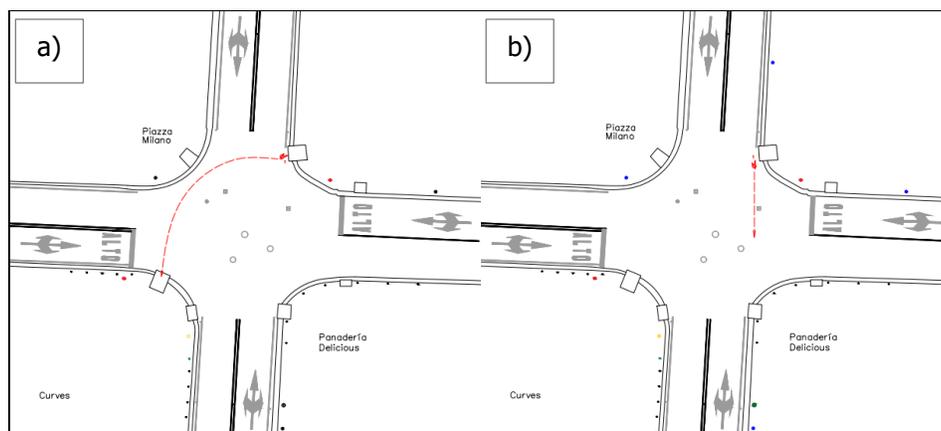
**Cuadro 20.** Resumen de interacciones por ceder campo a peatón en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción		Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Interacciones totales por tipo de usuario	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde vía principal	Fig.69b	Automóvil	Peatón	-	7	44,44
		Camión	Peatón	-	1	
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde vía secundaria	-	Automóvil	Peatón	-	2	11,11
Ceder campo a peatón: Giro derecho desde vía principal	Fig.69a	Automóvil	Peatón	-	3	16,67
Ceder campo a peatón: Giro derecho desde vía secundaria	-	Automóvil	Peatón	-	1	5,56
Ceder campo a peatón: Giro izquierdo desde vía principal	Fig.69c	Automóvil	Peatón	-	2	11,11
Ceder campo a peatón: Otro	Fig.69d	Buseta	Peatón	Automóvil	1	11,11
		Automóvil	Peatón	Camión	1	

Finalmente, durante las horas de estudio se observó a dos peatones caminando en la calzada, en sentido norte-sur, y a otros tres cruzando la calle con la trayectoria que se muestra en la Figura 70 (caso a).

**Cuadro 21.** Cuadro de interacciones peatonales sobre la calzada

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario	
Peatón en calzada	Fig.70a	370	21:32:34	04/11/2020	Peatón
		377	04:11:44	05/11/2020	Peatón
		476	09:18:45	05/11/2020	Peatón
	Fig.70b	380	05:32:45	05/11/2020	Peatón
		397	05:54:06	05/11/2020	Peatón



**Figura 70.** Diagrama de interacciones peatonales sobre la calzada en Curridabat

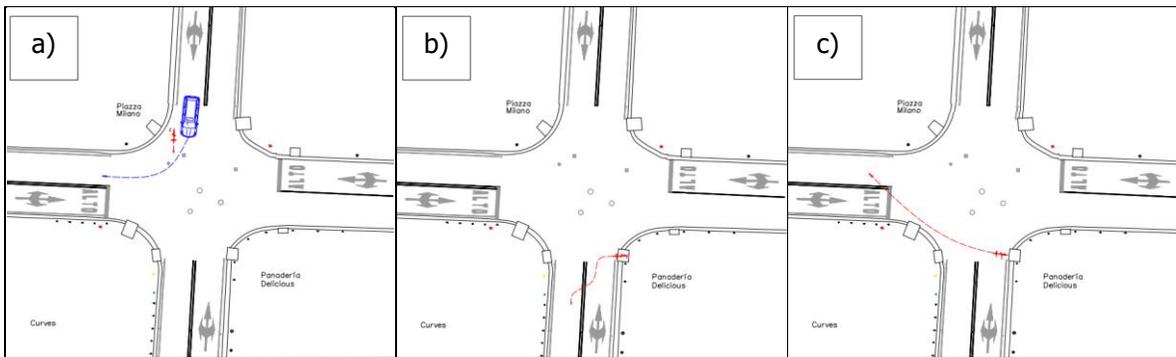
#### 4.2.7.3.6 Interacciones con ciclistas

Principalmente ocurren cuando un ciclista cruza frente a un vehículo con derecho de paso, creando un encuentro lateral o frontal. Pero también hay otras maniobras por las que un ciclista puede estar frente a una situación potencialmente conflictiva, como lo es el ejemplo de la Figura 71 (caso a), en este caso el usuario de la bicicleta decide adelantar por la derecha a un automóvil que pretende realizar un giro a la derecha, lo que resulta en un encuentro lateral entre ambos.

También, ocurrieron situaciones en donde los ciclistas realizan maniobras similares a las de los vehículos automotores, descritas en las secciones anteriores, solo que ejecutadas por otro tipo de usuario. Como lo son los casos de: los movimientos contravía (ver Figura 62) y las invasiones de carril por giros cerrados (ver Figura 64).

Y al igual que en los casos anteriores existen movimientos que no tienen una clasificación específica por ser particulares, por ejemplo, las trayectorias seguidas por los ciclistas de la

Figura 71b y Figura 71c. Y todas las características de las interacciones con ciclistas se encuentran con más detalle en el Cuadro 22.



**Figura 71.** Interacciones con ciclistas en intersección de Curridabat

**Cuadro 22.** Interacciones con ciclistas en intersección de Curridabat

Tipo de interacción	Fig.	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
					Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Conflicto potencial con ciclista: Adelantamiento por la derecha	Fig.71a	371	21:38:37	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Bicicleta	Movimiento directo
Cruce de carril para estacionar: Giro izquierdo desde acceso oeste	Fig.62a	148	08:43:56	04/11/2020	Bicicleta	Giro izquierdo	-	-
Movimiento contravía: Otros	Fig.71b	333	16:42:19	04/11/2020	Bicicleta	-	-	-
	Fig.71c	404	06:00:46	05/11/2020	Bicicleta	-	-	-
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso este	Fig.64b	139	07:46:46	04/11/2020	Bicicleta	Giro izquierdo	-	-
		461	07:56:44	05/11/2020	Bicicleta	Giro izquierdo	-	-
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde vía principal (sur)	Fig.64a	411	06:18:08	05/11/2020	Bicicleta	Giro izquierdo	-	-

#### 4.2.7.3.7 Otras interacciones

Dentro del periodo de estudio elegido pueden ocurrir situaciones que afecten el comportamiento típico de los usuarios de la carretera, provocando que se vean obligados a realizar maniobras que no son las usuales.

Un ejemplo de esto puede ser un choque, el cual interfiere en el flujo de tránsito en la vía, pero solo está presente por un lapso determinado y posterior a esto se espera que la circulación vuelva a la normalidad.

Ahora bien, haciendo enfoque en lo que sucedió en la intersección de Curridabat el día 04 de noviembre, específicamente entre las 10:51 y las 11:56 horas, se dio un choque trasero por un movimiento en la misma dirección en el acceso secundario oeste (Figura 72).



**Figura 72.** Vista del choque entre automóviles en acceso oeste desde: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2

Debido a esto la movilidad de los usuarios de este acceso se vio limitada aproximadamente por una hora, lo que resultó en la presencia de algunas nuevas interacciones que no se habían visto antes en el cruce, así como la repetición de otras. Durante este tiempo se contabilizaron 100 interacciones en total, la mayoría son situaciones que ya se han presentado y descrito en las secciones anteriores con la salvedad de que en este caso está presente una obstrucción continuamente (el choque). Por esta razón, solo se incluye una descripción de las nuevas interacciones, pero aun así se adjunta el diagrama de cada tipo para facilitar la comprensión.

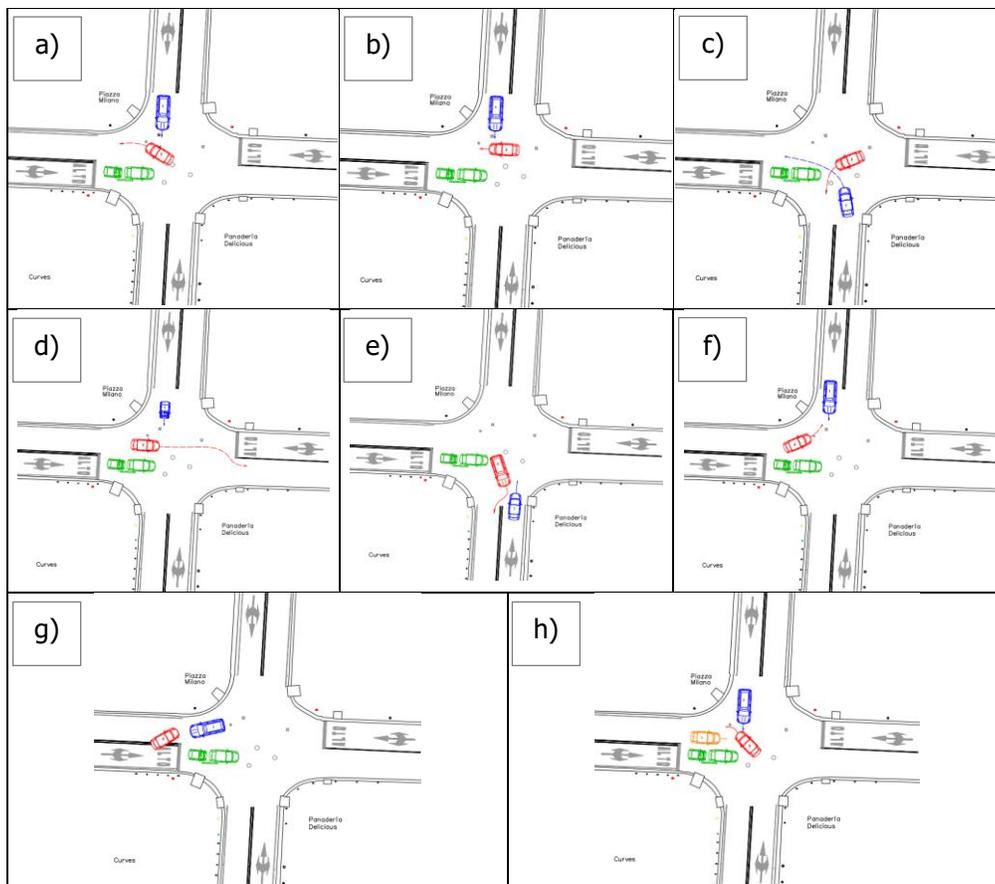
En el Cuadro 23 se muestra un resumen de los conflictos potenciales que se registraron mientras se mantuvo la obstrucción en el acceso oeste, como se ve todos los tipos ya se habían presenciado anteriormente, excepto el encuentro por giro derecho desde acceso oeste. (Ver Figura 73 caso e)

Además, en algunas ocasiones al realizar el viraje descrito anteriormente fue necesario ejecutar un giro de tres puntos para completar el giro. Este es un método para que un vehículo haga una maniobra de cambio de sentido de circulación en un espacio limitado y se repitió seis veces en el lapso estudiado.

**Cuadro 23.** Resumen de conflictos potenciales durante presencia de choque en la intersección de Curridabat

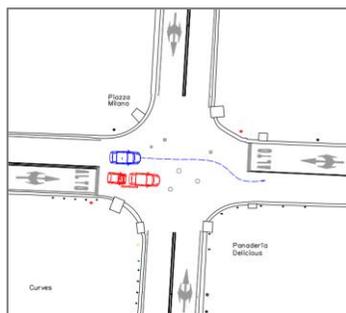
Tipo de conflicto potencial		Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Total, por tipo de usuario	Porcentaje de ocurrencia %
Conflicto potencial por giro izquierdo desde la vía principal (sur)	Fig.73a	Automóvil	Automóvil	-	1	1,96
Conflicto potencial por movimiento directo desde acceso este	Fig.73b	Automóvil	Automóvil	-	1	1,96
Conflicto potencial por giro izquierdo desde acceso este	Fig.73c	Automóvil	Automóvil	-	3	5,88
Conflicto potencial por movimiento directo desde acceso oeste	Fig.73d	Automóvil	Automóvil	-	13	27,45
		Automóvil	Camión	-	1	
Conflicto potencial por giro a la derecha desde acceso oeste	Fig.73e	Automóvil	Automóvil	-	8	23,53
		Camión	Automóvil	-	2	
		Automóvil	Camión	-	1	
		Motocicleta	Automóvil	-	1	
Conflicto potencial por giro izquierdo desde acceso oeste	Fig.73f	Buseta	Automóvil	-	1	3,92
		Automóvil	Automóvil	-	1	
Conflicto potencial por adelantamiento	Fig.73g	Automóvil	Automóvil	-	8	25,49
		Camión	Automóvil	-	3	
		Automóvil	Camión	-	1	
		Motocicleta	Camión	-	1	
Conflicto potencial triple	Fig.73h	Automóvil	Automóvil	Automóvil	4	9,80
		Automóvil	Camión	Automóvil	1	

Como es de esperar la mayoría son producto del choque, por ejemplo, realizar un movimiento directo desde la izquierda equivale a un 27,45 % de los encuentros durante esta hora, seguido de intentar adelantar los vehículos detenidos con un 25,49 % y en tercer lugar virar a la derecha desde la izquierda, caso que antes no se daba. Es decir que solo estas tres interacciones encierran el 76,47 % del total que ocurrieron en aproximadamente una hora.



**Figura 73.** Ejemplos de conflictos potenciales vehiculares: a) Giro izquierdo desde vía principal, b) Movimiento directo desde acceso este, c) Giro izquierdo desde acceso este, d) Movimiento directo desde acceso oeste, e) Giro derecho desde acceso oeste, f) Giro izquierdo desde acceso oeste, g) Por adelantarse obstáculo, h) Triple

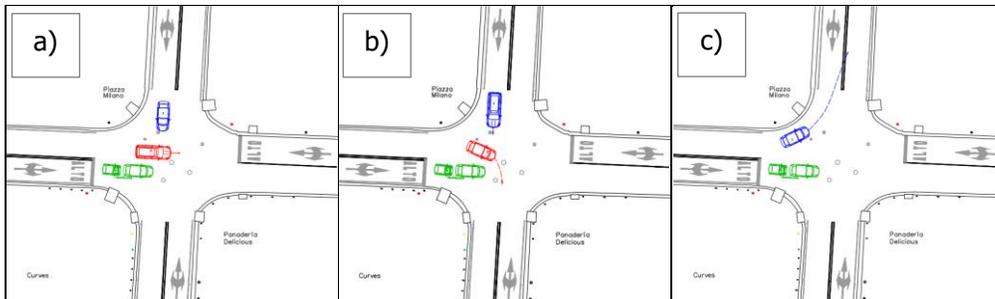
Por otra parte, en la sección 4.2.7.3.2 se habló sobre la obstrucción de paso debido a un vehículo detenido en la calzada, situación que se repitió, pero esta vez en otro acceso como se ve en el diagrama de la Figura 74. Además, solo se registraron cinco maniobras de esta categoría realizadas en automóvil y una en camión.



**Figura 74.** Ejemplo de obstrucción de paso por vehículo detenido

Igualmente, se dieron tres tipos de invasiones a carriles laterales:

- Por cruce en dos partes, pero esta vez producto del movimiento directo desde acceso oeste. (Ver Figura 75 caso a)
- Por giro a la derecha, esta acción es especial ya que la ubicación del choque en la calzada limita este tipo de viraje. (Ver Figura 75 caso b)
- Por giro izquierdo cerrado desde acceso oeste. (Ver Figura 75 caso c)



**Figura 75.** Ejemplo de invasión de carril por: a) Cruce en dos partes: Movimiento directo desde acceso oeste, b) Giro derecho desde acceso oeste, c) Giro izquierdo cerrado desde acceso oeste

Ahora bien, debido al congestionamiento vial que produjo el accidente, es de esperar que los usuarios tengan que ceder espacio voluntariamente para facilitar la movilidad en el cruce; por esto el Cuadro 24 es un resumen de dichas maniobras y en el Cuadro A2 - 5 del Apéndice 2 se adjuntan con mayor detalle.

**Cuadro 24.** Resumen de interacciones por ceder campo a vehículo durante choque en Curridabat

Tipo de interacción		Usuario	Interacciones totales por tipo de usuario	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde la vía principal (sur)	Fig.76a	Automóvil	18	62,50
		Camión	1	
		Motocicleta	1	
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso este	Fig.76b	Automóvil	2	6,25
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde acceso este	Fig.76c	Automóvil	2	6,25
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso oeste	Fig.76d	Automóvil	6	18,75
Ceder campo a vehículo: Giro derecho desde acceso oeste	Fig.76e	Automóvil	2	6,25

En base con la información del cuadro anterior, es posible ver con facilidad que los usuarios que más necesitaron que les cedieran espacio fueron los que desde el sur de la vía principal

querían girar a la izquierda (acceso donde se encuentra el choque), con 20 repeticiones lo que equivale a un 62,50 % del total.



**Figura 76.** Ejemplo de ceder campo a vehículo: a) Giro izquierdo desde vía principal, b) Movimiento directo desde acceso este, c) Giro izquierdo desde acceso este, d) Movimiento directo desde acceso oeste, e) Giro derecho desde acceso oeste

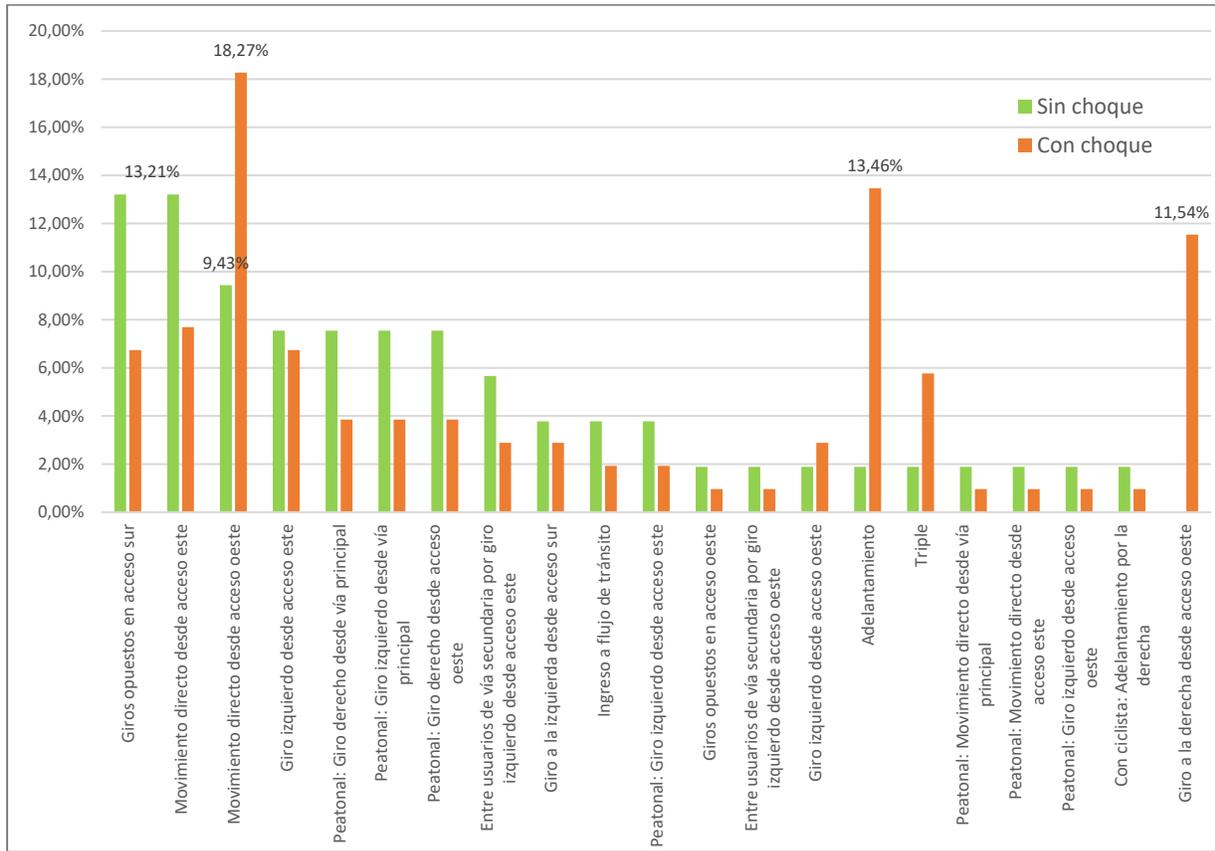
#### 4.2.7.3.8 Resumen de conflictos e interacciones viales en Curridabat

Esta sección resume los conflictos potenciales y todas las interacciones que ocurrieron en la intersección de Curridabat. Además, se van a comparar los resultados obtenidos si no se hubiera hecho una separación entre el comportamiento de la intersección con y sin el choque vial ocurrido durante el tiempo de análisis.

En primer lugar, se tiene un total de 53 conflictos potenciales (vehiculares, peatonales y con ciclistas) sin considerar el efecto del choque vial; sin embargo, si este se toma en cuenta la cantidad de cuasiconflictos aumenta a 104 registros. Ahora bien, al comparar los resultados de ambas situaciones, en el gráfico de la Figura 77 se observa que presentan diferencias.

Si se analizan los resultados (sin el choque) se tiene que los potenciales conflictos más significativos son los ocasionados por giros opuestos en el acceso sur y por el movimiento directo desde el acceso este, cada uno con 13,21 %. Mientras que si el análisis se realiza con todos los eventos registrados se destacan tres maniobras conflictivas: el movimiento directo desde el acceso oeste (18,27 %), seguida del adelantamiento (13,46 %) y el giro a la derecha

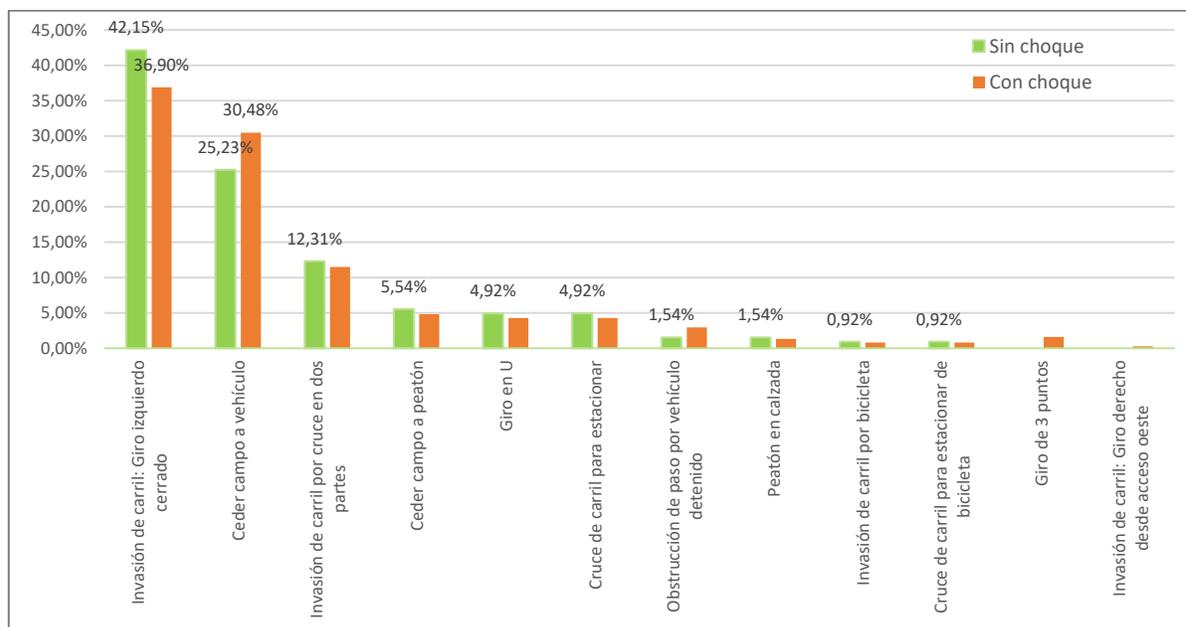
desde el acceso oeste (11,54 %); recalcando que en todos estos eventos tiene participación el lugar donde estaban los vehículos involucrados en el choque trasero (acceso oeste).



**Figura 77.** Gráfico de conflictos potenciales en la intersección de Curridabat

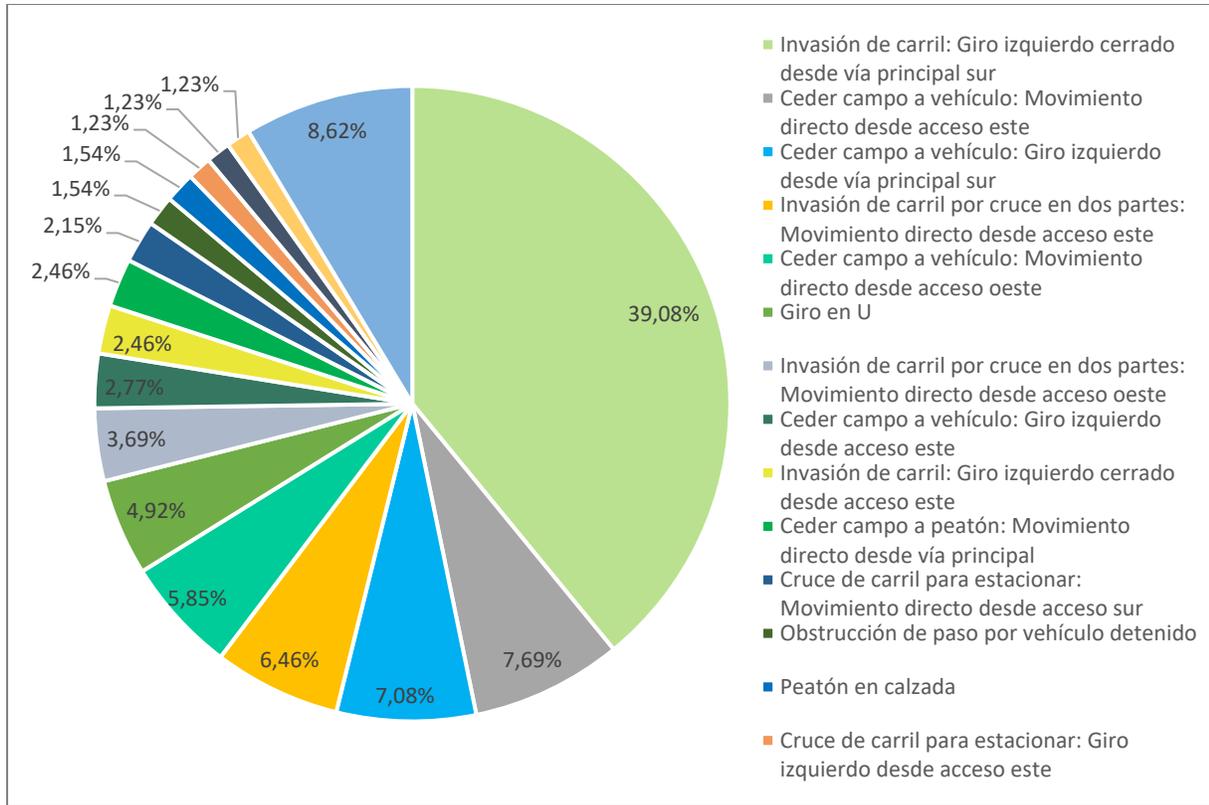
Para las interacciones igualmente se hizo la diferencia en cómo se ven afectadas si se toman en cuenta todos los eventos registrados; en este caso se analizaron 325 eventos sin el choque y 374 con el choque. Como se observa en el gráfico de la Figura 78, los tipos con más repeticiones no varían, por ejemplo, en ambos casos los que presentan los porcentajes más altos son las invasiones a carriles laterales por realizar algún giro izquierdo. En cuanto a otras interacciones que eventualmente pueden representar situaciones conflictivas se encuentran los cruces en dos partes (12,31 %), los giros en U y los cruces de carril para estacionar, con un 4,92 % cada uno. Asimismo, aunque es una situación que no genera ningún riesgo se destaca un aumento en la necesidad de ceder campo a otros vehículos debido a que el choque congestionó la intersección al obstaculizar el paso del acceso oeste.

A pesar de lo anterior, realmente las interacciones no presentan diferencias tan grandes como las observadas en los conflictos potenciales, con la salvedad de que se presentaron dos categorías nuevas a la hora de analizar el comportamiento de la intersección durante el choque.



**Figura 78.** Gráfico de interacciones en la intersección de Curridabat

Ahora bien, si solo se toman en cuenta las interacciones mientras el choque no estuvo presente, pero sin agruparlas para detallar mejor las maniobras que estuvieron involucradas, predominan las invasiones de carril por giros izquierdos desde la vía principal (39,08 %) y por cruces en dos partes al cruzar por movimiento directo desde el acceso este (6,46 %). Asimismo, en la intersección se destaca ceder campo a otros usuarios para estas mismas maniobras solo que con un 7,69 % y 7,08 % de ocurrencia, como se puede ver en el gráfico de la Figura 79.



**Figura 79.** Gráfico de interacciones en la intersección de Curridabat (sin choque)

### 4.3 Zona de estudio en Montes de Oca

#### 4.3.1 Ubicación

La segunda intersección que se eligió se ubica en el cantón de Montes de Oca en la provincia de San José, específicamente entre el cruce de la avenida 27 y la calle 81 (ver Figura 80). En este caso no se hace referencia al distrito al que pertenece ya que tanto el acceso norte como el este se encuentran justo en el límite distrital entre Sabanilla y Mercedes; pero de igual manera que en la intersección anterior se adjuntan las coordenadas geográficas en el Cuadro 25. Esta zona esté conformada principalmente por casas de habitación en todo su perímetro, por lo tanto, su uso de suelo es residencial.

**Cuadro 25.** Coordenadas geográficas de las intersecciones estudiadas

Intersección	Cantón	Distrito	Coordenadas CRTM05		Coordenadas Lambert Norte	
			x	y	x	y
2	Montes de Oca	-	495519.97	1099854.93	531859.14	214489.22



**Figura 80.** Intersección analizada en Montes de Oca

#### **4.3.2 Inventario físico y operativo**

El inventario físico también se elaboró en dos partes, la primera fue de manera manual y la segunda con una imagen georreferenciada obtenida con la ayuda de un dron. Asimismo, se tomaron fotografías (ver Figura 81) con la intención de darle al lector una mejor idea de las condiciones actuales. Al igual que en la primera zona de estudio, se debe tomar en cuenta que al adjuntar fotografías lo ideal es que en todas aparezca un mismo punto de referencia que sobresalga para que al observador le sea más fácil ubicarse en el sitio.

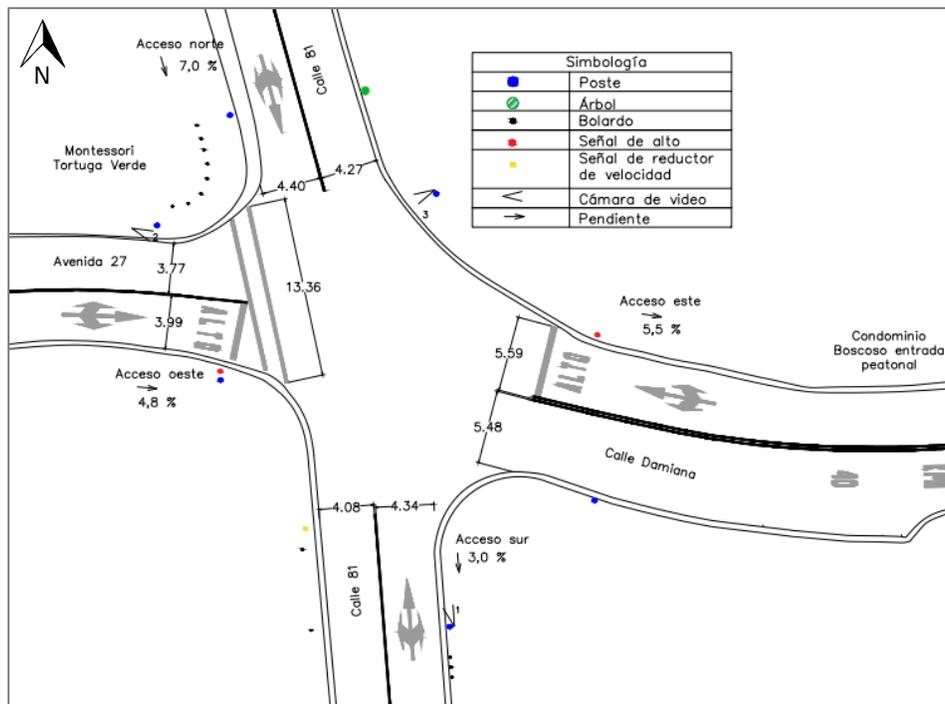


**Figura 81.** Fotografías de la intersección analizada en Mercedes: a) Vista del acceso sur, b) Vista desde el acceso oeste, c) Vista desde el acceso norte y d) Viste desde el acceso este

Al unir los datos recopilados en campo con la imagen obtenida con el dron (Figura 82) se creó el diagrama físico que se muestra en la Figura 83.



**Figura 82.** Fotografía aérea tomada de la intersección de Montes de Oca empleando el dron



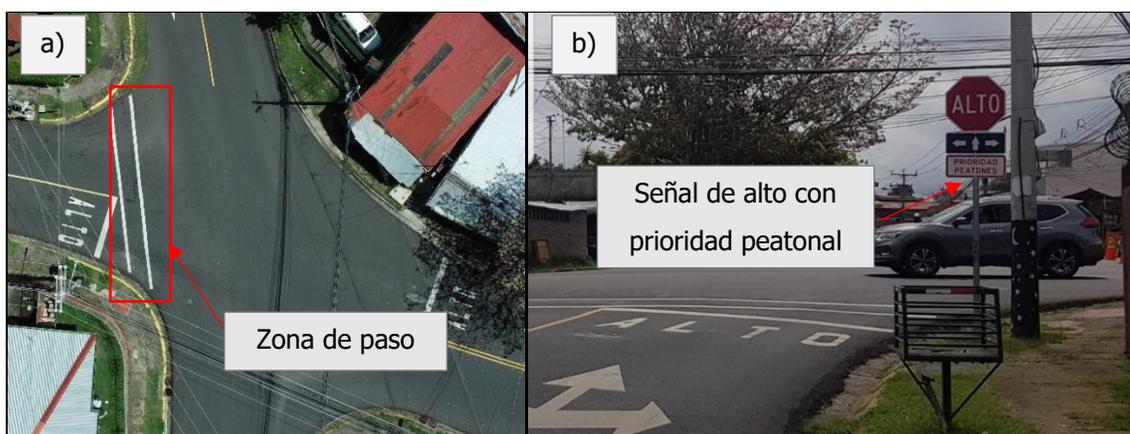
**Figura 83.** Diagrama de intersección de Montes de Oca

Esta intersección no es simétrica pero igualmente está compuesta por cuatro accesos; la vía principal se encuentra en sentido norte-sur y la secundaria en sentido este-oeste. Todos los

accesos tienen tres tipos de maniobra permitidos (movimiento directo, giro izquierdo y giro derecho), en donde el paso de los usuarios de la vía secundaria está regulado mediante señales de alto.

La velocidad máxima permitida en sentido oeste-este es de 40 km/h, y como se observa en la Figura 81b el estado de la pintura de la demarcación horizontal permite que sea visible para los conductores. En general el estado de la pintura del resto de la demarcación vial horizontal puede ser percibida visualmente sin esfuerzo en toda el área de observación. Asimismo, cuenta con señales de reglamentación y de prevención en buen estado y en ubicaciones visibles para los usuarios de la carretera. (Ver Figura 81)

La principal diferencia operativa es que esta intersección, en el acceso oeste, tiene una zona de paso que le facilita a los peatones el cruce de la vía; en la Figura 84 se muestra que esta zona se encuentra debidamente demarcada en la calzada y cuenta con la señal de alto con prioridad peatonal.

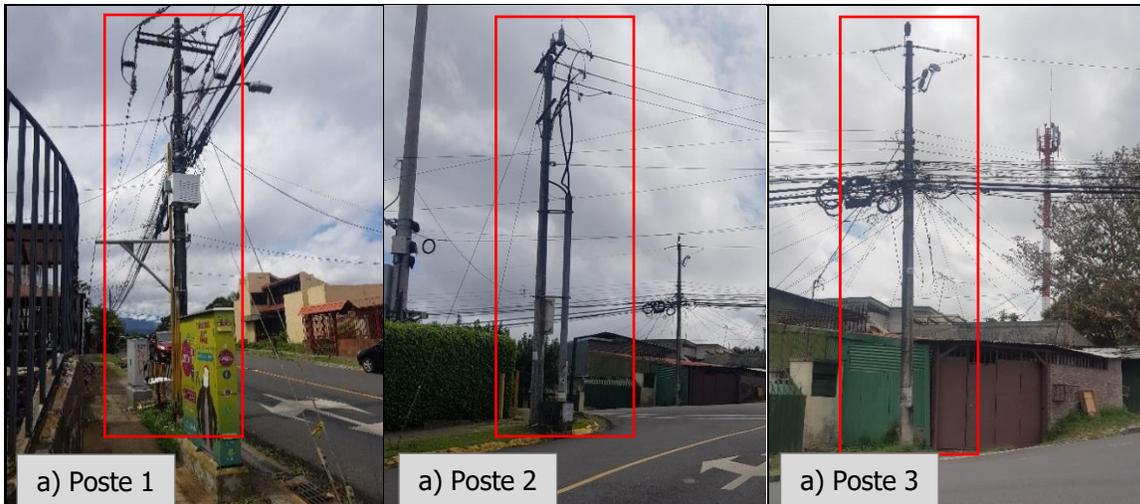


**Figura 84.** Acceso oeste de la intersección de Mercedes: a) Zona de paso, b) Señal de prioridad peatonal

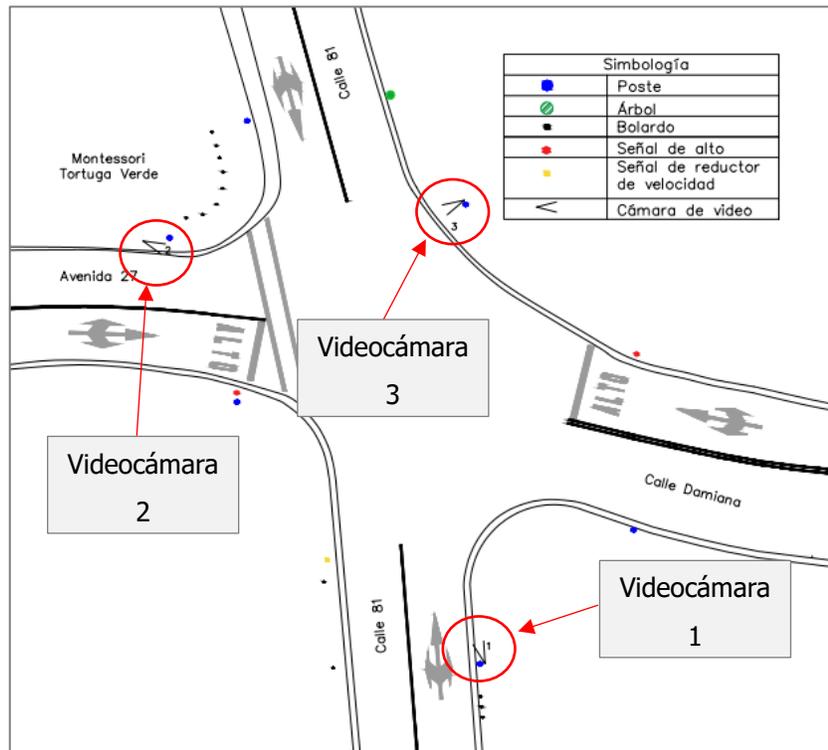
Por otra parte, a primera vista dentro de las características evidentes que pueden causar problemas de tráfico se tiene que desde la línea de parada del acceso este los conductores no tienen un rango visual que les permita ver adecuadamente la vía principal.

#### **4.3.3 Sobre los observadores**

Para esta intersección fue necesario la instalación de tres videocámaras para disminuir la existencia de puntos ciegos que impidieran la recolección de detalles relevantes en el estudio. En la Figura 85 están las fotografías de los postes que fueron seleccionados y en el diagrama de la Figura 86 se señala la posición respectiva de cada uno en la intersección.



**Figura 85.** Postes eléctricos empleados para la instalación de videocámaras en intersección de Montes de Oca



**Figura 86.** Ubicación de las videocámaras en la intersección de Montes de Oca

En cuanto al número de observadores, igual que el caso anterior solo se recurrió a uno por las mismas razones antes mencionadas.

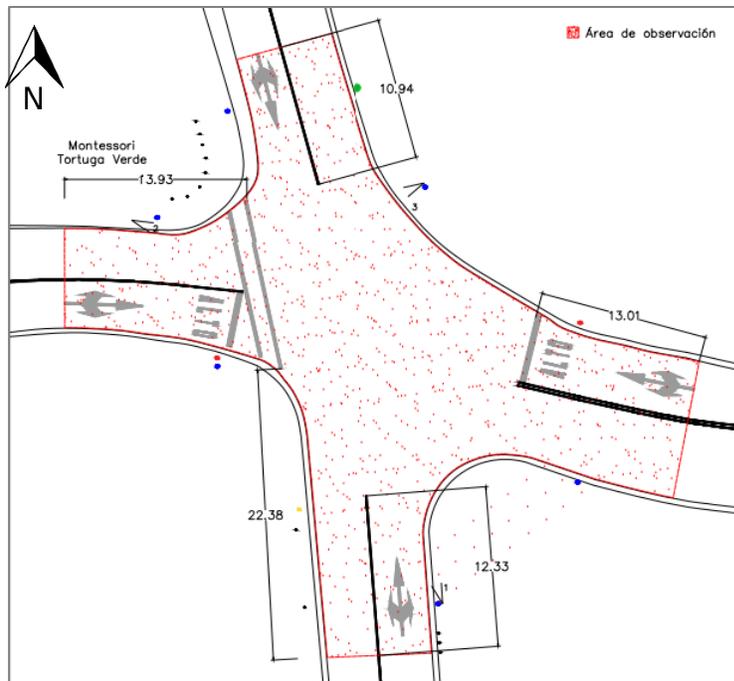
#### 4.3.4 Área de observación

El área de observación de las intersecciones se encuentra delimitada principalmente por el rango visual que captan las videocámaras. Se adjunta la Figura 87 para mostrar el área de captada por las videocámaras.



**Figura 87.** Rango visual de las videocámaras en Montes de Oca: a) Videocámara 1, b) Videocámara 2, c) Videocámara 3

En la Figura 88 define el área de observación para la intersección, tomando en cuenta que el estudio comprende todas las maniobras que los usuarios realicen en los cuatro accesos y el rango de observación.



**Figura 88.** Área de observación en la intersección de Montes de Oca

#### **4.3.5 Periodo de observación**

En el caso de la segunda intersección (Monte de Oca) el periodo total se redujo a 26 horas y 46 minutos debido a una falla en la batería de una de las cámaras de video; de igual manera la recopilación de datos se hizo en lapsos de 30 min desde las 09:26 a.m. del 13/04/2021 hasta las 11:12 a.m. del 14/04/2021. De igual forma se hizo un análisis continuo, para incluir las horas pico de la mañana y de la tarde; así como el periodo de almuerzo y condiciones de flujo relativamente bajo.

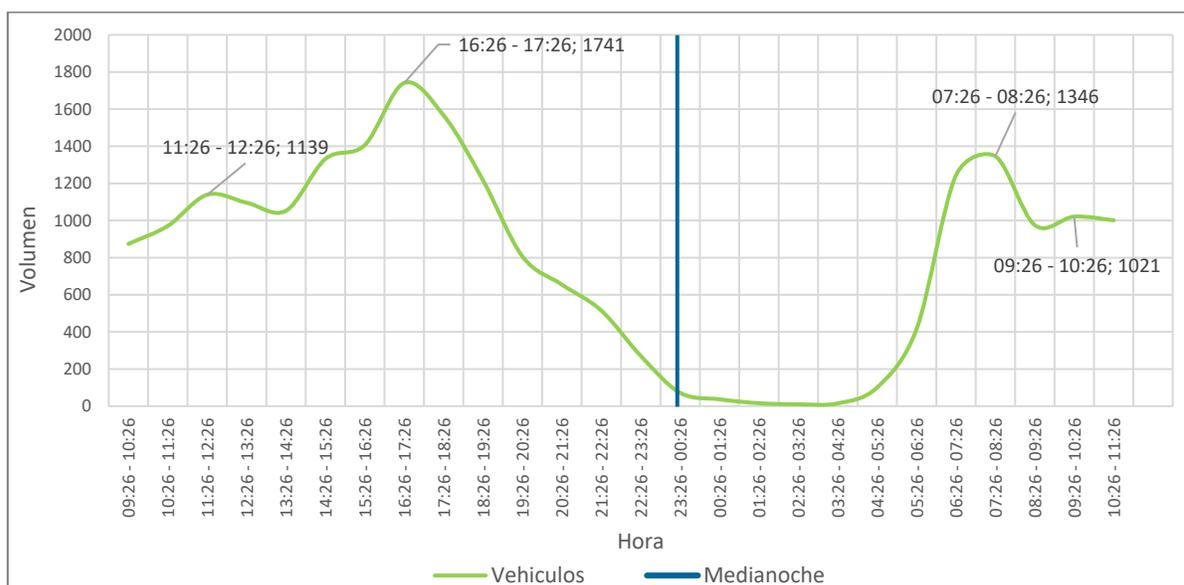
#### **4.3.6 Flujos vehiculares y peatonales**

Para el conteo vehicular se registraron todos los movimientos de giro en los cuatro accesos de la intersección de Montes de Oca. Además, se contabilizó la cantidad de peatones que cruzaron la calzada, sin incluir a las personas que solamente transitaron por la acera, ya que se sale del área de observación previamente delimitada.

En el Cuadro A4- 6 se adjunta todos los conteos de vehículos motorizados y peatonales detallados y en el Cuadro A4- 7 se encuentran los conteos de las bicicletas que circularon en el periodo de estudio. Todos los registros se hicieron en lapsos de media hora y también se agruparon para graficar la cantidad de vehículos que circulan por hora del día como se muestra en la Figura 89. Aquí se observa que el flujo máximo de la mañana se alcanza entre las 7:30

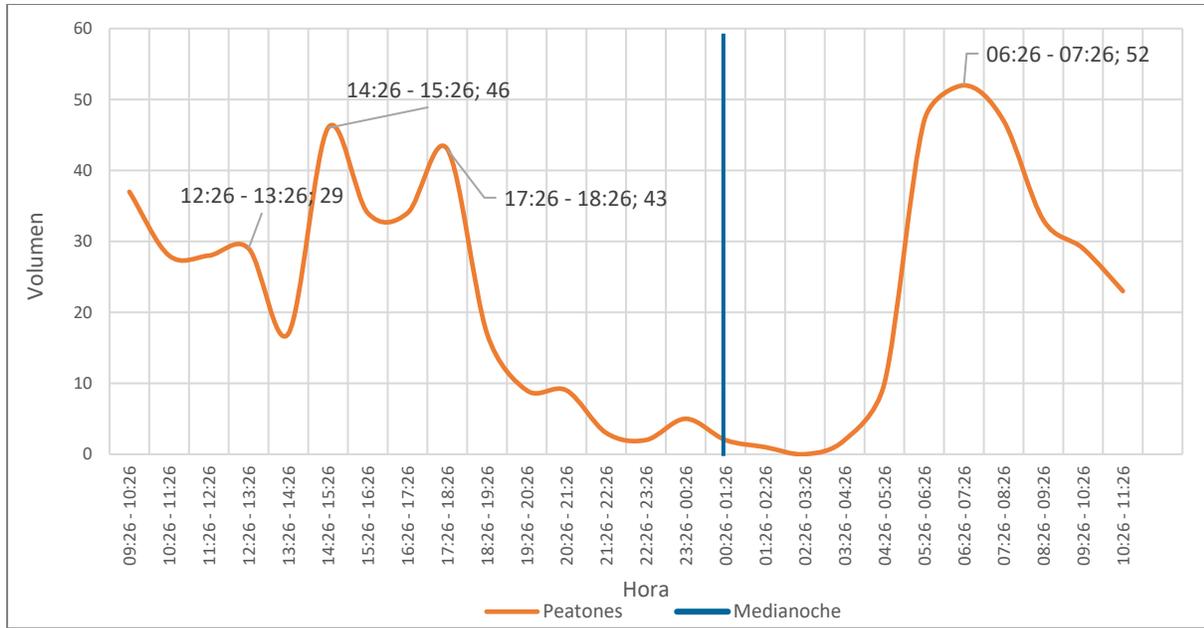
a.m. y 8:30 a.m. mientras que el de la tarde ocurre alrededor de las 4:30 p.m. y 5:30 p.m. En relación con las horas intermedias a estos picos, se tienen flujos menores; además de la presencia de un pequeño aumento al acercarse el mediodía.

Igualmente, los conteos se hicieron mientras regía solamente la restricción vehicular nocturna por la emergencia nacional por la pandemia del COVID 19, la cual no permitía la circulación de vehículos entre las 11:00 p.m. y las de 5:00 a.m. es razonable que sea dentro de este periodo que se presentaran los menores flujos.



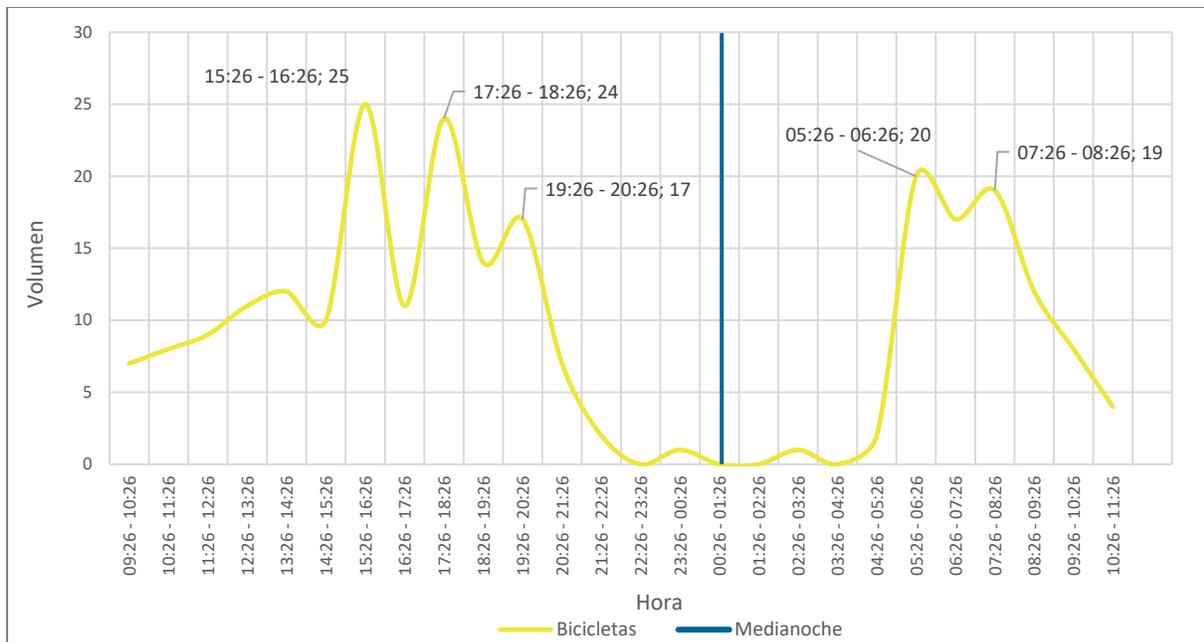
**Figura 89.** Gráfica de flujos vehiculares en intersección de Montes de Oca, con TPD de 9510 vehículos

Los flujos peatonales comienzan a aumentar a partir de las 4:00 a.m. alcanzando su punto máximo entre las 06:30 y 07:30 de la mañana con 52 personas. Después de ahí comienza a descender hasta observar un pico entre las dos y tres de la tarde. Asimismo, se dio otro pico entre las 17:30 y 18:30 horas, aunque fue menor que los otros dos mencionados.



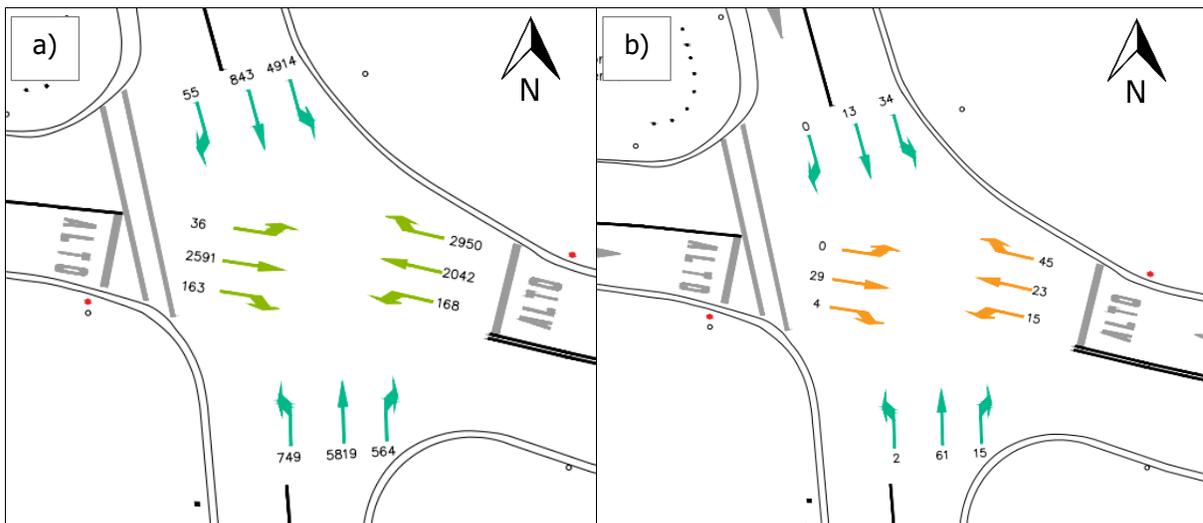
**Figura 90.** Gráfica de flujos peatonales en intersección de Montes de Oca

En cuanto a el flujo de ciclistas que transitaron en la zona se tiene la Figura 91, en donde se puede ver que tiene un comportamiento muy fluctuante al largo del día. Aun así, es posible destacar que el punto máximo se dio alrededor de las 15:30 y 16:30 de la tarde, posterior a esto la curva decae y vuelve a alcanzar otro pico entre las 17:30 y 18:30 casi de la misma magnitud. Por otra parte, en la mañana se tiene que el pico máximo ocurre entre las 5:30 a.m. y 6:30 a.m.



**Figura 91.** Gráfica de flujos de bicicletas en intersección de Montes de Oca

Si bien es cierto que la mayor parte del volumen que transita proviene de los accesos de las vías principales, también es relevante contemplar la cantidad de movimientos de giro en cada uno de los accesos. En la Figura 92 se muestra un diagrama de la intersección con los volúmenes vehiculares que fueron registrados durante todo el periodo de estudio según la maniobra que realizaron.



**Figura 92.** Diagrama de cantidad de movimientos por cada acceso, Montes de Oca: a) Vehículos motorizados, b) Bicicletas

### 4.3.7 Resultados de la intersección de Montes de Oca

#### 4.3.7.1 Conflictos viales

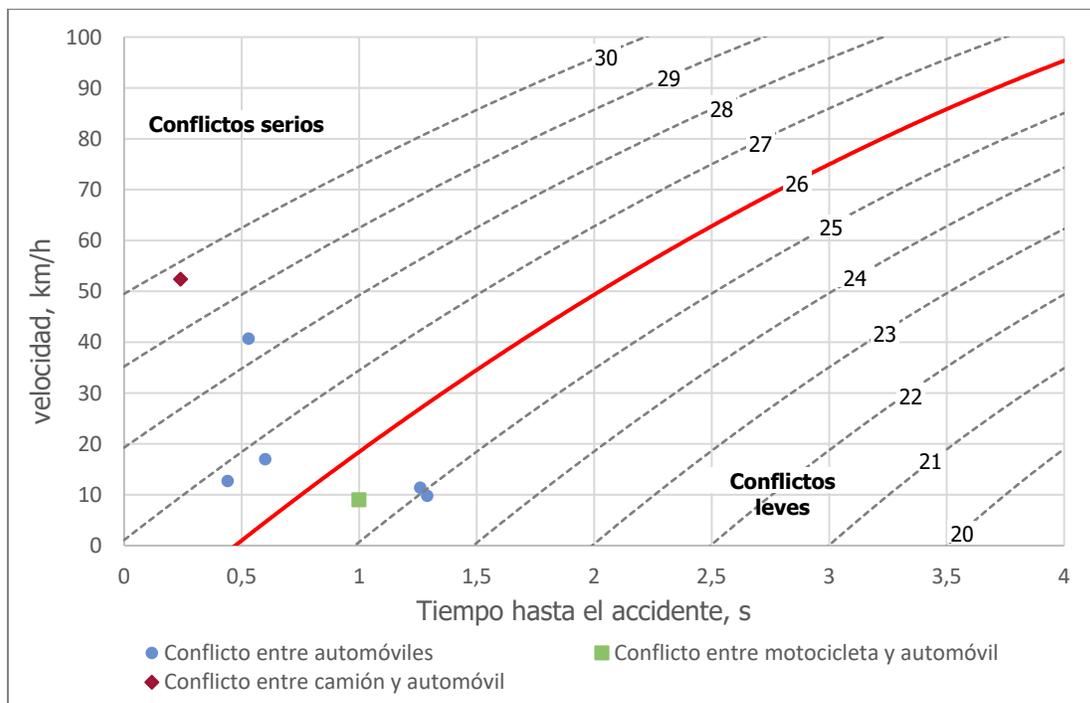
Con base en el levantamiento realizado durante las 26 horas, se observó 7 conflictos principalmente entre conductores de automóviles con un 71,43 % del total. Aun así, se lograron identificar en menor proporción conflictos con otros dos usuarios de vehículos motorizados: camión (14,28 %) y motocicleta (14,28 %). Al igual que en la anterior intersección estudiada, los detalles de cada conflicto junto con el boceto que describe lo sucedido se encuentra en el Apéndice 3 y en esta sección se adjunta un resumen (Cuadro 26); donde el usuario uno es el que tiene el derecho de paso y el usuario dos es quien genera el conflicto.

**Cuadro 26.** Resumen de conflictos registrados en la intersección de Montes de Oca

ID del conflicto	Fecha y hora	Tipo de conflicto	Usuario 1	Usuario 2	Velocidad (km/h)	TA (s)	Severidad
2	13/04/2021 11:01:36 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	11,40	1,26	25
4	13/04/2021 17:24:45 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	12,70	0,44	26
7	14/04/2021 06:47:23 a.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	9,80	1,29	25
5	13/04/2021 17:46:59 p.m.	Conflicto por giro izquierdo desde vía principal sur	Automóvil	Automóvil	17,00	0,60	26
6	13/04/2021 17:47:40 p.m.	Conflicto por giro izquierdo desde vía principal norte	Automóvil	Automóvil	40,70	0,53	28
3	13/04/2021 12:11:11 p.m.	Conflicto por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Motocicleta	9,00	1,04	25
1	13/04/2021 10:15:56 a.m.	Conflicto por giro izquierdo desde vía principal sur	Camión	Automóvil	52,40	0,24	29

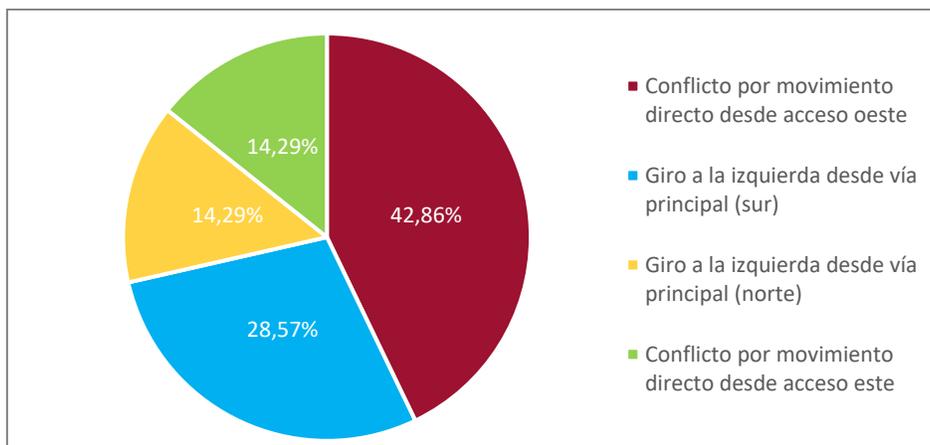
Nota: Los conflictos están clasificados por un código de color según el tipo de usuario involucrado: a) Gris: solo automóviles, b) Verde: con motociclista y c) Azul: con camión

En el diagrama de la Figura 93 se presenta que 3 de los conflictos registrados (lo que equivale al 42,86 %) se encuentran por debajo de la línea límite roja (26), por lo que el 57,14 % restante es equivalente a conflictos serios. Igualmente, también se muestra los conflictos según el tipo de usuario involucrado en el evento, donde se aprecia que solo fueron clasificados como serios sucesos en donde se vieron involucrados automóviles y un camión, mientras que en leves hay presencia de automóviles, así como un evento con motocicleta.



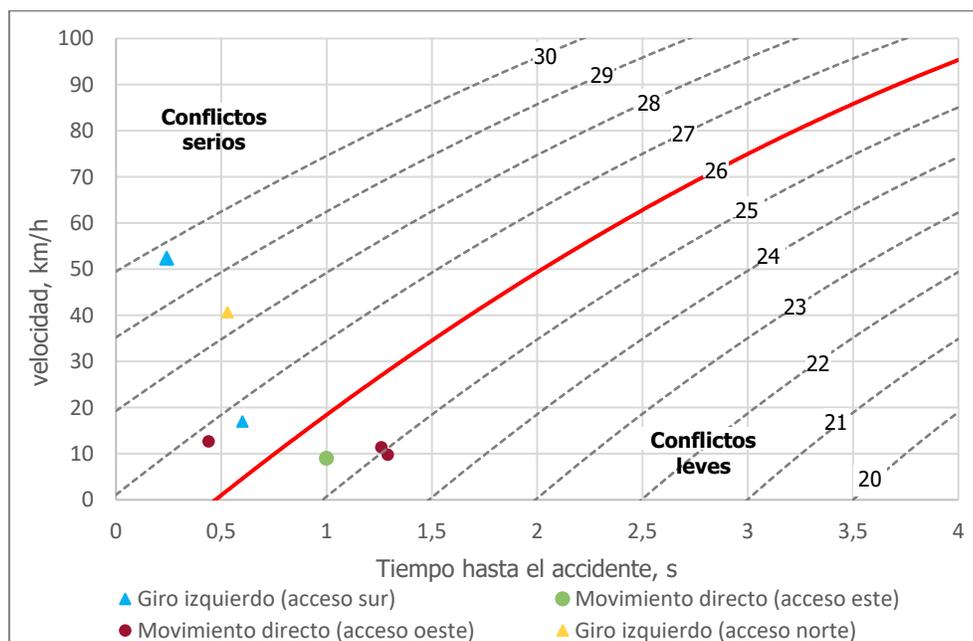
**Figura 93.** Diagrama de distribución de severidad de conflictos según tipo de usuario, en intersección de Montes de Oca

Por otra parte, si se agrupan según las maniobras que realizaron los usuarios, solo se dieron cuatro tipos de conflictos, como se ve en el gráfico Figura 94. Aquí también se aprecia que los conflictos con mayor número de repeticiones fueron ocasionados por: movimiento directo desde el acceso oeste (42,86 %) y por giro a la izquierda desde el acceso sur (28,57 %).



**Figura 94.** Gráfico de porcentaje de ocurrencia según tipo de conflicto, en intersección de Montes de Oca

Además, en el diagrama de severidad de la Figura 95, se observa que los conflictos serios son principalmente debidos a giros izquierdos desde la vía principal, haciendo salvedad de que existe uno producto de movimiento directo desde el acceso oeste.



**Figura 95.** Diagrama de distribución de severidad por tipo de conflicto, en intersección de Montes de Oca

#### 4.3.7.2 Conflictos potenciales e interacciones viales

En esta sección se muestra los conflictos potenciales, así como las demás interacciones viales registradas según el tipo de evento, de usuarios involucrados y de las maniobras realizadas. Asimismo, en algunos casos se incluye diagramas de las situaciones para facilitar su comprensión por medio de ayudas visuales.

##### 4.3.7.2.1 Conflictos potenciales vehiculares

Durante el análisis de la intersección de Montes de Oca se registraron en total 17 conflictos potenciales vehiculares entre dos usuarios. En resumen, se obtuvo que el tipo de conflicto potencial con más porcentaje de repetición (35,29 %) se debe al movimiento directo desde el acceso oeste, seguido por un 29,41 % por los que son causados por giros izquierdos desde el acceso norte. En el caso de los menos comunes, con solo un suceso (lo que equivale al 5,88 %), están los ocasionados en una misma dirección y por giros izquierdos, pero desde el sur, como se muestra en el Cuadro 27. Asimismo, el 52,94 % de los eventos son por intentar cruzar la intersección desde algún acceso secundario.

**Cuadro 27.** Resumen de conflictos potenciales vehiculares registrados en la intersección de Montes de Oca

Tipo de conflicto potencial	Usuario 1	Usuario 2	Interacciones totales por tipo de usuario	Interacciones totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia (%)
En una misma dirección (acceso este)	Automóvil	Automóvil	1	1	5,88
Por movimiento directo desde acceso este	Automóvil	Automóvil	3	3	17,65
Por movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	Automóvil	4	6	35,29
	Motocicleta	Automóvil	1		
	Automóvil	Motocicleta	1		
Por giro a la izquierda desde vía principal norte	Automóvil	Automóvil	5	5	29,41
Por giro a la izquierda desde vía principal sur	Automóvil	Automóvil	2	2	11,76

En el Cuadro A4- 1 del Apéndice 4 se detallan las características de cada uno de los cuasiconflictos incluyendo la fecha y hora del suceso, los tipos de usuarios con sus respectivas maniobras.

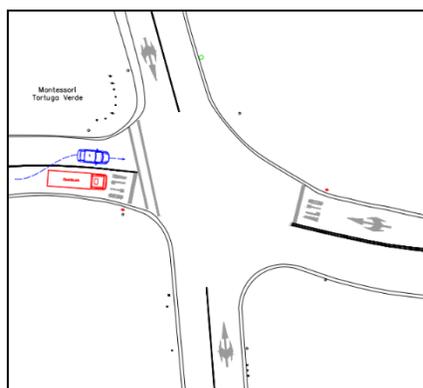
##### 4.3.7.2.2 Interacciones por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía

Al igual que en la intersección anterior se dieron los casos en donde un vehículo obstaculizó el paso del acceso oeste por lo que los otros usuarios se vieron obligados a adelantarlos para

seguir su curso. En este caso, solo se registraron cuatro interacciones de este tipo y sus características se muestran en el Cuadro 28.

**Cuadro 28.** Interacciones por obstrucción de paso por vehículo detenido en la vía

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	
Obstrucción de paso por vehículo detenido	Fig.96	248	20:51:01	13/04/2021	Automóvil	Adelantamiento	Camión	Detenido
		249	20:51:12	13/04/2021	Automóvil	Adelantamiento	Camión	Detenido
		250	20:52:42	13/04/2021	Automóvil	Adelantamiento	Camión	Detenido
		251	20:53:26	13/04/2021	Automóvil	Adelantamiento	Camión	Detenido



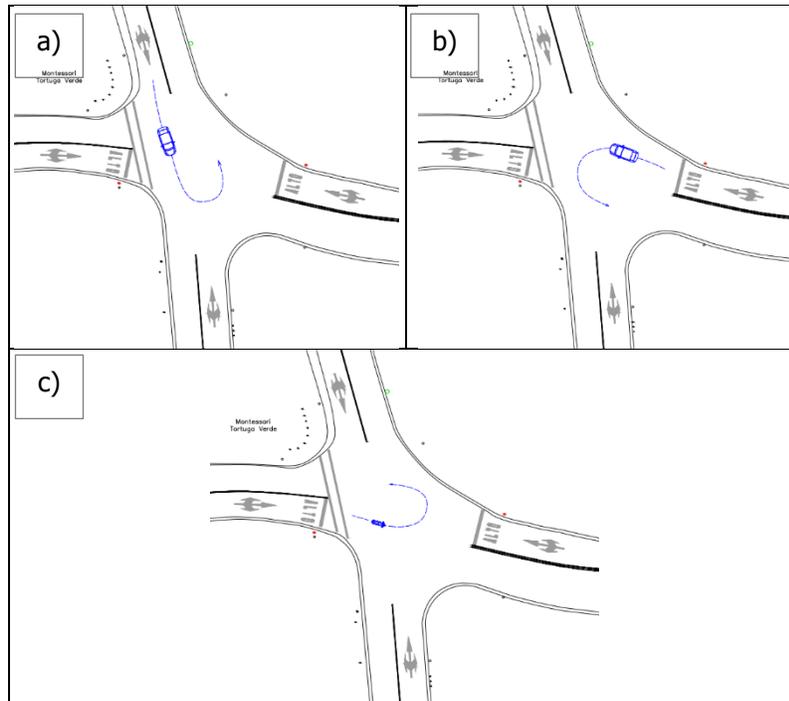
**Figura 96.** Interacción por obstrucción de paso por vehículo detenido en Montes de Oca

#### 4.3.7.2.3 Maniobras no permitidas

Al igual que en la intersección anterior, dentro de las acciones que no están permitidas realizar en la intersección pero que aun así se observaron se encuentran los giros en U y algunos movimientos en dirección opuesta a la reglamentaria. Los detalles de los giros en U registrados se encuentran en el Cuadro 29, en donde 2 fueron por motociclistas, 7 por automóviles, 1 por una buseta y 1 por un camión; para un total de 11 interacciones de este tipo. Asimismo, los giros en U que fueron observados se describen gráficamente en la Figura 97.

**Cuadro 29.** Giros en U observados en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario	
Giro en U desde acceso norte	Fig.97a	70	13:19:25	13/04/2021	Automóvil
		360	10:04:44	14/04/2021	Automóvil
Giro en U desde acceso este	Fig.97b	9	09:55:46	13/04/2021	Buseta
		62	12:47:09	13/04/2021	Automóvil
		100	14:58:28	13/04/2021	Automóvil
		227	18:42:16	13/04/2021	Automóvil
		236	19:20:07	13/04/2021	Automóvil
		290	06:30:37	14/04/2021	Automóvil
		366	10:43:10	14/04/2021	Motocicleta
		368	10:53:59	14/04/2021	Camión
Giro en U desde acceso oeste	Fig.97c	83	14:20:09	13/04/2021	Motocicleta

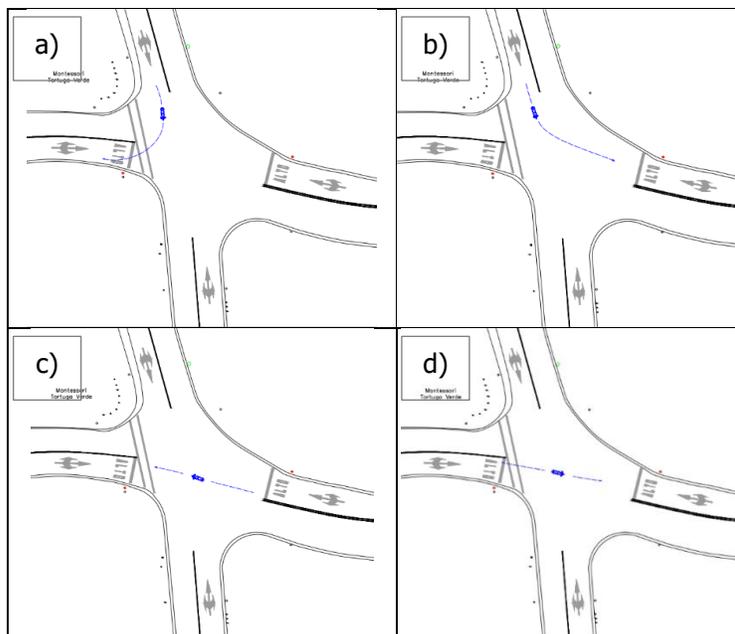


**Figura 97.** Giros en U en la intersección de Montes de Oca desde: a) Acceso norte, b) Acceso este y c) Acceso oeste

Los movimientos contravía que se observaron se encuentran en el Cuadro 30, en donde el 41,67 % son en sentido este - oeste (Figura 98c). Además, independientemente del sentido de la maniobra el 78,57 % son ejecutadas por motocicletas y son realizadas en un rango desde las 06:20 a.m. hasta las 07:45 p.m.

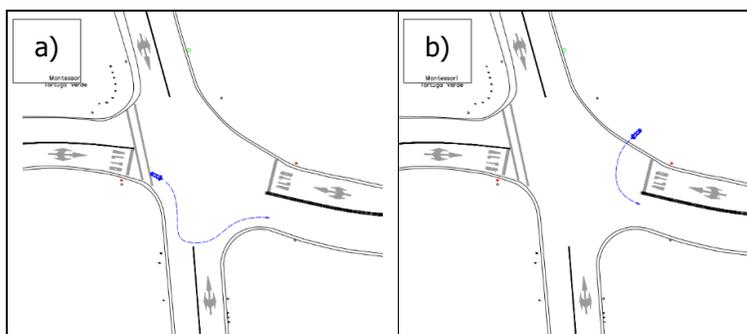
**Cuadro 30.** Movimientos contravía observados en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario
Movimiento contravía: Giro derecho desde acceso norte	Fig.98a	291	06:33:29	14/04/2021	Motocicleta
Movimiento contravía: Giro izquierdo desde acceso norte	Fig.98b	35	11:12:40	13/04/2021	Motocicleta
		122	15:59:11	13/04/2021	Motocicleta
		246	20:46:57	13/04/2021	Automóvil
Movimiento contravía: Movimiento directo desde acceso este	Fig.98c	64	12:59:51	13/04/2021	Automóvil
		240	19:44:54	13/04/2021	Motocicleta
		289	06:23:45	14/04/2021	Motocicleta
		296	06:47:56	14/04/2021	Motocicleta
		348	08:57:09	14/04/2021	Motocicleta
Movimiento contravía: Movimiento directo desde acceso oeste	Fig.98d	51	12:04:57	13/04/2021	Motocicleta
		133	16:23:09	13/04/2021	Automóvil
		153	17:05:02	13/04/2021	Motocicleta
Movimiento contravía: Otros	Fig.99a	14	10:15:07	13/04/2021	Motocicleta
	Fig.99b	36	11:19:30	13/04/2021	Motocicleta



**Figura 98.** Movimientos contravía realizados en la intersección de Montes de Oca: a) Giro derecho desde acceso norte, b) Giro izquierdo desde acceso norte, c) Movimiento directo desde acceso este y d) Movimiento directo desde acceso oeste

Asimismo, ocurrieron movimientos que no cuentan con una clasificación específica como los que se representan gráficamente en la Figura 99.



**Figura 99.** Ejemplos de otros movimientos contravía realizados por motocicletas en la intersección de Montes de Oca

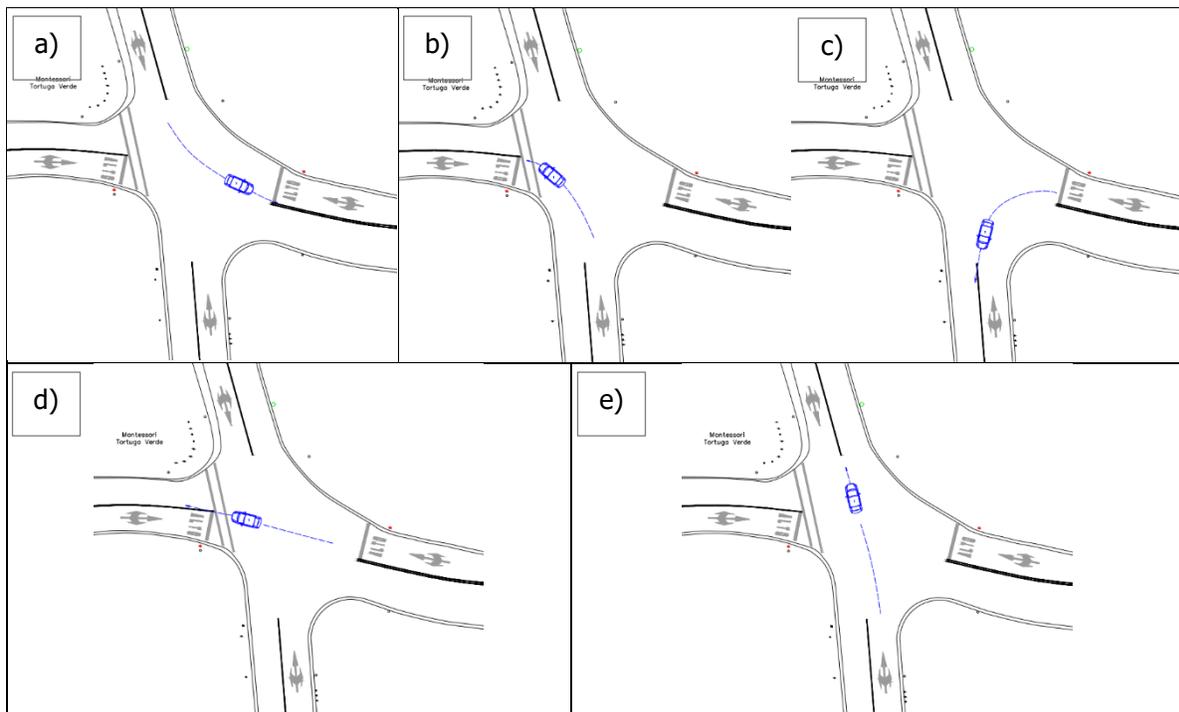
#### 4.3.7.2.4 Invasiones de carril y ceder campo a vehículos

Durante el análisis en la intersección en Montes de Oca se observaron 59 giros izquierdos (Cuadro 31) en donde el usuario interfirió parcial o en algunos casos totalmente el carril lateral antes de concluir su maniobra de destino. El ejemplo más común de la situación descrita anteriormente se observa en la Figura 100b, donde el giro izquierdo se da desde la vía principal hacia el acceso secundario oeste con 47 interacciones registradas, lo cual representa el 70,15 %.

Asimismo, se pueden describir otros tipos de invasiones, pero esta vez debidas a movimientos directos en los cuales el usuario interfirió parcialmente el carril contrario como, por ejemplo, los casos d y e de la Figura 100.

**Cuadro 31.** Resumen de las interacciones por invasión de carril en intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción		Usuario	Interacciones totales	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde vía principal (acceso norte)	Fig.100a	Automóvil	5	11,94
		Buseta	1	
		Motocicleta	2	
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde vía principal (acceso sur)	Fig.100b	Automóvil	40	70,15
		Motocicleta	6	
		Camión	1	
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso este	Fig.100c	Automóvil	2	5,97
		Motocicleta	2	
Invasión de carril: Movimiento directo desde acceso este	Fig.100d	Automóvil	7	10,45
Invasión de carril: Movimiento directo desde acceso sur	Fig.100e	Motocicleta	1	1,49



**Figura 100.** Interacciones por invasión de carril, en Montes de Oca

Igualmente existe la posibilidad de que el flujo de tránsito se vea interrumpido u obstaculizado por los cruces en dos partes; en este caso la interacción de este tipo que más se presentó, con

un 85,71 %, fue debido a los usuarios que querían cruzar la intersección desde el acceso secundario oeste mientras que el porcentaje restante corresponde al cruce desde el acceso este.

**Cuadro 32.** Resumen de las interacciones por invasión de carril por cruce en dos partes en Montes de Oca

Tipo de interacción	Usuario	Interacciones totales tipo de usuario	Porcentaje de ocurrencia por tipo de usuario (%)	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Invasión de carril: Movimiento directo desde acceso este	Automóvil	5	14,29	14,29
Invasión de carril: Movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	25	71,43	85,71
	Motocicleta	4	11,43	
	Camión	1	2,86	

Aunado a lo anterior, también se dieron situaciones en las que los conductores cedieron espacio de manera voluntaria a otros usuarios que no tienen prioridad de paso sobre ellos. El conteo de estas interacciones se encuentra en el Cuadro 33, donde a los usuarios que más les cedieron espacio con un 40,86 % fueron a los que querían realizar un giro izquierdo desde la vía principal desde el acceso norte, seguido con un 26,88 % por los que querían realizar un movimiento directo desde el acceso secundario oeste.

**Cuadro 33.** Resumen de las interacciones de ceder campo a vehículos

Tipo de interacción	Usuario	Interacciones totales tipo de usuario	Interacciones totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso este	Automóvil	7	7	7,53
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso oeste	Automóvil	25	25	26,88
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso sur	Automóvil	1	1	1,07
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde vía principal (acceso norte)	Automóvil	33	38	40,86
	Motocicleta	3		
	Camión	1		
	Buseta	1		
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde vía principal (acceso sur)	Automóvil	20	20	21,51
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde acceso este	Automóvil	1	1	1,07
Ceder campo a vehículo: Giro derecho desde acceso este	Automóvil	1	1	1,07

#### 4.3.7.2.5 Conflictos potenciales e interacciones con peatones

En esta sección se describen tanto los conflictos potenciales como las interacciones en las que se vio involucrado un peatón en la intersección de Montes de Oca. En total solo se registraron dos potenciales conflictos con peatones, en donde las maniobras involucradas se muestran en el Cuadro 34.

**Cuadro 34.** Cuadro de conflictos potenciales peatonales en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2
				Tipo	Maniobra	Tipo
Conflicto potencial con peatón: Movimiento directo desde acceso este	1	09:28:32	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
Conflicto potencial con peatón: Movimiento directo desde acceso sur	5	09:52:53	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón

En cuanto a las interacciones peatonales, existe la posibilidad de que los vehículos con prioridad de paso le quieran dar espacio a los peatones para que crucen la calzada de manera segura. E igual que en la intersección anterior, esto puede ocurrir de dos formas: mientras que el peatón espera encontrar un espacio en el flujo que le permita cruzar desde la acera, caño o bordillo o en un segundo caso desde la línea centro o de barrera.

Según los resultados que se muestran en el Cuadro 35, el 55,55 % de los usuarios que le cedieron campo a un peatón realizaron alguna maniobra desde la vía secundaria, mientras que el 44,45 % restante se dieron por los usuarios de los accesos principales.

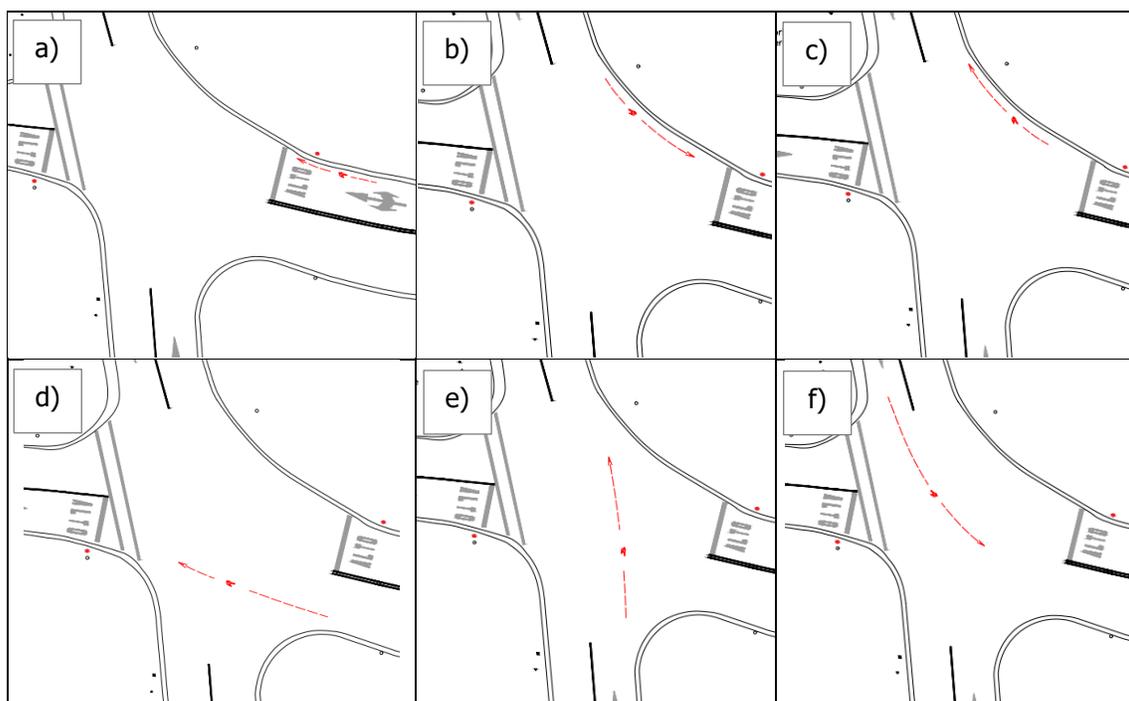
**Cuadro 35.** Resumen de interacciones por ceder campo a peatón en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	Usuario 1	Usuario 2	Interacciones totales por tipo de usuario	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde vía principal (acceso sur)	Automóvil	Peatón	3	33,33
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde vía secundaria	Automóvil	Peatón	2	22,22
Ceder campo a peatón: Giro derecho desde vía secundaria	Automóvil	Peatón	3	33,33
Ceder campo a peatón: Giro izquierdo desde vía principal (acceso norte)	Automóvil	Peatón	1	11,11

Aunado a lo anterior, se observaron 113 peatones caminando en distintos sentidos sobre la calzada de la intersección de Montes de Oca; sin embargo, con base en los resultados del Cuadro 36 el 91,14 % incluye la participación del acceso este.

**Cuadro 36.** Cuadro de interacciones peatonales sobre la calzada

Tipo de interacción		Usuario	Interacciones totales	Porcentaje de ocurrencia por tipo de interacción (%)
Peatón caminando sobre la calzada en acceso este	Fig.101a	Peatón	30	26,55
Peatón caminando sobre la calzada en acceso norte	-	Peatón	1	0,88
Peatón caminando sobre la calzada en acceso oeste	-	Peatón	1	0,88
Peatón caminando sobre la calzada en sentido norte-este	Fig.101b	Peatón	43	38,05
Peatón caminando sobre la calzada en sentido este-norte	Fig.101c	Peatón	21	18,58
Peatón caminando sobre la calzada en sentido este-oeste	Fig.101d	Peatón	6	5,31
Peatón caminando sobre la calzada en sentido oeste-este	-	Peatón	1	0,88
Peatón caminando sobre la calzada en sentido este-sur	-	Peatón	2	1,77
Peatón caminando sobre la calzada en sentido norte-oeste	-	Peatón	1	0,88
Peatón caminando sobre la calzada en sentido oeste-norte	-	Peatón	2	1,77
Peatón caminando sobre la calzada en sentido norte-sur	-	Peatón	1	0,88
Peatón caminando sobre la calzada en sentido sur-norte	Fig.101e	Peatón	3	2,65
Peatón caminando sobre la calzada: Otro	Fig.101f	Peatón	1	0,88

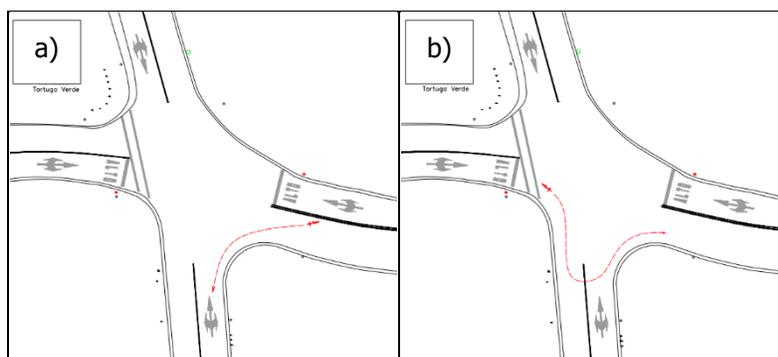
**Figura 101.** Diagrama de interacciones peatonales sobre la calzada en Montes de Oca en: a) Acceso este, b) Sentido norte-este, c) Sentido este-norte, d) Sentido este-oeste, e) Sentido sur-norte y f) Otro

#### 4.3.7.2.6 Interacciones con ciclistas

En la intersección de Montes de Oca no se presentaron conflictos potenciales en los que se vieran involucrados ciclistas. Sin embargo, sí ocurrieron situaciones en donde realizaron movimientos contravía y una obstrucción de paso por un vehículo detenido en la vía, como se muestra en el Cuadro 37. Igualmente existen movimientos que no tienen una clasificación específica por ser particulares, por ejemplo, la trayectoria seguida por el ciclista de la Figura 102b.

**Cuadro 37.** Interacciones con ciclistas en intersección de Montes de Oca

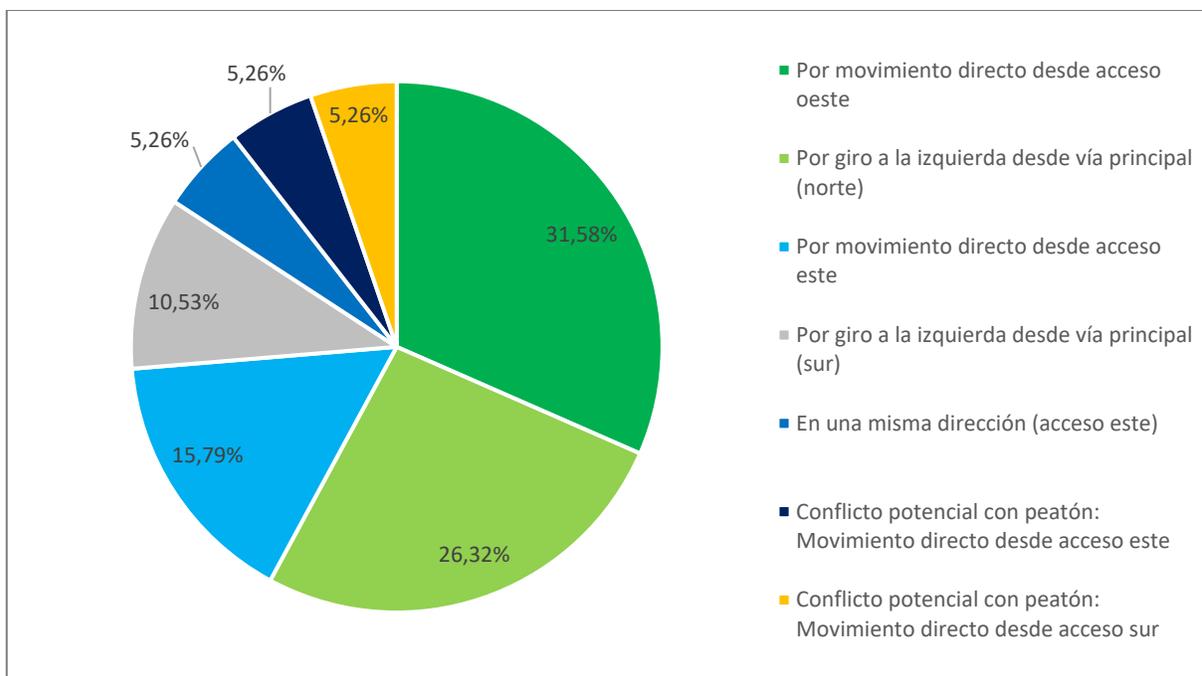
Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
					Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Obstrucción de paso por vehículo detenido	Fig.96	247	20:49:39	13/04/2021	Bicicleta	Adelantamiento	Camión	Detenido
Movimiento contravía: Giro izquierdo desde acceso este	Fig.102a	278	05:58:57	14/04/2021	Bicicleta	Giro izquierdo	-	-
		292	06:42:06	14/04/2021	Bicicleta	Giro izquierdo	-	-
Movimiento contravía: Otro	Fig.102b	37	11:21:55	13/04/2021	Bicicleta	-	-	-
		146	16:54:40	13/04/2021	Bicicleta	-	-	-
		353	09:32:01	14/04/2021	Bicicleta	-	-	-



**Figura 102.** Interacciones con ciclistas en intersección de Montes de Oca

#### 4.3.7.2.7 Resumen de conflictos potenciales e interacciones viales en Montes de Oca

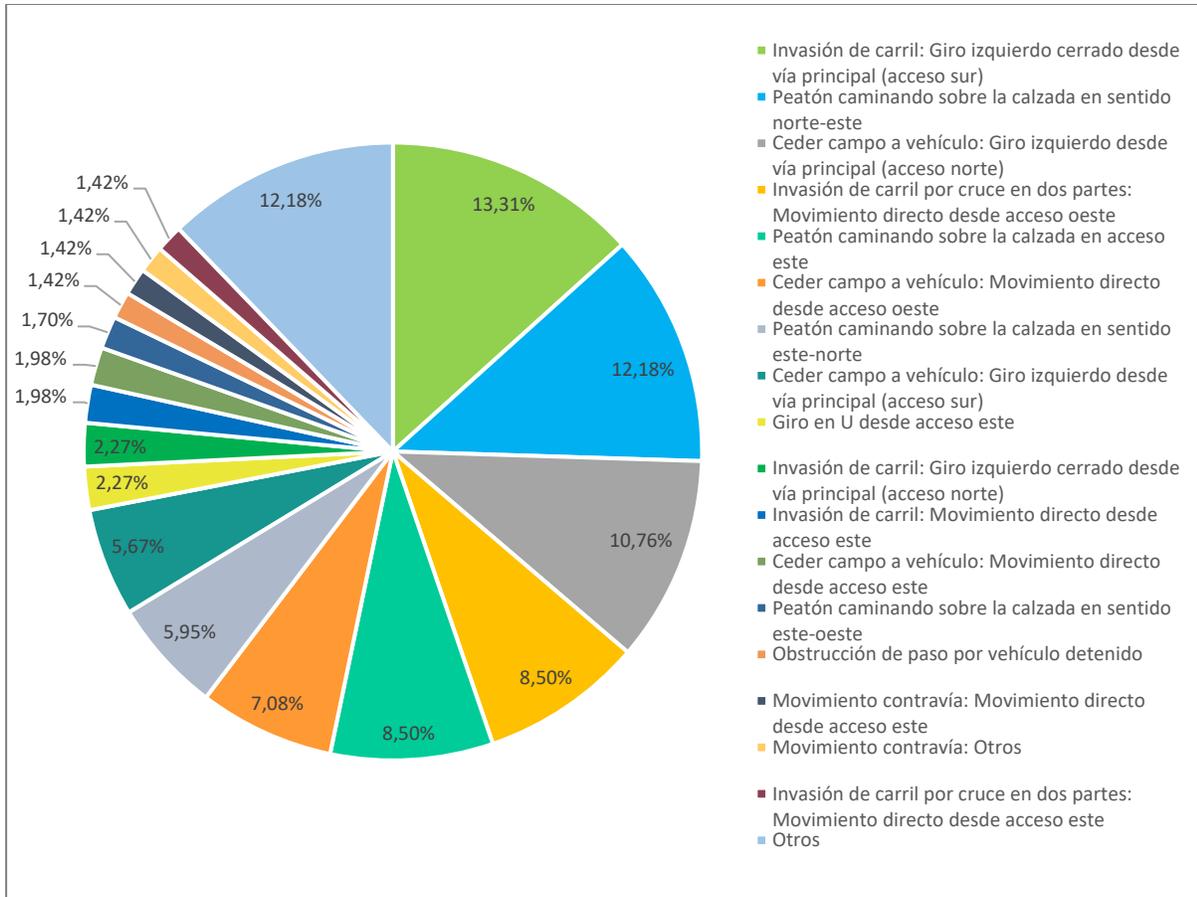
Se obtuvo un total de 19 conflictos potenciales (vehiculares y peatonales) los cuales se clasificaron en siete tipos, mostrados en la Figura 103. En primer lugar, se tiene los cuasiconflictos provocados por movimiento directo desde el acceso oeste, lo que equivale al 31,58 % de los eventos, seguido de los usuarios que quisieron girar a la izquierda desde el norte, con un 26,32 %.



**Figura 103.** Gráfico de conflictos potenciales en intersección de Montes de Oca

En el caso de las interacciones se registraron un total de 353 eventos, los cuales se categorizaron como se muestra en la Figura 104. En este gráfico se aprecia que la invasión de carriles total o parcial a la hora de realizar giros a la izquierda desde el acceso sur son los que tienen el mayor porcentaje de ocurrencia con un 13,31 %. Asimismo, dentro del área de estudio se observaron peatones caminando sobre la calzada en repetidas ocasiones, el total de este tipo de interacción representa el 32,01 %; sin embargo, se destaca que el 18,13 % equivale a personas caminando en sentido norte – este y viceversa.

Por otra parte, los usuarios que giraron a la izquierda desde el acceso norte fueron a los que más les cedieron campo para virar con un 10,76 %, mientras que en segundo lugar se encuentran los movimientos directos desde el acceso oeste (7,08 %).



**Figura 104.** Gráfico de interacciones en intersección de Montes de Oca

## Capítulo 5. Análisis comparativo

### 5.1 Zona de estudio

Las dos intersecciones se encuentran dentro del área metropolitana de San José con un TDP medio aproximado de 10 000 vehículos. A pesar de que el volumen vehicular es similar y que todos los accesos tienen tres tipos de manobras permitidas (movimiento directo, giro izquierdo y giro derecho) si presentan diferencias en la cantidad de movimientos que se generan de cada acceso. La velocidad máxima permitida en sentido norte – sur en la intersección de Curridabat es de 40 km/h, mientras que en la de Montes de Oca este límite se encuentra en sentido oeste-este.

También, aunque son intersecciones urbanas de cuatro accesos reguladas por medio de alto en la vía secundaria presentan una serie de diferencias en cuanto a su configuración geométrica. Por ejemplo, en la Figura 105 se observa que la intersección analizada en Curridabat tiene una apariencia más simétrica y plana, es decir que no presenta curvaturas ni pendientes; además, los accesos se encuentran alineados entre ellos por lo que se aprecia una intersección en cruz. Por otra parte, en la de Montes de Oca se puede ver que el acceso este y oeste presentan curvaturas horizontales; además de que el acceso norte tiene una pendiente máxima aproximada de 7 %. Asimismo, en la intersección de Montes de Oca los anchos de los carriles no son iguales (varían entre 3,77 m a 5,59 m) ni se encuentran alineados por lo que se ve una intersección asimétrica.



**Figura 105.** Comparación de configuración geométrica entre las intersecciones de: a) Curridabat, b) Montes de Oca

Otra de las diferencias geométricas, es que el área que tienen los usuarios para ejecutar maniobras dentro de la intersección, puesto es mucho más amplia la intersección de Montes de Oca, ya que, cuenta con 919,84 m<sup>2</sup> mientras que la de Curridabat tiene un área aproximada de 744,85 m<sup>2</sup>. Esto permite que en algunas ocasiones, en Montes de Oca, los usuarios puedan realizar maniobras de manera simultáneas sin crear situaciones conflictivas; por ejemplo, que los usuarios de la vía principal puedan girar a la izquierda al mismo tiempo (ver Figura 106a), o bien que el acceso oeste al medir 5,59 m de ancho termina comportándose como si se tratara de un acceso con dos carriles, como se puede ver en la Figura 106b.



**Figura 106.** Ejemplo de comportamiento de los usuarios en la intersección de Montes de Oca: a) Dos carriles en acceso oeste, b) Giros izquierdos simultáneos en vía principal

La principal diferencia operacional entre ambas zonas es que el acceso oeste de la intersección de Montes de Oca tiene un paso peatonal demarcado, por el contrario, en Curridabat no hay cruces peatonales en ningún acceso; asimismo ninguno de los cruces cuenta con infraestructura ciclística.

Un aspecto importante a señalar, es que en Curridabat existen aceras en todos los accesos, en cambio en Montes de Oca específicamente en el sector noreste hay 28,07 m que no cuentan con acera. Debido a la falta de aceras, aunque ambas tienen flujos peatonales bajos, en Montes de Oca se observaron en distintas ocasiones peatones caminando en la calzada, en su mayoría en sentido norte – este o viceversa (ver Figura 107), situación que no se dio en la intersección de Curridabat.



**Figura 107.** Ejemplo de peatones caminando sobre la calzada en Montes de Oca: a) En acceso norte y b) En acceso este

En cuanto al uso del suelo, la intersección de Curridabat tiene un uso mixto entre residencial y comercial, está rodeada por plazas comerciales, un gimnasio y una panadería; mientras que en Montes de Oca existen solo casas de habitación y únicamente hay un preescolar en funcionamiento, por lo que en la primera predomina el uso comercial y en la segunda el uso residencial.

Por último, en Montes de Oca no existen rutas de transporte público que transiten por la intersección, mientras que en la vía principal de Curridabat circulan los buses de la Interlínea Desamparados – Moravia.

## 5.2 Periodo de comparación

Para comparar las dos intersecciones escogidas se seleccionó un periodo de 24 h, este tiempo se vio limitado debido a que en la zona de Montes de Oca solo se pudo grabar durante aproximadamente 27 h por la falla que se tuvo en la batería de una de las videocámaras.

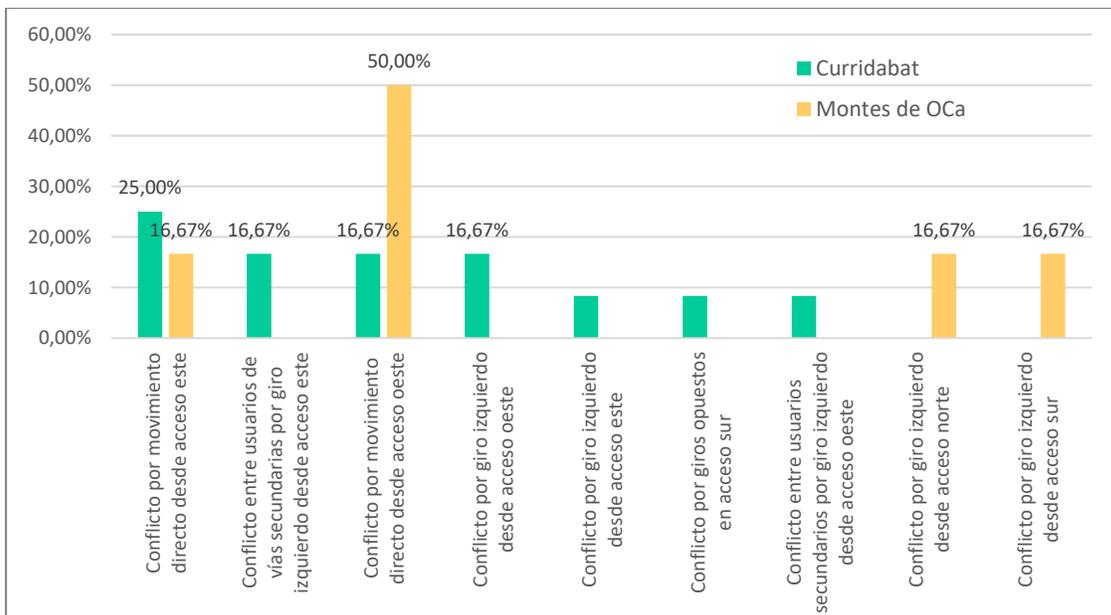
El periodo que se escogió para analizar en Curridabat fue desde las 10:30 a.m. del 03/11/2020 hasta las 10:30 a.m. del 04/11/2020, mientras que en Montes de Oca fue desde el 13/04/2021 hasta 14/04/2021. La selección de los días se definió principalmente para que ambas observaciones abarcaran los días martes y miércoles de la semana, además de no incluir el lapso en donde ocurrió el choque en la intersección de Curridabat.

## 5.3 Conflictos

En las 24 h seleccionadas para realizar el análisis comparativo, ocurrieron 12 conflictos en la intersección de Curridabat y 6 en la de Montes de Oca. En el gráfico de la Figura 108 se muestra los tipos cuasiaccidentes que se presentaron en cada uno de los cruces, así como su porcentaje de ocurrencia.

En primer lugar, se observa una diferencia en la cantidad de tipo de conflictos que ocurrieron en cada zona de estudio; en Curridabat se dieron siete distintos tipos mientras que en Montes de Oca solo cuatro. A pesar de esto, se aprecia que comparten dos maniobras conflictivas por movimientos directos desde los accesos secundarios; en Curridabat el 25 % de los conflictos son causados por los usuarios que quieren cruzar la intersección desde el acceso este (en sentido este – oeste), mientras que en Montes de Oca el 50 % son desde el acceso oeste.

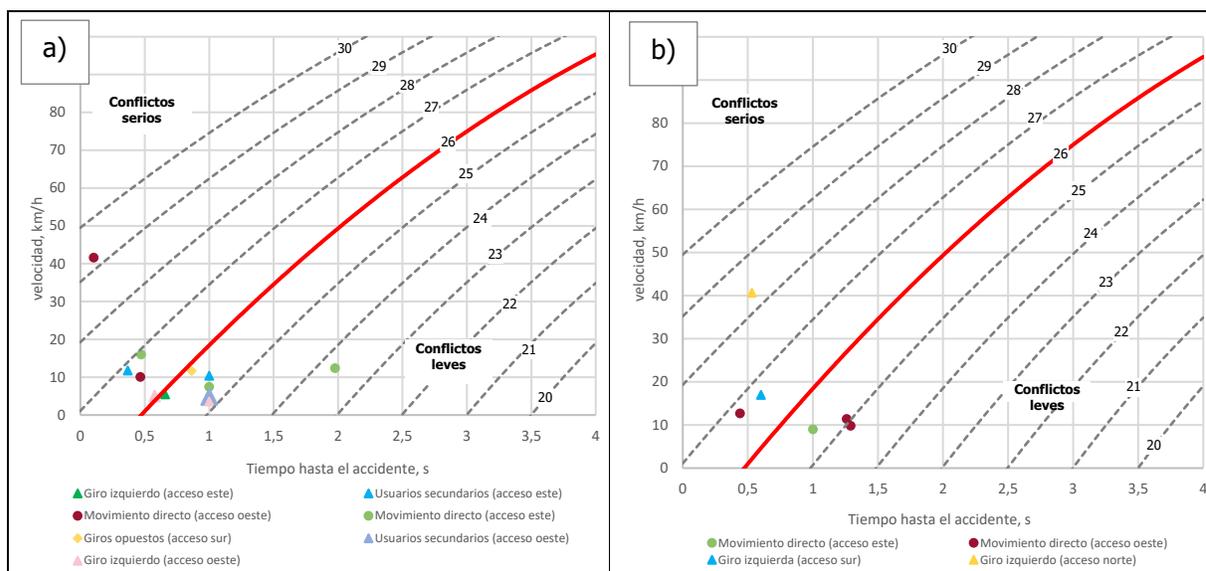
En el caso del segundo conflicto más recurrente, en ambas intersecciones, hay tres maniobras que podrían ocupar este lugar debido a que todas comparten el mismo porcentaje de ocurrencia (16,67 %). Por ejemplo, en Curridabat se encuentran los conflictos entre usuarios de vías secundarias, específicamente debido a los que querían girar a la izquierda desde el acceso este o por movimiento directo y giro izquierdo desde al acceso oeste. Mientras que en Montes de Oca se encuentran los giros izquierdos desde algún acceso de la vía principal o el movimiento directo desde el acceso este.



**Figura 108.** Gráfico comparativo de conflictos entre intersección de Curridabat y Montes de Oca

En cuanto a la severidad que presentaron los conflictos en cada sitio de estudio, se obtuvo que en Curridabat cuatro de los eventos fueron categorizados como serios, es decir el 33,33 %; y como se muestra en el diagrama de la Figura 109a todos fueron causados por maniobras ejecutadas desde los accesos secundarios. Asimismo, con base en el diagrama de la Figura

109b, en Montes de Oca la mitad de los conflictos que ocurrieron fueron serios y predominan los provocados por giros izquierdos desde la vía principal.



**Figura 109.** Diagrama de severidad de conflictos en intersección de: a) Curridabat y b) Montes de Oca

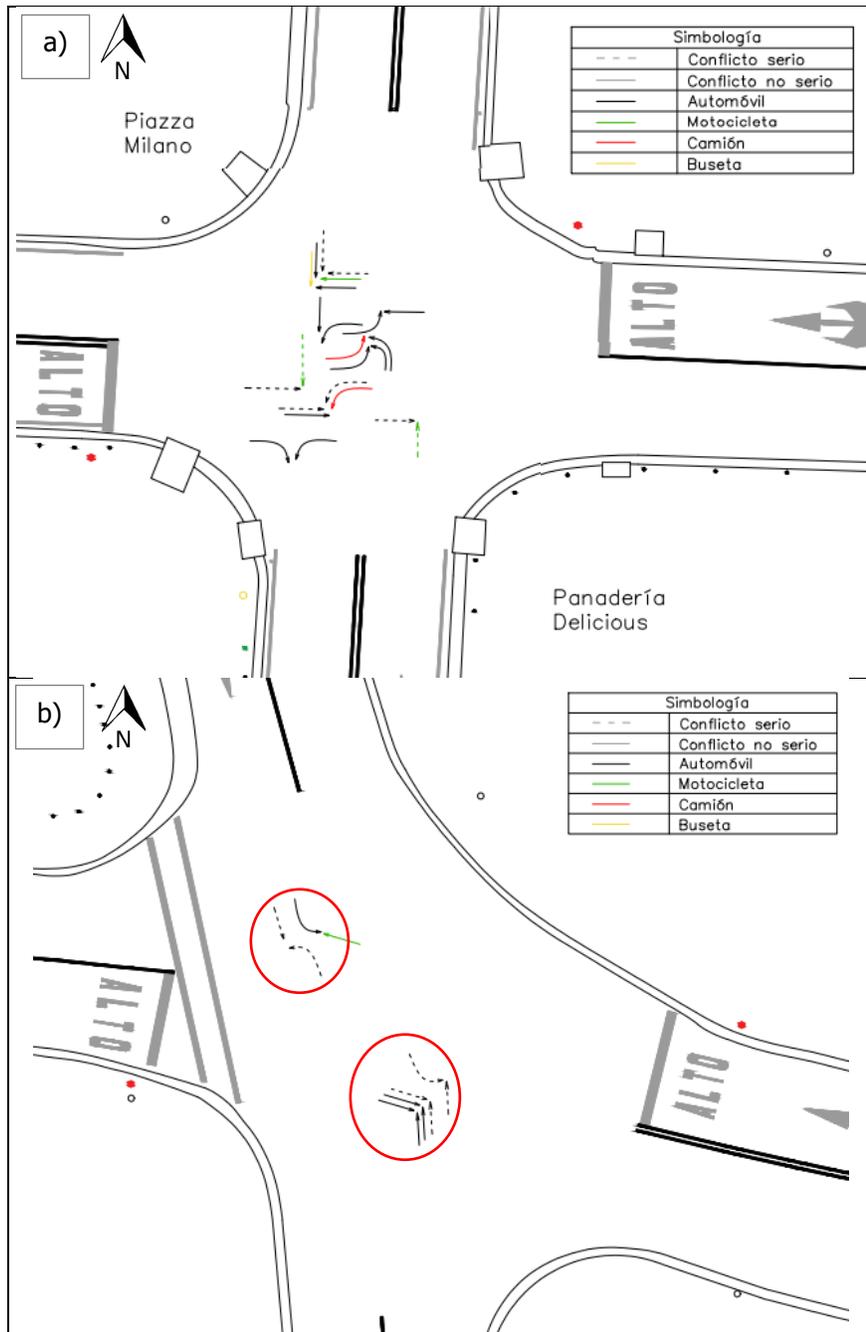
Ahora bien, en el Cuadro 38 se muestra los valores medios de la velocidad y del tiempo restante que tuvieron los usuarios para realizar con éxito las acciones evasivas. Ambas intersecciones presentan velocidades similares para los conflictos que fueron categorizados como serios. Sin embargo, se aprecia que los usuarios de Montes de Oca tuvieron un mayor tiempo hasta el accidente; esto debido a que al tener una mayor área de intersección los usuarios cuentan con más espacio y por ende con más tiempo para ejecutar su maniobra evasiva.

**Cuadro 38.** Valores medios de velocidad del conflicto y tiempo hasta el accidente

Intersección	Curridabat		Montes de Oca	
	Velocidad (km/h)	TA (s)	Velocidad (km/h)	TA (s)
<b>Conflictos serios</b>	21,73	0,31	23,47	0,52
<b>Conflictos no serios</b>	7,60	1,33	10,07	1,20
<b>Conflictos totales</b>	12,31	0,99	16,77	0,86

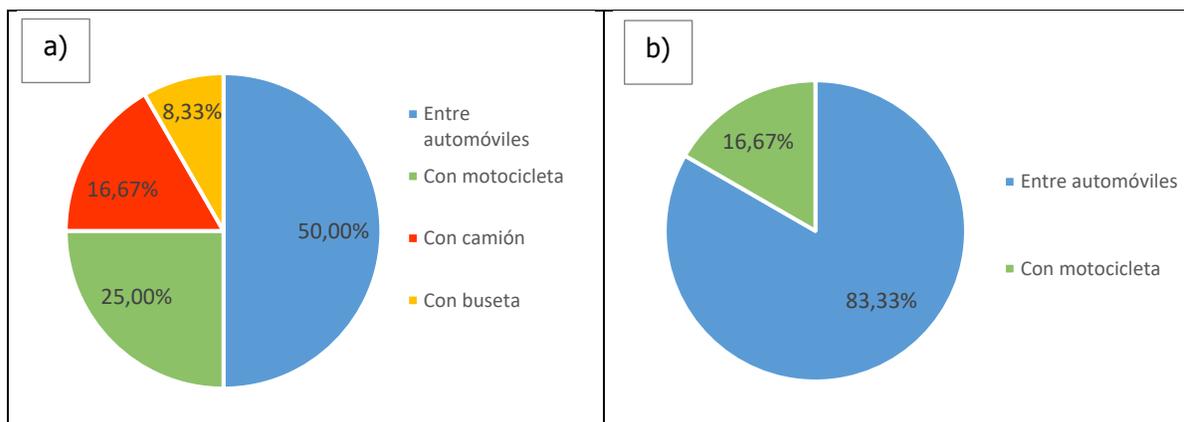
Para la identificación de los lugares donde ocurrieron los conflictos se crearon los bocetos de la Figura 110, que muestra las ubicaciones en donde ocurrió cada uno de los eventos dentro de la intersección; especificando el grado de severidad, las maniobras ejecutadas y tipo de usuario involucrado. De esta manera es posible observar que en Curridabat existe una

concentración de cuasi accidentes en el acceso de la vía principal con sentido norte – sur, principalmente debido a maniobras realizadas desde el acceso este; mientras que en Montes de Oca fácilmente se ve que existen dos lugares (señalados en color rojo) en donde se concentra la ocurrencia de conflictos.



**Figura 110.** Boceto que presenta las ubicaciones y tipos de conflictos en: a) Curridabat y b) Montes de Oca

Con base en los bocetos es posible identificar que en ambas intersecciones predominan los conflictos entre automóviles. Sin embargo, la diferencia más notoria es que en Curridabat también se dieron cuasi accidentes con motociclistas, camiones y busetas; en cambio en Montes de Oca solo entre automóviles y uno con motocicleta (ver Figura 111).



**Figura 111.** Porcentaje de conflictos según el tipo de usuario involucrado: a) Curridabat y b) Montes de Oca

Por otra parte, según Lareshyn y Varhelyi (2018), solo contar con la cantidad de conflictos de tránsito en un periodo definido no dice mucho sin una relación con la actividad de tránsito que tiene el sitio estudiado en ese mismo periodo. Para definir este riesgo de que un encuentro se convierta en un conflicto se pueden emplear los flujos de tránsito (vehiculares, peatonales o de ciclistas) y calcular la tasa de conflicto asociada a cada maniobra.

Anteriormente en la Figura 108 se había definido que la maniobra más conflictiva para Curridabat fue el movimiento directo desde el acceso este con un 25,00 % de repetición; ahora bien, tomando en cuenta la exposición que tiene los usuarios al realizar la maniobra se obtiene que la tasa de conflictos es solo de un 0,15 % (ver Cuadro 39). Es decir que, aunque los conflictos por movimiento directo desde los accesos secundarios tienen un porcentaje de ocurrencia mayor que los demás eventos, al tomar en cuenta la cantidad de movimientos que se realizan en cada acceso, el porcentaje de usuarios que tiene mayor tasa de conflictos son los que giran a la izquierda desde el acceso oeste (0,59 %), debido a que la cantidad de vehículos que realizan estos giros es mucho menor en comparación con los otros.

**Cuadro 39.** Porcentaje de usuarios que causan conflictos según el tipo de maniobra, en Curridabat

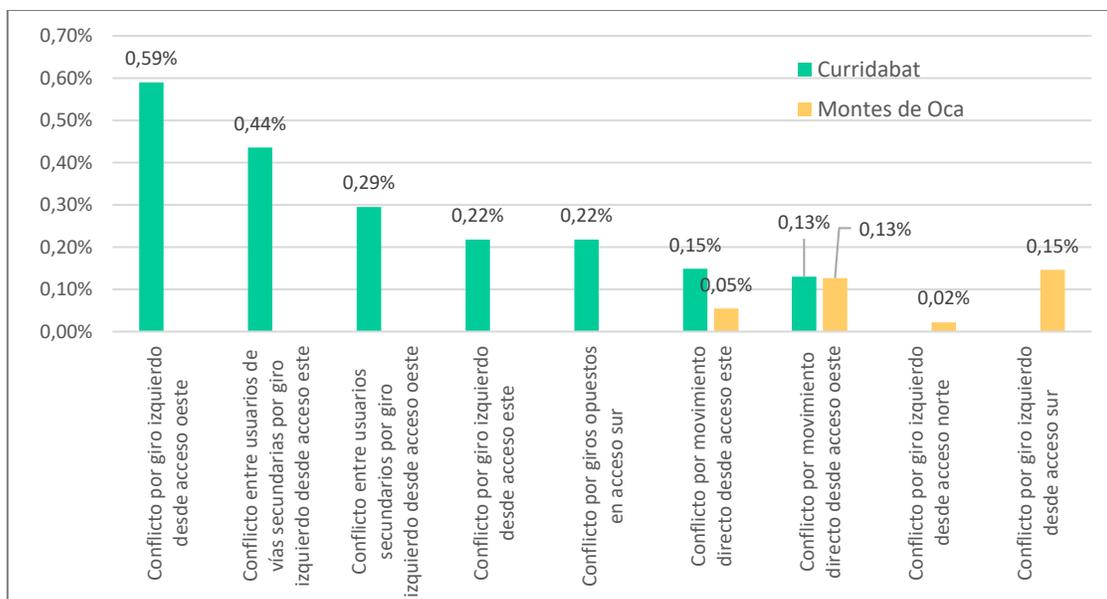
Tipo de conflicto	Conflictos totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia (%)	Cantidad de vehículos por tipo de maniobra	Tasa de conflictos (%)
Conflicto por movimiento directo desde acceso este	3	25,00	2015	0,15
Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	2	16,67	1539	0,13
Conflicto entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso este	2	16,67	459	0,44
Conflicto por giro izquierdo desde acceso oeste	2	16,67	339	0,59
Conflicto por giro izquierdo desde acceso este	1	8,33	459	0,22
Conflicto entre usuarios secundarios por izquierdo desde acceso oeste	1	8,33	339	0,29
Conflicto por giros opuestos en acceso sur	1	8,33	459	0,22

Ahora en el caso de Montes de Oca, ocurre una situación similar, según el porcentaje de ocurrencia se obtuvo que el movimiento directo desde el acceso oeste (50,00 %) es el que más se presenta; en cambio al tomar en cuenta la cantidad de usuarios que giran a la izquierda desde la vía principal (683) se obtuvo que el 0,15 % de los usuarios generaron un cuasi accidente; mientras que solo el 0,13 % de los usuarios fueron responsables de crear una situación conflictiva por el movimiento directo desde el oeste.

**Cuadro 40.** Porcentaje de usuarios que causan conflictos según el tipo de maniobra, en Montes de Oca

Tipo de conflicto	Conflictos totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia (%)	Cantidad de usuarios por tipo de maniobra	Tasa de conflicto (%)
Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste	3	50,00	2366	0,13
Giro a la izquierda desde vía principal (sur)	1	16,67	683	0,15
Giro a la izquierda desde vía principal (norte)	1	16,67	4524	0,02
Conflicto por movimiento directo desde acceso este	1	16,67	1831	0,05

Finalmente, en el gráfico de la Figura 112 se comparan las tasas de los conflictos en ambas intersecciones; aquí se observa que al tomar en cuenta los flujos vehiculares las maniobras que más riesgo tienen de terminar en una situación conflictiva en Curridabat son debido a los giros izquierdos desde el acceso oeste y en Montes de Oca a causa de los giros izquierdos desde el acceso sur y por el movimiento directo desde el acceso oeste.



**Figura 112.** Gráfico comparativo de las tasas de conflictos entre intersección de Curridabat y Montes de Oca

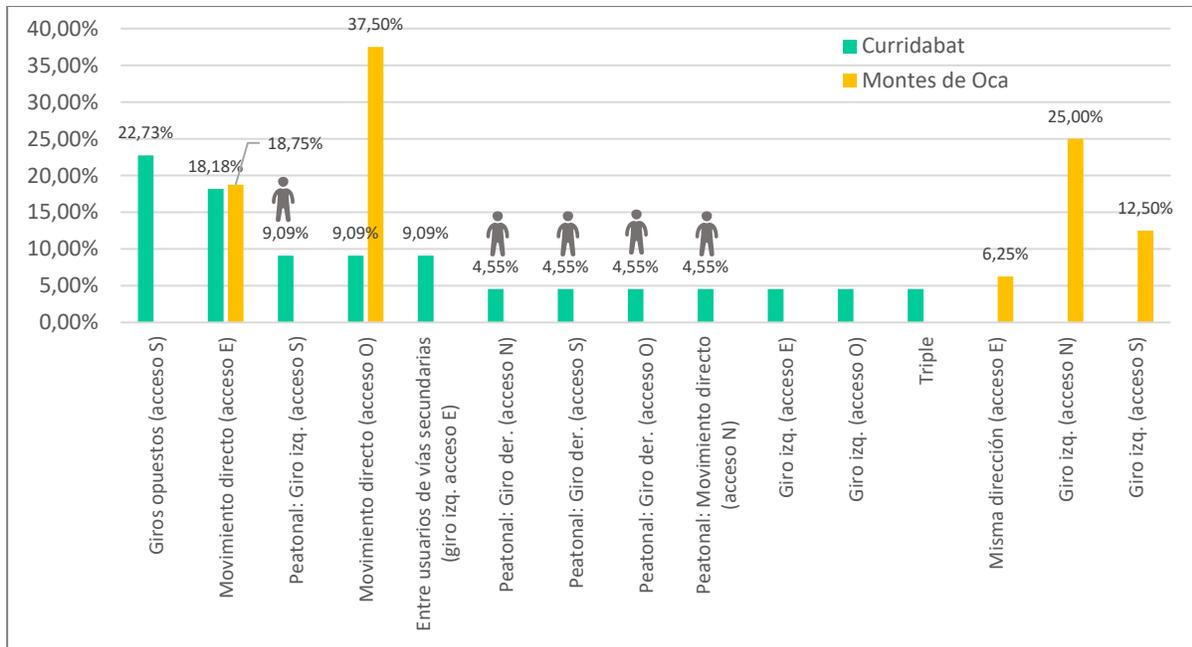
#### 5.4 Conflictos potenciales e interacciones viales

Con los conflictos potenciales, igual que en caso anterior, se ve una diferencia considerable en la cantidad de tipos que se presentaron en cada zona de estudio. En la intersección de Curridabat se dieron 22 cuasiconflictos distribuidos en 12 categorías distintas, mientras que en Montes de Oca fueron 16 eventos, pero solo entre 5 diferentes maniobras.

En el gráfico de la Figura 113 se observa que ambas intersecciones presentan conflictos potenciales debido a movimientos directos desde los accesos secundarios, lo que concuerda con lo descrito en la sección anterior, con la salvedad de que los porcentajes de ocurrencia varían para cada movimiento.

Para la intersección de Curridabat el evento con más repeticiones (22,73 %) fue ocasionado por los giros opuestos que convergieron en el acceso sur, y en el caso de la de Montes de Oca se tiene con un 37,50 % de ocurrencia, cruzar la intersección en sentido oeste – este es la que más situaciones potencialmente conflictivas genera.

Otra diferencia entre ambas zonas es que en Curridabat el 27,29 % de los conflictos potenciales son con peatones, en cambio en Montes de Oca no se registró ningún evento de este tipo a pesar de la gran cantidad de personas que caminan sobre la calzada.



**Figura 113.** Gráfico comparativo de conflictos potenciales entre intersección de Curridabat y Montes de Oca

Para los conflictos potenciales se hizo la misma comparación con los flujos vehiculares y peatonales para obtener las tasas de conflictos potenciales en cada zona de estudio. Y como resultado en Curridabat se obtuvo que el evento con mayor tasa fue por giros opuestos en el acceso sur (1,09 %), lo que en este caso concuerda con el mayor porcentaje de ocurrencia (ver Figura 113). Sin embargo, aunque los cuasi conflictos peatonales tuvieron menos repeticiones que los movimientos directos desde el acceso este y por ende porcentajes de ocurrencias menores, si se toma en cuenta la cantidad de personas que circularon en el área de observación se obtiene que el 0,50 % de los peatones que cruzan en el acceso oeste crean una situación potencialmente conflictiva, en contraste con el 0,20 % de los vehículos que causan un conflicto a la hora de cruzar la intersección en sentido este – oeste.

**Cuadro 41.** Porcentaje de usuarios que causan conflictos potenciales según el tipo de maniobra, en Curridabat

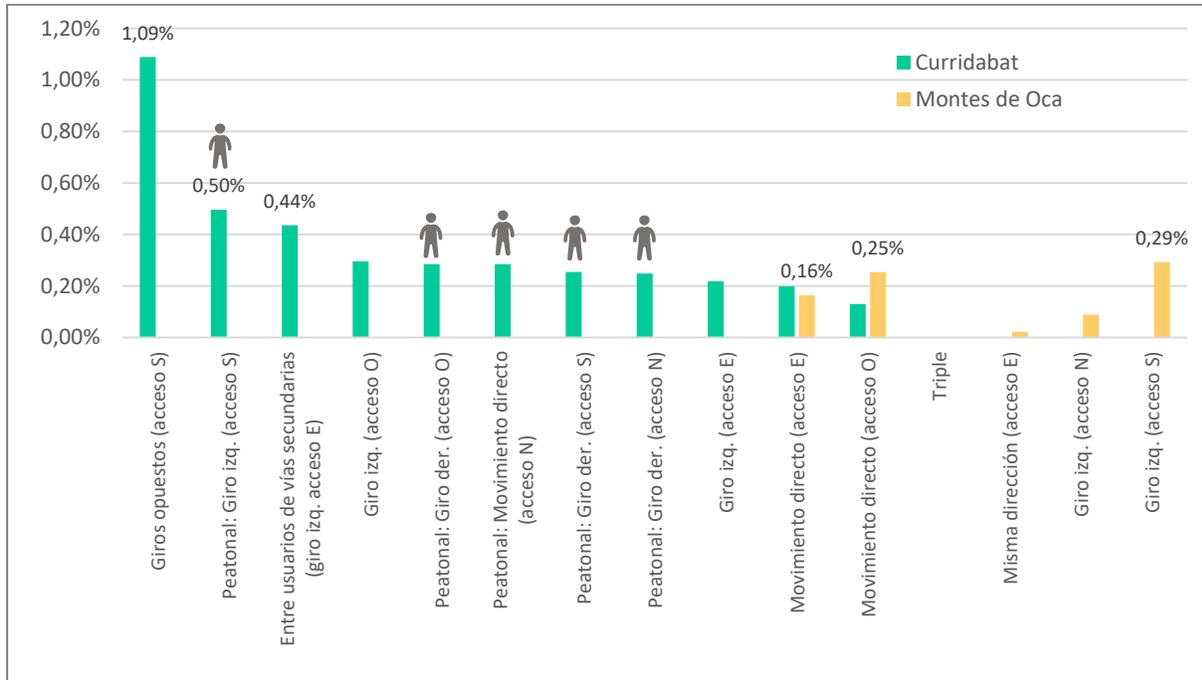
Tipo de conflicto potencial	Conflictos potenciales totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia (%)	Cantidad de usuarios por tipo de maniobra	Tasa de conflictos potenciales (%)
Giros opuestos en acceso sur	5	22,73	459	1,09
Movimiento directo desde acceso este	4	18,18	2015	0,20
Peatonal: Giro izquierdo desde acceso sur	2	9,09	403	0,50
Movimiento directo desde acceso oeste	2	9,09	1539	0,13
Entre usuarios de vía secundaria por giro izquierdo desde acceso este	2	9,09	459	0,44
Peatonal: Giro derecho desde acceso norte	1	4,55	403	0,25
Peatonal: Giro derecho desde acceso sur	1	4,55	393	0,25
Peatonal: Giro derecho desde acceso oeste	1	4,55	351	0,28
Peatonal: Movimiento directo desde acceso norte	1	4,55	351	0,28
Giro izquierdo desde acceso este	1	4,55	459	0,22
Giro izquierdo desde acceso oeste	1	4,55	339	0,29
Triple	1	4,55	-	-

En Montes de Oca se habló de que el evento con más porcentaje de ocurrencia fue debido a los movimientos directos desde el oeste, lo que equivale al 37,50 %, seguido de los usuarios que giraban a la izquierda desde el acceso norte 25,00 %; pero en caso de tomar en cuenta la tasa de conflictos potenciales los usuarios que presentan mayor exposición son los que giran a la izquierda desde el acceso sur (0,29 %) y los que cruzan en sentido oeste – este (0,25 %).

**Cuadro 42.** Porcentaje de usuarios que causan conflictos potenciales según el tipo de maniobra, en Montes de Oca

Tipo de conflicto potencial	Conflictos potenciales totales por tipo de maniobra	Porcentaje de ocurrencia (%)	Cantidad de usuarios por tipo de maniobra	Tasa de conflictos potenciales (%)
Por movimiento directo desde acceso oeste	6	37,50	2366	0,25
Por giro a la izquierda desde vía principal (norte)	4	25,00	4524	0,09
Por movimiento directo desde acceso este	3	18,75	1831	0,16
Por giro a la izquierda desde vía principal (sur)	2	12,50	683	0,29
En una misma dirección (acceso este)	1	6,25	4665	0,02

En el gráfico de la Figura 114 se comparan las tasas de los conflictos potenciales, en donde se puede analizar de manera gráfica cuáles son las maniobras que mayor riesgo de exposición presentan.



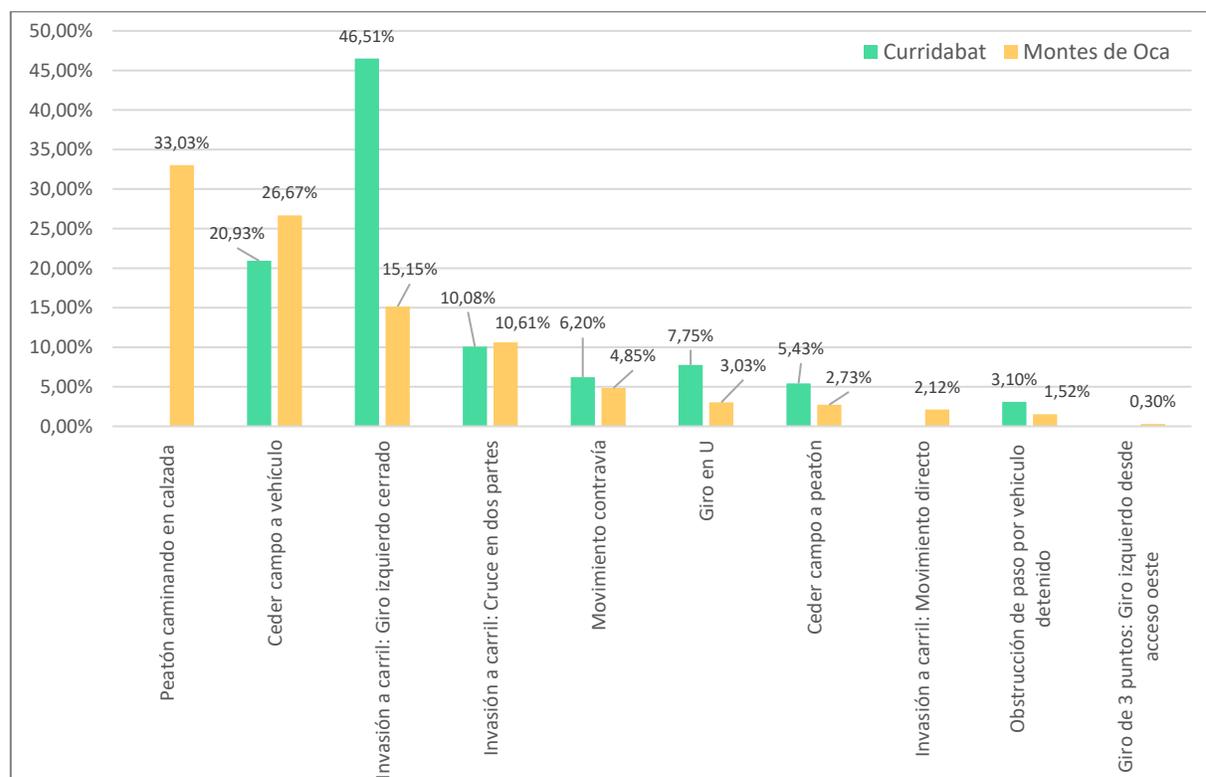
**Figura 114.** Gráfico comparativo de las tasas de conflictos potenciales entre intersección de Curridabat y Montes de Oca

Por otra parte, en el gráfico de barras de la Figura 115 se compara los tipos de interacciones que se registraron en cada una de las intersecciones, pero sin detallar las maniobras o los accesos en donde se ejecutaron. En total se analizaron 129 interacciones para la intersección de Curridabat contra 330 en Montes de Oca; además, se puede apreciar que existen tres categorías en la intersección de Montes de Oca que no se presentaron en la de Curridabat.

La principal diferencia en el comportamiento de cada zona de estudio es que en Montes de Oca se observó a peatones caminando sobre la calzada en repetidas ocasiones, lo que equivale al 33,03 %; caso contrario ocurrió en Curridabat en donde dentro de las 24 h no se registró a peatones caminando fuera de las aceras. La principal razón es que en Montes de Oca los transeúntes se ven obligados a caminar por la calle por la falta de aceras en algunas secciones de la intersección, aun así en ciertas oportunidades fue por decisión propia, quizás debido al ancho de la calzada. En cambio, en Curridabat la principal interacción fue la invasión total o parcial de carriles como resultado de los usuarios que realizaron giros izquierdos desde el

acceso principal sur, y aunque en Montes de Oca estas invasiones sí se vieron, fueron en menor proporción.

Dentro de las similitudes, se encuentra que la segunda categoría de interacción más común fue ceder campo a vehículos que esperan encontrar un espacio para poder ejecutar su maniobra de destino.



**Figura 115.** Gráfico comparativo de interacciones entre intersección de Curridabat y Montes de Oca

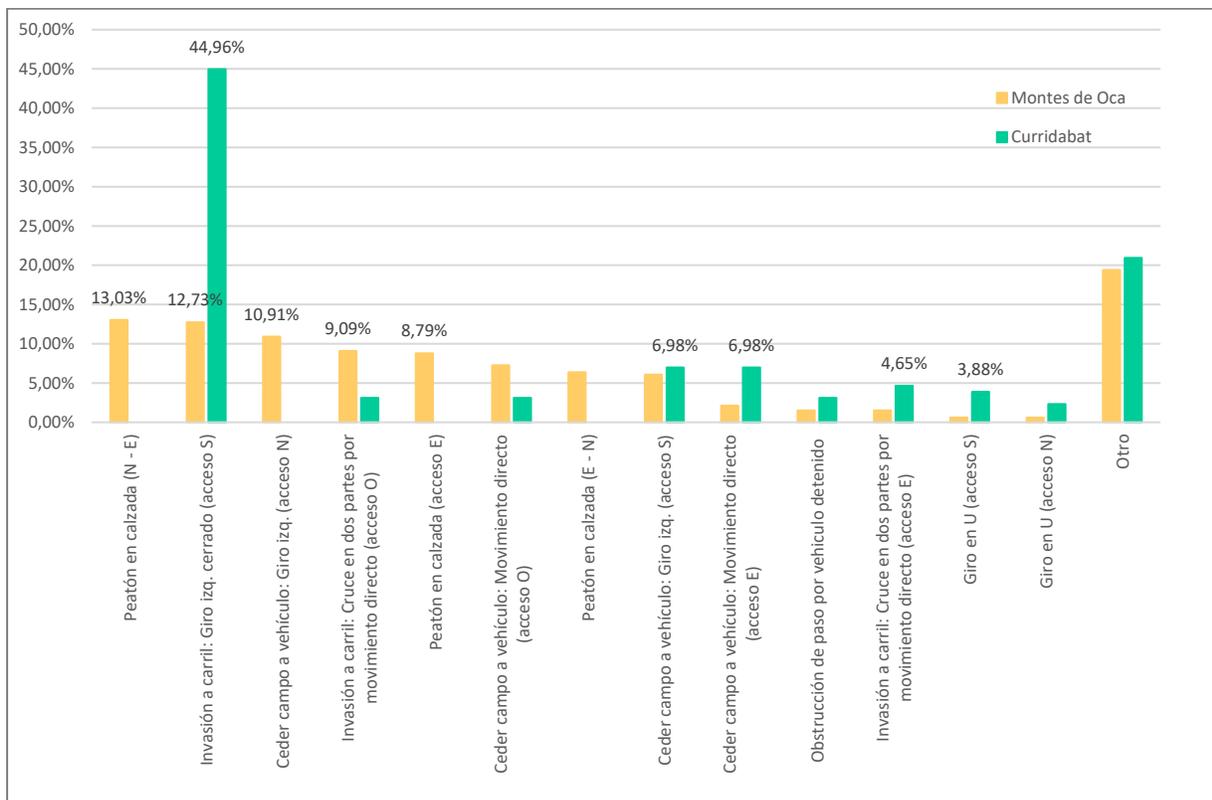
Ahora bien, en la Figura 116 se muestra las principales interacciones, pero no de manera acumulada, sino que esta vez especificando los movimientos o los accesos en donde ocurrieron. Algo importante de aclarar es que por la variedad de subcategorías que puede tener cada interacción no es práctico incluir todos los eventos, por esta razón solo se detallan las que más repeticiones presentaron.

En este caso en la intersección de Montes de Oca se obtuvo que, con un 13,03 %, la interacción que más se registró fue peatones caminando en la calzada en sentido norte – este, que como ya se mencionó se debe principalmente porque en esta parte no existe acera.

En Curridabat, con un 44,96 %, predominan las invasiones de carril por giros izquierdos desde el acceso sur, pero a pesar de esto no se observaron situaciones en donde algún usuario

estuviera en riesgo por este comportamiento; en Montes de Oca esta interacción también es recurrente y con un 12,73 % se encuentra en segundo lugar.

Además, en Curridabat, a los usuarios que más les cedieron espacio (con un 6,98 %) fue a los que ocupaban girar a la izquierda desde el acceso sur y a los que realizaban un movimiento directo desde el acceso este; si se toma en cuenta que esta última maniobra es la que más conflictos y conflictos potenciales registró resulta lógico que sea una de las que más se dificulte ejecutar. En el caso de Montes de Oca se tiene que ceder campo a los usuarios para que giren a la izquierda desde el acceso norte es la maniobra que más depende de la amabilidad de los otros usuarios.



**Figura 116.** Gráfico comparativo de las interacciones más comunes en la intersección de Curridabat y Montes de Oca

Para finalizar, en el Cuadro 43 se realizó un resumen comparativo entre las características físicas, operativas y contextuales de cada zona de estudio; de igual manera se muestra las maniobras más vulnerables que tiene cada intersección, así como las que más presentaron conflictos.

Como se ha mencionado anteriormente, ambas intersecciones están conformadas por cuatro accesos y las vías secundarias están reguladas por medio de alto. Los TPD de cada una rondan los 9500 vehículos diarios, sin embargo, presentan una diferencia significativa en la cantidad de peatones que transitan por el área de observación; ya que el flujo peatonal diario en Curridabat supera al de Montes de Oca por más del doble, por lo cual en Curridabat la probabilidad de tener conflictos potenciales que involucren peatones es mayor, aunque en Montes de Oca las personas se encuentren más expuestas al caminar en la calzada. Además, aunque ambas zonas no cuentan con infraestructura ciclística no se presenciaron situaciones conflictivas o que pudieran llegar a considerarse de riesgo dentro del periodo de comparación.

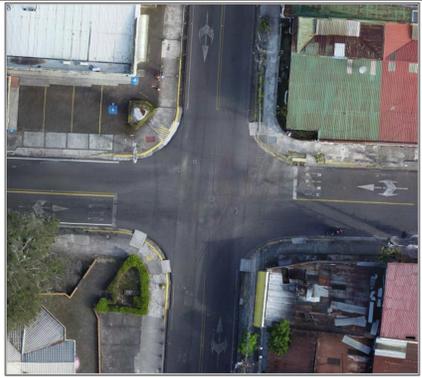
En cuanto a la cantidad de conflictos registrados, en Curridabat se dio el doble de eventos en la misma cantidad de horas analizadas; sin embargo, el porcentaje de cuasi accidentes considerados serios es mayor en Montes de Oca. Los tipos de conflictos que más repeticiones tuvieron en cada intersección son generados principalmente por movimientos desde los accesos secundarios, con la excepción de que en Montes de Oca se le agrega girar a la izquierda desde algún acceso de la vía principal.

Si se toma en cuenta la exposición que tienen los usuarios al realizar una maniobra se obtiene que las mayores tasas de conflictos en Curridabat están asociadas específicamente a los giros izquierdos desde los accesos secundarios; mientras que en Montes de Oca a los giros izquierdos desde el sur y los movimientos directos desde los accesos este u oeste.

Los conflictos potenciales tienen un comportamiento parecido a lo descrito anteriormente, si solo se contemplan los porcentajes de ocurrencia se podría decir que en Curridabat los giros izquierdos y los movimientos directos desde el acceso este son los que más generan situaciones potencialmente conflictivas, en cambio al tomar en cuenta las tasas se concluye que además de los giros izquierdos desde el acceso este se deben considerar los conflictos peatonales con giro izquierdo desde el sur; en el caso de Montes de Oca se mantienen las mismas maniobras descritas para los conflictos.

Es decir, que en Curridabat las maniobras que más generan eventos conflictivos son: los giros izquierdos y movimientos directos desde accesos secundarios, aunado al conflicto potencial peatonal con giro izquierdo desde el sur. Y en Montes de Oca solamente los movimientos directos desde las vías secundarias y los giros izquierdos desde algún acceso de la vía principal.

**Cuadro 43.** Cuadro comparativo entre las intersecciones de Curridabat y Montes de Oca

Intersección	Curridabat	Montes de Oca
<b>Imagen aérea de la intersección</b>		
<b>Uso de suelo</b>	Mixto (residencial - comercial)	Residencial
<b>Configuración geométrica</b>	4 accesos	4 accesos
<b>Velocidad reglamentaria</b>	40 km/h (N-S)	40 km/h (O - E)
<b>Pasos peatonales</b>	0	1
<b>Infraestructura ciclista</b>	No hay	No hay
<b>Porcentaje de cobertura de aceras</b>	100 %	84,84 %
<b>Área de la intersección</b>	744,85 m <sup>2</sup>	919,84 m <sup>2</sup>
<b>TPD</b>	9514	9510
<b>Flujo peatonal</b>	1210	527
<b>Flujo ciclista</b>	194	230
<b>Total de conflictos</b>	12	6
<b>Porcentaje de conflictos serios</b>	33,33 %	50,00 %
<b>Velocidad promedio de conflictos serios</b>	21,73 km/h	23,47 km/h
<b>TA promedio de conflictos serios</b>	0,31	0,52
<b>Porcentaje de conflictos no serios</b>	66,67 %	50,00 %
<b>Velocidad promedio de conflictos no serios</b>	7,60	10,07
<b>TA promedio de conflictos no serios</b>	1,33	1,20
<b>Tipos principales de conflictos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Movimiento directo desde acceso este (25,00 %)</li> <li>Giro izquierdo desde acceso oeste (16,67 %)</li> <li>Entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso este (16,67 %)</li> <li>Movimiento directo desde acceso oeste (16,67 %)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Movimiento directo desde acceso oeste (50,00 %)</li> <li>Giro izquierdo desde acceso sur (16,67 %)</li> <li>Movimiento directo desde acceso este (16,67 %)</li> <li>Giro izquierdo desde acceso norte (16,67 %)</li> </ol>

<b>Intersección</b>	<b>Curridabat</b>	<b>Montes de Oca</b>
<b>Tasas de conflictos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Giro izquierdo desde acceso oeste (0,59 %)</li> <li>2. Entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso este (0,44 %)</li> <li>3. Entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso oeste (0,29 %)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Giro izquierdo desde acceso sur (0,15 %)</li> <li>2. Movimiento directo desde acceso oeste (0,13 %)</li> <li>3. Movimiento directo desde acceso este (0,05 %)</li> </ol>
<b>Total de conflictos potenciales</b>	22	16
<b>Tipos principales de conflictos potenciales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Giros opuestos en acceso sur (22,73 %)</li> <li>2. Movimiento directo desde acceso este (18,18 %)</li> <li>3. Giro izquierdo desde acceso sur con peatón (9,09 %)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Movimiento directo desde acceso oeste (37,50 %)</li> <li>2. Giro izquierdo desde acceso norte (25,00 %)</li> <li>3. Movimiento directo desde acceso este (18,75 %)</li> </ol>
<b>Tasas de conflictos potenciales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Giros opuestos en acceso sur (1,09 %)</li> <li>2. Giro izquierdo desde acceso sur con peatón (0,50 %)</li> <li>3. Entre usuarios secundarios por giro izquierdo desde acceso este (0,44 %)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Giro izquierdo desde acceso sur (0,29 %)</li> <li>2. Movimiento directo desde acceso oeste (0,25 %)</li> <li>3. Movimiento directo desde acceso este (0,16 %)</li> </ol>
<b>Total de interacciones</b>	129	330
<b>Tipos principales de interacciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Invasiones de carril por giros izquierdos desde acceso sur (44,96 %)</li> <li>2. Ceder campo a vehículo: movimiento directo desde acceso este (6,98 %)</li> <li>3. Ceder campo a vehículo: giro izquierdo desde acceso sur (6,98 %)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peatón caminando en la calzada sentido N - E (13,03 %)</li> <li>2. Invasiones de carril por giros izquierdos desde acceso sur (12,73 %)</li> <li>3. Ceder campo a vehículo: giro izquierdo desde acceso norte (10,91 %)</li> </ol>

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1. Conclusiones**

Este estudio es un primer acercamiento al análisis de interacciones y conflictos viales a nivel nacional, con el propósito de validar su aplicabilidad en el país a partir de las metodologías internacionales disponibles. En total se revisó seis metodologías pertenecientes a: Suecia, Países Bajos, Estados Unidos, Canadá, Reino Unido y Finlandia; debido a que actualmente son las únicas disponibles, es decir, no existen metodologías más afines con la realidad de Costa Rica.

En general las técnicas son muy similares en cuanto a las recomendaciones para proceso de recolección de datos; la principal diferencia radica en los parámetros que utiliza cada una para otorgarle una severidad al evento, y es aquí donde varían de subjetivas a las más objetivas, donde los conflictos se clasifican por medidas como el tiempo hasta al accidente (como la sueca), tiempo hasta la colisión (como la holandesa y canadiense), el tiempo posterior a la invasión (como la holandesa), o bien, solo por el tipo de conflicto o apreciación del observador (como la estadounidense y la británica). Se elaboró un resumen comparativo que describe las principales características de cada metodología, tal como se presentó en el Cuadro 9.

A partir de esta investigación, se desarrolló una metodología para analizar de forma semiautomatizada interacciones y conflictos viales en intersecciones urbanas de cuatro accesos en el área metropolitana de San José, en Costa Rica, la cual se basa principalmente en lo que establece la técnica sueca; esta decisión se basó en que, si bien es una de las técnicas más antiguas en la detección y recuento de eventos críticos viales, se mantiene en actualización, para seguirla poniendo en práctica en países de varias partes del mundo.

Y si bien es cierto, la infraestructura vial de Costa Rica es menos desarrollada en comparación con las de estas metodologías europeas y norteamericanas; al igual que existe una diferencia en la educación vial al compararla con una cultura latina, los parámetros que utiliza la metodología sueca para otorgarle una severidad a los conflictos viales son la velocidad y el tiempo hasta el accidente; por lo tanto deberían ser suficiente para describir la realidad nacional independientemente de las diferencias en cultura e infraestructura vial.

Esta guía propuesta incluye aspectos y recomendaciones que se deben tomar en cuenta antes, durante y después del análisis de conflictos e interacciones; como por ejemplo, cómo escoger

la zona de estudio, hasta cómo interpretar los resultados obtenidos. No obstante, la validación de la metodología para Costa Rica incluyó no solo el análisis de conflictos tal como en la técnica original, sino que se consideró los potenciales conflictos e interacciones viales; se incorporó un diagrama físico y operativo detallado, las deficiencias del sitio, conteos de flujos vehiculares y peatonales; asimismo, se creó una clasificación de los tipos de conflictos que se pueden observar en una intersección de cuatro accesos.

Aunque la técnica sueca solo contempla el análisis de conflictos viales, este estudio demuestra que conocer o tener una idea de las fallas que existen en el proceso total lleva a conocer los puntos débiles de la totalidad del sistema, lo que se traduce en un diagnóstico más efectivo y completo. Al incluir eventos de diferente severidad en la jerarquía de seguridad (conflictos graves, leves, conflictos potenciales e interacciones normales) se identificó una mejor comprensión del proceso y la relación entre los eventos. En conclusión, extender el alcance del estudio, para incluir también un comportamiento de tráfico normal y eventos menos severos, aumenta la posibilidad de realizar estimaciones más detalladas y no solo en casos extremos como lo son los conflictos graves.

Para la validación de este primer proyecto de análisis de conflictos en interacciones, se escogió dos intersecciones urbanas en el área metropolitana de San José (específicamente en Curridabat y Montes de Oca); ambas no semaforizadas, de cuatro accesos, con flujos peatonales bajos y un TPD aproximado de 10 000 vehículos; de manera tal que fuese posible realizar comparaciones entre ambas intersecciones. Para otros tipos de entornos viales, se deberá realizar ajustes en la metodología y su validación respectiva.

En general, a lo largo del análisis de conflictos se cumplió la mayoría de lineamientos que establece la técnica sueca, no obstante, no fue posible seguir todas las recomendaciones para la instalación de las videocámaras. En este caso la altura mínima que se establece es de 7 – 8 m, y en campo las cámaras de video se instalaron a 3,5 – 4 m, lo que generó condiciones de visibilidad reducida o nula, al presentarse vehículos como autobuses que obstruyeron el campo de visión total del área de estudio. Por esta razón se recomienda tratar de instalarlas a la máxima altura posible en la zona, ya que, se sabe que al depender del uso de infraestructura existente como postes de tendido eléctrico la vista teórica es difícil de conseguir.

Además, el análisis de los movimientos de los usuarios (vehículos motorizados, peatones y ciclistas) en uniones de cuatro accesos permitió caracterizar los tipos de conflictos más

comunes que se pueden dar en intersecciones con esta configuración geométrica y que cuentan con todos los movimientos de giro permitidos (movimiento directo, giro derecho e izquierdo).

Esta metodología no solo permitió identificar los conflictos, sino que también se pudo clasificar el evento de acuerdo a la severidad, basándose en los parámetros suecos: tiempo hasta el accidente y la velocidad a la cual sucedió el conflicto; al otorgarle un grado de severidad es posible tener una idea de los riesgos asociados a los eventos y, si bien es cierto este estudio no contempla proponer contramedidas, el análisis de conflictos es un insumo para proponerlas, implementarlas y luego monitorearlas y evaluarlas.

Asimismo, la metodología se validó para dos intersecciones de San José (Montes de Oca y Curridabat) las cuales cuentan con condiciones específicas, por lo que faltaría mayor investigación para otro tipo de ambientes viales. Al poner en práctica esta metodología se generó un recuento de los conflictos por tipo de maniobra y por tipo de usuario para identificar los tipos de conflictos más comunes. De igual forma, esto permitió conocer las circunstancias particulares para la ocurrencia de un conflicto; por ejemplo, cuál maniobra generó la situación conflictiva, si fue por la presencia de vehículos estacionados o detenidos, adelantamiento, cambio de carril, etc.

Ahora bien, generar un mapeo de la ubicación de los conflictos de tráfico permitió identificar qué áreas de la intersección son conflictivas o potencialmente conflictivas (según lo que se esté analizando), lo que anticipa posibles puntos y maniobras que generen tipos específicos de accidentes.

Aparte de los conflictos viales, también se analizó los potenciales conflictos e interacciones viales para un monitoreo más completo, el cual dio una mejor idea de lo que realmente ocurre en las intersecciones estudiadas, y de esta manera se identificó patrones típicos de cuasi accidentes que de lo contrario quedarían por fuera del análisis de conflictos pero que aun así afectan la seguridad vial. Por ejemplo, un exclusivo análisis de conflictos viales no hubiera identificado violaciones a la norma de tránsito, como los giros en U, adelantamiento en doble línea amarilla, etc.

Además, en el estudio también se hizo un registro de la actividad de tránsito según las horas de análisis, con el fin de relacionar la cantidad de vehículos que circulan contra la cantidad de conflictos y conflictos potenciales registrados durante el mismo periodo, lo cual permite calcular

las tasas de conflictos, es decir, el riesgo de que una maniobra se convierta en un conflicto. Es decir, es posible relacionar el número de conflictos peatonales con la cantidad de personas que circularon por la intersección, o bien, hacer esto mismo entre vehículos. Para esto fue necesario realizar un conteo detallado de las maniobras y usuarios que interactuaron en el tiempo estudiado, resultando así en un incremento del procesamiento de los datos, pero también en una mayor precisión en la predicción de futuros conflictos y potenciales conflictos.

Por otra parte, en cuanto a las principales limitaciones de la técnica se concluye lo siguiente:

- No hay forma de conocer previamente el mínimo periodo de observación necesario para obtener resultados confiables. La forma más precisa de definir la cantidad de horas es disponer de estudios anteriores o bien realizar un análisis previo de las condiciones físicas y funcionales del sitio; es decir, el periodo de análisis va a depender de cada caso particular y que no puede generalizarse para todas las intersecciones.
- En general, este estudio se llevó a cabo de manera continua, originalmente fue planteado para analizar 48 h en cada intersección; sin embargo, debido a que los flujos vehiculares y peatonales son muy bajos en el transcurso de la noche, se redujo considerablemente la probabilidad de observar conflictos o interacciones en estas horas. Sin embargo, debe resaltarse que esta situación de reducción de conflictos e interacciones que se presenta entre las 10:00 p.m. y 5:00 a.m. en ambas intersecciones analizadas, podría deberse a externalidades como la restricción vehicular sanitaria por COVID-19. El análisis de conflictos es un análisis complementario para poder determinar una adecuada priorización de intervenciones y de medidas específicas para mejorar la seguridad vial y las condiciones de movilidad de una intersección. Estas contramedidas varían dependiendo de la cantidad de conflictos observados; sin embargo, es importante recalcar que independientemente del número de conflictos que se registren en un día de observación, no es posible afirmar que un estudio de esta duración es suficiente para la toma de decisiones; esto ya que existen muchas externalidades que podrían suceder en un día; de manera tal que, si ese día de análisis coincidió con algún evento particular, podría afectar la cantidad de interacciones y conflictos registrados, aun cuando no sea algo evidente en la intersección. Para mitigar estas situaciones y otorgarle mayor precisión al estudio, es recomendable seleccionar un día de la semana, (preferiblemente que no sea lunes ni viernes) y estudiar mínimo este mismo día en dos semanas distintas. Considerando que no sea feriado, fin de año, ni periodo de

vacaciones escolar; con el fin de eliminar lo más posible esas externalidades por más que ocurran muchos conflictos.

- Bajo la modalidad semiautomatizada, el análisis depende exclusivamente de las imágenes captadas en las grabaciones de video, por lo tanto, es importante garantizar su calidad. Se debe asegurar que la luz solar no interfiera, o bien si el estudio se realiza durante un periodo lluvioso, que las gotas no provoquen distorsiones en el lente; en caso contrario estas situaciones podrían interferir en el procesamiento de la información.
- Según los autores de la técnica sueca la relación entre accidentes y conflictos no siempre es clara; lo cual dificulta encontrar una forma en que estos resultados se puedan usar para predecir de manera precisa el número esperado de accidentes; sin embargo, se pueden diseñar medidas que minimicen la ocurrencia de conflictos y conflictos potenciales, lo cual a su vez disminuirá la probabilidad de ocurrencia de accidentes, aunque no necesariamente estas disminuciones sean proporcionales.
- El diagrama para clasificar la severidad del conflicto propuesto por la técnica sueca no es determinante para determinar las consecuencias que se hubieran obtenido en un posible accidente, ya que, este se calcula utilizando una ecuación de la fuerza de fricción máxima entre un neumático de vehículo motorizado y el asfalto seco. Por lo tanto, bajo estas suposiciones el uso del diagrama se vuelve poco significativo, o incluso nulo, para conflictos que involucren ciclistas o peatones, o bien si el pavimento se encuentra húmedo.
- Se desconoce si la técnica sueca contempla la vulnerabilidad que tienen los peatones y ciclistas en la clasificación de severidad. En el caso hipotético de que se diera una colisión entre dos automóviles este no tendría las mismas repercusiones si hubiera sido entre un automóvil y un peatón, o bien, un automóvil y un ciclista; en los últimos casos las consecuencias que se pueden esperar serían más serias, suponiendo situaciones idénticas con respecto a velocidades y distancias.

Por otra parte, en relación con las principales conclusiones en cada zona de estudio analizada, se tienen las siguientes conclusiones:

➤ **Intersección en el cantón de Curridabat:**

- Debido a que dentro de las horas de estudio ocurrió una colisión, fue posible evaluar el impacto de este tipo de evento en el comportamiento del tránsito y su efecto en la

seguridad vial. En este caso se vio que, a raíz del congestionamiento vial provocado por el choque, se desencadenó un aumento significativo en las interacciones vehiculares y de los conflictos, siendo ocasionados principalmente por los usuarios del acceso afectado. Por lo tanto, se determinó necesario hacer una separación de los eventos que fueron causados debido a situaciones aisladas que afecten el comportamiento típico de la zona de estudio, es decir, que para obtener resultados que realmente representen las condiciones diarias es indispensable eliminar o no contemplar en el análisis todas las situaciones que se vieron influenciadas por eventos atípicos; en caso contrario, los datos estarían sesgados y posiblemente las conclusiones serían incorrectas y, por ende, las eventuales contramedidas.

- La mayoría de los conflictos que se registraron ocurrieron con el pavimento húmedo; como se mencionó anteriormente una de las limitaciones es que el diagrama de severidad no es determinante bajo estas condiciones. Sin embargo, la técnica sueca hace uso de este diagrama sin importar la condición de la superficie; por tanto, se decidió evaluar la severidad de los conflictos de esta manera.
- Debido a la falta de conflictos e interacciones nocturnas, de las 48 h de grabación, solo 34 h hacen un aporte significativo en los resultados. Además, dejando de lado las observaciones debido al choque (aproximadamente durante una hora), se obtuvo que en este periodo se lograron identificar 23 conflictos, dentro de los cuales el 78,26 % fueron categorizados como leves mientras que el 21,73 % como graves.
- Independientemente del tipo o severidad del conflicto, el 73,91 % se dieron entre automóviles.
- Contemplando solo los conflictos serios y leves, se obtuvo que el tipo de cuasi accidente que tuvo más repeticiones fue el movimiento directo desde el acceso este, seguido del movimiento directo desde el acceso oeste; lo que equivale al 26,09 % y 21,74 %, respectivamente. Además, estos mismos movimientos fueron los responsables de la mayoría de los conflictos serios.
- Dentro de este mismo periodo se observaron 53 conflictos potenciales, en donde los principales tipos fueron los giros opuestos en el acceso sur y movimiento directo desde el acceso este, con 13,21 % cada uno.

- En total se registraron 325 interacciones viales en donde el 39,08 % corresponde a usuarios que invadieron el carril opuesto a la hora de girar a la izquierda desde el acceso sur.
- **Intersección en el cantón de Montes de Oca:**
- Debido a la falta de conflictos e interacciones nocturnas, de las 26 h que se analizaron, solo 19 h fueron relevantes en los resultados. Durante este periodo se lograron identificar un total de 7 conflictos dentro de los cuales el 57,14 % fueron categorizados como graves mientras que el 42,86 % como leves.
- Independientemente del tipo o severidad del conflicto el 71,43 % se dieron entre automóviles.
- Tomando en cuenta solo los conflictos serios y leves, se concluyó que los tipos de conflictos que tuvieron más repeticiones fueron debido a movimientos directos desde acceso oeste con 42,86 % y el giro izquierdo desde el acceso sur con 28,57 %; estas mismas maniobras con las responsables de ocasionar la mayoría de los conflictos serios.
- Dentro de este mismo periodo se observaron 19 conflictos potenciales, en donde los principales tipos fueron a causa de movimientos directos desde acceso oeste (31,58 %) y por giros izquierdos desde el acceso norte (26,32 %).
- En total se registraron 353 interacciones en donde el 13,31 % corresponde a usuarios que invadieron el carril opuesto a la hora de girar a la izquierda desde el acceso sur y el 12,18 % a causa de los peatones caminando sobre la calzada en sentido norte-este debido principalmente a la falta de aceras en el acceso noreste de la intersección.

Finalmente, al comparar el comportamiento de las dos intersecciones por un mismo periodo de 24 h se concluye lo siguiente:

- Aunque ambas intersecciones están conformadas por cuatro accesos, la intersección de Montes de Oca tiene un área aproximada de 919,84 m<sup>2</sup> mientras que la de Curridabat solo cuenta con 744,85 m<sup>2</sup>. Sin embargo, a pesar de que los usuarios de la intersección de Montes de Oca poseen mayor área, tienen menor visibilidad para ejecutar maniobras; esto debido a la configuración geométrica, la pendiente longitudinal de 7 % del acceso norte y la presencia de curvaturas horizontales en los accesos este y oeste.
- Se obtuvo que en la intersección de Curridabat ocurrió 12 conflictos y en Montes de Oca hubo 6. Sin embargo, aunque Curridabat tuvo el doble de conflictos, la mayoría

fueron categorizados como leves (66,66 %); mientras que en Montes de Oca la mitad de los conflictos fueron graves, es decir, tiene menos situaciones conflictivas, pero con una severidad mayor.

- La maniobra que registró una mayor cantidad de conflictos en Curridabat fue el movimiento directo desde el acceso oeste con un 25,00 %; mientras que en Montes de Oca fue este mismo movimiento, pero desde el acceso este y representa el 50,00% de los eventos.
- Al calcular la tasa de conflicto asociada a una maniobra, es decir, la relación entre los flujos vehiculares y el número de conflictos observados, se obtuvo que la maniobra con mayor riesgo de convertirse en un cuasi accidente es el giro izquierdo desde el acceso oeste en Curridabat y el giro izquierdo desde el acceso sur en Montes de Oca.
- En total se registraron 22 conflictos potenciales en Curridabat y 16 en Montes de Oca; de los cuales el más común fue por giros opuestos en acceso sur (22,73 %) y el movimiento directo desde acceso oeste (37,50 %), respectivamente.
- En el caso de los conflictos potenciales, las tasas de conflictos concuerdan con que en Curridabat la maniobra con mayor riesgo de ocurrencia es por giros opuestos desde el acceso sur; mientras que en Montes de Oca es por el giro izquierdo desde acceso sur.
- En cuanto a las interacciones se registraron en total 129 en Curridabat, en donde el 44,96 % corresponde a usuarios que invadieron el carril opuesto a la hora de girar a la izquierda desde el acceso sur. En el caso de Montes de Oca de las 330 interacciones el 13,03 % fueron peatones caminando sobre la calzada en sentido norte-este debido principalmente a la falta de aceras en el acceso noreste de la intersección.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, se podría afirmar que la intersección de Curridabat es más peligrosa al haber registrado un mayor número de conflictos y conflictos potenciales. Por tanto, considerando las limitaciones descritas anteriormente, y analizando también la severidad de los conflictos, lo cual se enfoca en la protección de la vida humana y de las posibles lesiones, podría considerarse prioritaria la intersección de Montes de Oca para efectos de intervenirla en favor de una movilidad segura. Es decir, aunque se espera una menor cantidad de conflictos, estos podrían conducir a accidentes de mayor severidad, aumentando las probabilidades de lesiones graves y muerte para las personas involucradas (aclarando que esta comparación es válida porque ambas intersecciones poseen un número de TPD similar).

## 6.2. Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones para futuras investigaciones se tiene que, para realizar un análisis de interacciones y conflictos viales, preferiblemente el observador debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Visitar el sitio de estudio para familiarizarse y entender el comportamiento operacional del sitio de estudio.
2. Definir los tipos de conflictos e interacciones que se van a recopilar durante el periodo de observación; aclarando que, en un análisis completo, el observador deberá juzgar las situaciones y evaluar la inclusión de un evento particular que describa la zona. Sin embargo, no contemplar algún evento desde el comienzo del estudio representa volver a analizar las grabaciones de video.
3. Tener el diagrama físico de la intersección antes de comenzar las observaciones; es el principal apoyo para la estimación de distancias y por ende velocidades de los conflictos (serios o leves).
4. Realizar los conteos de flujos vehiculares o peatonales; esto permite que el observador tenga una idea previa de lo que va a registrar más adelante.
5. Escoger el tipo de formulario (físico o digital) que se va a utilizar para recolectar los conflictos y hacer las adaptaciones según los objetivos del estudio; al ser un análisis semiautomatizado se aconseja emplear desde el inicio un formulario digital para evitar transcribir la información.
6. Registrar de manera simultánea las interacciones y los conflictos; hacerlo por separado duplica el tiempo para recolectar los datos. Es importante recordar medir el tiempo con un cronómetro (aumenta la precisión), para posteriormente calcular la velocidad.

Por otra parte, como el diagrama de clasificación de severidad de la técnica sueca no es determinante si se analizan conflictos peatonales se recomienda evaluar lo implementado en el estudio de México titulado "Evaluación ex-ante y ex-post del rediseño vial de un entorno escolar en Puebla de Zaragoza, Puebla. Agosto 2020", en este caso se desplazó la línea límite del diagrama de severidad a la curva 24; lo que amplía el rango de clasificación para los conflictos serios cuando se analizan cuasi-accidentes entre peatones y vehículos automotores. Sin embargo, en el caso de conflictos que involucren ciclista se aconseja plantear un proyecto

para generar una metodología y validarla, ya que no se encontró información referente a este tema.

Además, en caso de analizar otro tipo de configuración, se sugiere iniciar con un estudio de los movimientos para identificar los posibles tipos de conflictos; esto debido a que es necesario que el observador tenga una guía previamente definida de los eventos que se van a registrar durante el estudio, lo cual también le facilitará el filtrado de los resultados.

Las observaciones de conflictos viales están planteadas principalmente para aplicarlas en áreas urbanas, por lo que encontrar estudios prácticos en zonas rurales es bastante limitado. Esto no significa que el método no se pueda utilizar, pero es recomendable planificar el estudio y prever que la infraestructura disponible en sitio puede ser escasa; lo cual afectaría principalmente la instalación de las videocámaras en sitio. Asimismo, dependiendo de los volúmenes de circulación, la frecuencia esperada de conflictos o interacciones puede ser muy baja, por lo que se recomendaría ampliar el tiempo del análisis.

Ahora bien, en caso de que se estudien intersecciones semaforizadas, es importante incluir la duración del ciclo y los tiempos de verde, amarillo y rojo para todas fases; además de incorporar cualquier fase separada, como las fases de giro a la izquierda. Incluso, se debe no solo adaptar los tipos de maniobras permitidas, sino que también se tendrían que incluir los conflictos o interacciones que los usuarios realicen cuando el semáforo esté en rojo; asimismo en caso de que la intersección cuente con semáforo peatonal se deberá contabilizar la cantidad de personas que cruzan en verde o rojo, y separar los tipos de conflictos cuando el transeúnte tiene la prioridad de paso.

Una de las principales sugerencias para futuros trabajos es empezar en sitios con condiciones similares para ir haciendo las adaptaciones de manera progresiva. Intersecciones con menos accesos reduce la cantidad de tipos de conflictos que se podrían observar, pero dependiendo de la complejidad operativa (cantidad de vehículos y peatones que transitan, velocidad permitida, etc.) podría resultar en una zona conflictiva y de difícil análisis para un observador principiante.

Además, podría resultar útil comparar los resultados del estudio con el registro de accidentes de la zona (si se encuentra disponible), con el fin de analizar si revelan los mismos tipos de problemas en la intersección.

Por otra parte, en el caso de que se requiera calibrar varios observadores para que realicen observaciones simultáneamente, se recomienda seleccionar un video de entrenamiento, el cual preferiblemente debe incluir la mayoría de situaciones que un observador podría eventualmente registrar al hacer un estudio de este tipo; cada uno de los observadores deberá analizar y estimar los parámetros de velocidad y tiempo hasta el accidente de manera individual para posteriormente comparar los resultados y corroborar si todos los observadores registraron los mismos conflictos e interacciones viales.

En el caso de hacer comparaciones entre el comportamiento antes y después de aplicar contramedidas para evaluar si fueron efectivas, se debe dar un periodo de adaptación para que los usuarios se acostumbren a las nuevas condiciones de la intersección. La extensión de este periodo dependerá de la complejidad del cambio; sin embargo, se aconseja excluir los primeros meses del análisis de seguridad vial. Concluido este plazo, es recomendable que las nuevas observaciones se realicen en los mismos días y horas de la semana, y en el mismo periodo del primer estudio para analizar el impacto de la intervención y la posible eliminación de cierto tipo de conflictos, disminución general de la severidad de los conflictos, o bien, identificar si aparecieron nuevos tipos que no estaban presentes antes, etc.

Además, algunos autores sugieren incluir como estudio complementario entrevistas cortas a usuarios de la carretera; de esta forma un observador que no conoce el sitio de estudio puede entender mejor el comportamiento del sitio en un menor tiempo, ya que a menudo los usuarios suelen tener experiencias o conocen las situaciones inseguras de la zona que al describirlas ayudan al observador.

Finalmente, no es posible asegurar que aplicar los parámetros de la técnica sueca son los que mejor se adaptan al país, por lo que en futuras investigaciones se podría implementar otra técnica; por ejemplo, la holandesa, que es otra de las metodologías que ha tenido actualizaciones y que actualmente se sigue poniendo en práctica, con el fin de comparar los resultados al aplicar dos técnicas distintas en una misma intersección y así tener una mejor idea de cuál puede representar en mejor manera las condiciones nacionales.

## 7. Referencias

- Baguley, C. J. (1984). The British Traffic Conflict Technique. *International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques*, 59–73. doi:10.1007/978-3-642-82109-7\_7
- Castelar, S. (2007). *Improving Traffic Conditions in San Salvador: Application of the Swedish Traffic Conflicts Technique*. International Training Program: "Urban Transport", Lund University.
- Consejo de Seguridad Vial. (03 de noviembre de 2020). *Cantidad de accidentes de tránsito según categoría*. Recupera el 27 de enero de 2021 de: <https://datosabiertos.csv.go.cr/dataviews/234875/ACCID-DEL-ANO-2015/>
- Consejo de Seguridad Vial. (03 de noviembre de 2020). *Cantidad de personas en accidentes con víctimas por año según tipo de lesión*. Recupera el 27 de enero de 2021 de: <https://datosabiertos.csv.go.cr/dataviews/233614/cantidad-de-personas-en-accidentes-con-victimas-por-ano-segun-tipo-de-lesion/>
- Crowe, E.C. (1990). 'Traffic conflict values for three-leg, unsignalized, intersections, *Transportation Research Record*, No.1287, pp. 185-194.
- Hydén, C., & Linderholm, L. (1984). *The Swedish traffic-conflicts technique*. *International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques* (pp. 133-139). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hydén, C., A. Várhelyi. (2000). *The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study*. *Accident Analysis & Prevention* 32, pp. 11-23.
- Ismail, K. A. (2010). *Application of computer vision techniques for automated road safety analysis and traffic data collection*. Doctoral dissertation, University of British Columbia, Vancouver, Canada
- Ismail, K., Sayed, T., & Saunier, N. (2010). *Automated safety analysis using video sensors: technology and case studies*. In *Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference*, Niagara Falls, Ontario.
- Katamine, N. M., & Hamarneh, I. M. (1998). Use of the traffic conflict technique to identify hazardous intersections. *Road and transport research*, 7(3), 17-35.

- Kraay, J. H., & Van der Horst, A. R. A. (1985). The Trautenfels Study: A Diagnosis of Road Safety Using the Dutch Conflict Observation Technique DOCTOR (Vol. 85, No. 53).
- Kraay, J.H. (1983). *Review of traffic conflicts technique studies*. Third edition. R-83-9. SOW, Leidschendam, 1983.
- Kraay, J.H., van der Horst, A.R.A., & Oppe, S. (2013). *Manual for conflict observation technique DOCTOR (Dutch Objective Conflict Technique for Operation and Research)*. SWOV.
- Laureshyn, A., & Varhelyi, A. (2018). The Swedish Traffic Conflict Technique: observer's manual.
- Laureshyn, A., Goede, M. de, Saunier, N., & Fyhri, A. (2016). *Cross-comparison of three surrogate safety methods to diagnose cyclist safety problems at intersections in Norway*. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 11–20. doi:10.1016/j.aap.2016.04.035
- Migletz, J., & Glauz, W. D. (1984). The Traffic Conflict Technique of the United States of America. NATO advanced research workshop on International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques (pp. 41-57). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (s.f.). *Estadísticas de muertos en sitio provisionales en accidentes de tránsito 2019-2020*.  
[https://www.csv.go.cr/documents/20126/50694/12\\_Estadisticas+muertos+en+sito+provisionales+2019-2020.pdf/d3ade383-065e-c5d8-2910-374d2a2d5750?t=1610476183259](https://www.csv.go.cr/documents/20126/50694/12_Estadisticas+muertos+en+sito+provisionales+2019-2020.pdf/d3ade383-065e-c5d8-2910-374d2a2d5750?t=1610476183259)
- Parker Jr, M. R., & Zegeer, C. V. (1989). *Traffic conflict techniques for safety and operations: Observers manual* (No. FHWA-IP-88-027, NCP 3A9C0093). United States. Federal Highway Administration.
- Pérez, A. (2020). Análisis de conflictos viales: Evaluación ex-ante y ex-post del rediseño vial de un entorno escolar en Puebla de Zaragoza, Puebla. Agosto 2020. México: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP)
- Polders, E., & Brijs, T. (Eds.). (2018). *How to Analyse Accident Causation?: A Handbook with Focus on Vulnerable Road Users*. Hasselt University.

- Sayed, T., & Zein, S. (1999). Traffic conflict standards for intersections. *Transportation Planning and Technology*, 22(4), 309–323. doi:10.1080/03081069908717634
- Svensson, A. (1998). *A method for analysing the traffic process in a safety perspective*. Sweden: Lund Institute of Technology.
- Torres, J. A. (2012). Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- van der Horst, A. R. A., Thierry, M. C., Vet, J. M., & Rahman, A. F. (2017). An evaluation of speed management measures in Bangladesh based upon alternative accident recording, speed measurements, and DOCTOR traffic conflict observations. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 46, 390-403.



## 8. Apéndices

### Apéndice 1

**Cuadro A1 - 1.** Conflictos registrados en la intersección de Curridabat

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
22	2020_1104_110435_051A	11/04/2020 11:33:59 a.m.	Día	Húmeda	Este conflicto trasero se da cuando el usuario uno intenta circular desde el acceso sur en la vía principal mientras que un segundo usuario no mantiene la distancia mínima entre vehículos. Cuando en determinado momento el primer usuario se detiene inesperadamente por no poder terminar su giro a la izquierda, el segundo usuario debe frenar para evitar colisionar.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	0,88	8,81	0,36	Frenado	aSí
1	2020_1103_100522_001A	11/03/2020 10:20:10 a.m.	Día	Húmeda	El usuario dos quiere cruzar la intersección en sentido este-oeste. Un usuario del acceso sur quiere girar a la izquierda por lo que reduce su velocidad para esperar encontrar espacio en el volumen opuesto, en ese momento el segundo usuario decide atravesar la intersección sin percatarse que otro automóvil (usuario uno con prioridad de paso) se aproxima en sentido norte-sur. Por lo que este último debe frenar para evitar colisionar lateralmente.	Automóvil	1,60	46,80	0,12	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
6	2020_1104_060445_041A	11/04/2020 06:31:40 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario (con prioridad de paso) se aproxima a la intersección desde el acceso norte mientras que el segundo usuario decide realizar un movimiento directo (este-oeste) pero no tiene suficiente tiempo para cruzar los dos carriles por lo que para evitar una colisión lateral debe frenar.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	2,10	16,00	0,47	Frenado	Sí
24	2020_1104_113434_052A	11/04/2020 06:31:40 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario baja un poco la velocidad debido al congestionamiento provocado por el choque en el acceso oeste, justo en ese momento un segundo usuario aprovecha y decide cruzar la calzada desde el acceso este, pero simultáneamente el primer	Automóvil	3,10	8,90	1,25	Frenado	Sí	Automóvil	-	-	-	-	-

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
					usuario acelera para continuar con el movimiento directo sentido norte-sur, por lo que se crea un conflicto lateral entre ambos y el primer usuario decide frenar.												
25	2020_1104_113434_052A	11/04/2020 11:45:37 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario espera para realizar un giro izquierdo desde el acceso sur mientras que el segundo usuario (acceso este) aprovecha que el vehículo del frente cruza la calzada mientras el primer usuario espera encontrar un espacio que le permita girar, por lo que continúa avanzando y justo en ese momento el primer usuario decide terminar su maniobra y se crea un conflicto lateral.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	2,50	10,56	0,85	Frenado	No
2	2020_1103_103522_002A	11/03/2020 10:58:30 a.m.	Día	Húmeda	Un usuario del acceso sur quiere girar a la izquierda por lo que espera encontrar espacio en el volumen opuesto, mientras esto ocurre el segundo usuario aprovecha para intentar girar a la izquierda desde el acceso este sin percatarse que otro automóvil (usuario 1 con prioridad de paso) se aproxima en sentido norte-sur. Por lo que el segundo usuario debe frenar para evitar colisionar lateralmente.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	1,00	5,47	0,66	Frenado	No
26	2020_1104_113434_052A	11/04/2020 11:47:40 a.m.	Día	Húmeda	El usuario uno circula lento en sentido norte-sur debido al congestionamiento que ocasiona el choque en el acceso oeste, mientras que un segundo usuario intenta girar a la izquierda desde el acceso este aprovechando la velocidad del primer conductor, por lo tanto, el usuario uno se ve obligado a frenar para evitar que el segundo lo colisione.	Automóvil	1,10	7,20	0,55	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
15	2020_1104_103436_050A	11/04/2020 10:54:26 a.m.	Día	Húmeda	Debido a que un choque trasero (en el acceso oeste) bloquea el carril, el usuario dos debe invadir el carril lateral para poder adelantarlo, mientras que realiza esa maniobra el primer usuario intenta girar a la izquierda lentamente desde la vía principal lo que ocasiona que se tope de frente al segundo usuario, lo que obliga al primero a	Automóvil	1,70	4,70	1,30	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
					detenerse, ocasionando un conflicto frontal.												
16	2020_1104_103436_050A	11/04/2020 10:55:47 a.m.	Día	Húmeda	Debido a que un choque entre dos vehículos (en el acceso oeste) bloquean el carril, el usuario dos debe invadir el carril lateral para poder adelantar, mientras que realiza esa maniobra el primer usuario gira a la izquierda lentamente desde el acceso sur, ocasionando que se tope de frente al segundo usuario y deba detenerse, ocasionando un conflicto frontal.	Automóvil	1,85	13,70	0,49	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
19	2020_1104_110435_051A	11/04/2020 11:15:37 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario circula lento (norte-sur) debido a que los vehículos del acceso oeste interfieren en el flujo de la vía principal cuando quieren hacer un movimiento directo. Mientras que esto ocurre el segundo usuario aprovecha que otro vehículo cruza enfrente del primero para avanzar detrás de este y continuar con su maniobra, pero no se da cuenta de que el usuario uno igualmente decide continuar con su movimiento directo por lo que este último se ve obligado a frenar controladamente.	Automóvil	2,00	3,20	2,25	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
21	2020_1104_110435_051A	11/04/2020 11:27:40 a.m.	Día	Húmeda	El conflicto ocurre cuando el segundo usuario espera encontrar paso para cruzar la vía principal desde el acceso oeste mientras que un primer usuario (con derecho de paso) circula en sentido norte-sur. El usuario uno continua con su movimiento directo cuando de repente el usuario dos decide acelerar de manera repentina, lo que causa que ambos se vean en un conflicto lateral y frenen. Ambas velocidades de circulación son bajas por lo que no llegan a chocar, básicamente la velocidad del segundo usuario es la de salida y frena inmediatamente.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	0,20	3,00	0,24	Frenado	No

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
23	2020_1104_113434_052A	11/04/2020 11:40:03 a.m.	Día	Húmeda	El segundo usuario pretende cruzar la intersección en sentido oeste-este, aprovechando que un vehículo gira a la derecha desde el acceso norte (vía principal) sin darse cuenta del primer usuario que realiza un movimiento directo, lo que resulta en un conflicto lateral y ambos frenan simultáneamente.	Automóvil	0,60	6,50	0,33	Frenado	No	Automóvil	3,70	28,20	0,47	Frenado	No
28	2020_1104_120433_053A	11/04/2020 12:33:13 p.m.	Día	Húmeda	El usuario uno circula en sentido sur-norte con prioridad de paso en la vía principal, cuando de pronto otro usuario del acceso oeste que espera poder atravesar la calzada no se percata y avanza. Provocando un conflicto lateral y ambos frenan simultáneamente.	Automóvil	4,85	41,10	0,42	Frenado	No	Automóvil	0,75	16,00	0,17	Frenado	Sí
29	2020_1104_143428_058A	11/04/2020 14:47:27 p.m.	Día	Húmeda	El primer usuario circula en sentido sur-norte con derecho de paso, mientras que el otro usuario hace un alto para cruzar desde el acceso oeste, sin embargo, este último empieza a avanzar. Lo que resulta en que simultáneamente ambos decidan frenar.	Automóvil	0,78	10,10	0,28	Frenado	No	Automóvil	3,11	12,90	0,87	Frenado	Sí
31	2020_1104_180421_065A	11/04/2020 18:14:27 p.m.	Noche	Húmeda	El segundo usuario pretende hacer un movimiento directo desde el acceso oeste, comienza a moverse hacia adelante hasta llegar a un punto donde el conductor de un vehículo del acceso sur le cede espacio para que pueda atravesar la carretera. Sin embargo, no se percata de que el primer usuario circula con derecho de paso en sentido norte-sur, lo que provoca que este último se vea obligado a parar para evitar una colisión.	Automóvil	2,50	53,30	0,17	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
27	2020_1104_113434_052A	11/04/2020 12:01:56 p.m.	Día	Húmeda	El usuario uno circula a una baja velocidad en sentido norte-sur por lo que el segundo usuario que espera la oportunidad para girar a la derecha, desde el acceso oeste, decide acelerar, pero casi simultáneamente debe frenar creando un conflicto lateral entre ambos.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	1,50	5,51	0,98	Frenado	No
13	2020_1104_093438_048A	11/04/2020 10:04:06 a.m.	Día	Húmeda	El usuario dos hace una maniobra de salida temeraria cuando acelera para girar a la izquierda desde el acceso oeste mientras que el	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	1,60	3,60	1,60	Frenado	No

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
					usuario uno (con prioridad de paso) gira a la izquierda desde la vía principal, por esto el segundo usuario se ve obligado a detenerse para evitar una colisión.												
3	2020_1103_113521_004A	11/03/2020 11:42:01 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario (en este caso con prioridad de paso) intenta realizar un movimiento directo en sentido oeste-este. Mientras que un segundo usuario simultáneamente gira a la izquierda desde el acceso este por lo que ambos se ven obligados a frenar para evitar una colisión frontal.	Automóvil	1,20	13,00	0,33	Frenado	No	Automóvil	1,20	11,77	0,37	Frenado	No
14	2020_1104_100437_049A	11/04/2020 10:30:13 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario realiza un movimiento directo desde el acceso oeste mientras que el segundo usuario gira lentamente a la izquierda desde el acceso este, este último se frena controladamente cuando el primer usuario se encuentra aproximadamente por la mitad de la calzada.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	1,95	5,16	1,36	Frenado	Sí
30	2020_1104_153426_060A	11/04/2020 15:39:57 p.m.	Día	Húmeda	El primer usuario circula en sentido oeste-este con derecho de paso, mientras que el otro usuario hace un giro izquierdo desde el acceso este, sin embargo, este último gira mientras que el primer usuario acelera para hacer su movimiento directo. Lo que resulta en que simultáneamente se muevan y el segundo usuario se vea obligado a frenar.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	1,88	14,20	0,48	Frenado	No
12	2020_1104_093438_048A	11/04/2020 09:56:21 a.m.	Día	Húmeda	El usuario uno circula en la vía secundaria en sentido este-oeste, mientras que el segundo usuario pretende girar a la izquierda desde el acceso oeste. El conflicto se da cuando el segundo usuario en su maniobra de salida (con una baja velocidad) intenta comenzar su giro y frena cuando se topa al primer usuario, creando un conflicto lateral entre ambos.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	3,05	4,80	2,29	Frenado	Sí
9	2020_1104_090439_047A	11/04/2020 09:16:54 a.m.	Día	Húmeda	El segundo usuario quiere realizar un giro a la izquierda desde acceso secundario este, cuando encuentra espacio en la vía principal para realizar la maniobra intenta acelerar rápidamente para pasar	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	2,80	11,66	0,86	Frenado	No

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
					antes que el primer usuario, que en este caso gira a la derecha desde el acceso oeste. Por lo que el usuario dos no tiene otra opción que frenar al poner en riesgo de colisión lateral al primer usuario.												
7	2020_1104_073442_044A	11/04/2020 07:57:57 a.m.	Día	Húmeda	El primer usuario se aproxima a la intersección desde el acceso norte mientras que el segundo usuario (motociclista) decide realizar un movimiento directo (este-oeste), el segundo usuario al percatarse del primero decide detenerse para evitar una colisión.	Automóvil	-	-	-	-	-	Motocicleta	6,8	12,38	1,98	Frenado	Sí
4	2020_1103_123519_006A	11/03/2020 12:51:20 p.m.	Día	Húmeda	El primer usuario (motociclista) se aproxima a la intersección desde el acceso sur mientras que el segundo usuario no se percató de su presencia y realiza un movimiento directo (oeste-este), lo que los lleva a frenar a ambos para evitar una colisión lateral.	Motocicleta	1,5	16,30	0,33	Frenado	Sí	Automóvil	1,3	10,05	0,47	Frenado	No
5	2020_1103_140516_009A	11/03/2020 14:25:58 p.m.	Día	Húmeda	El primer usuario (motociclista) se aproxima a la intersección desde el acceso norte (con prioridad de paso) mientras que el segundo usuario intenta cruzar en sentido oeste-este, ingresando poco a poco a la intersección para que le cedan espacio los de la vía principal, lo que produce que el motociclista se tope con el carril obstaculizado y deba frenar para evitar colisionar.	Motocicleta	1,2	41,60	0,10	Frenado	Sí	Automóvil	-	-	-	-	-
20	2020_1104_110435_0051A	11/04/2020 11:17:19 a.m.	Día	Húmeda	El camión (usuario 1) circula muy lentamente en sentido norte-sur en la vía principal por el congestionamiento que provocó en choque, mientras un segundo usuario del acceso oeste intenta cruzar la intersección de lado a lado, lo que pone al primer usuario en un conflicto lateral y lo obliga a detenerse cuando pretendía acelerar, por lo que en este caso estimar una velocidad de circulación se dificulta, pero aproximadamente es de 4km/h.	Camión	2,15	4,00	1,94	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
8	2020_1104_080441_0045A	11/04/2020 08:06:55 a.m.	Día	Húmeda	En este caso el primer usuario (con prioridad de paso) está girando a la izquierda desde el acceso principal sur mientras que un segundo	Automóvil	-	-	-	-	-	Camión	0,80	5,00	0,58	Frenado	No

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
					usuario (camión) ingresa lentamente a la intersección por el acceso oeste tratando de girar a la derecha. Este último no frena para hacer el alto, sino que baja la velocidad y empieza a girar por lo que se ve obligado a frenar cuando se topa de frente con el primer usuario.												
17	2020_1104_103436_050A	11/04/2020 10:56:13 a.m.	Día	Húmeda	En este caso el usuario dos adelanta el obstáculo en el acceso oeste (choque) circulando a una velocidad constante hasta llegar al cruce, cuando se topa con un primer usuario que circula en sentido norte-sur, por lo cual es segundo frena repentinamente para evitar un choque.	Automóvil	-	-	-	-	-	Camión	1,60	14,25	0,40	Frenado	No
10	2020_1104_093438_048A	11/04/2020 09:40:11 a.m.	Día	Húmeda	El usuario uno pretende realizar un movimiento directo desde el acceso oeste mientras que el usuario dos un giro a la derecha desde el acceso este. En este caso ambos usuarios deciden cruzar la intersección de manera simultánea ya que el volumen opuesto de la vía principal lo permite, por lo que el usuario uno frena de manera controlada para evitar una colisión lateral con el camión.	Automóvil	5,90	10,40	2,04	Frenado	Sí	Camión	-	-	-	-	-
11	2020_1104_093438_048A	11/04/2020 09:46:06 a.m.	Día	Húmeda	El usuario uno tiene prioridad de paso al circular en sentido norte-sur en la vía principal, mientras que el segundo usuario quiere atravesar la intersección con un movimiento directo desde el acceso este. Este segundo usuario cruza la mitad de la carretera y observa primero, por lo que frena controladamente para evitar una colisión lateral.	Buseta	-	-	-	-	-	Automóvil	1,35	7,46	0,65	Frenado	Sí
18	2020_1104_103436_050A	11/04/2020 11:02:22 a.m.	Día	Húmeda	El usuario dos adelanta el obstáculo (choque) en el acceso oeste, y avanza hasta llegar al cruce cuando se topa con un primer usuario que circula en sentido norte-sur por lo que el segundo frena creando un conflicto entre ambos.	Buseta	-	-	-	-	-	Automóvil	0,62	9,77	0,23	Frenado	No





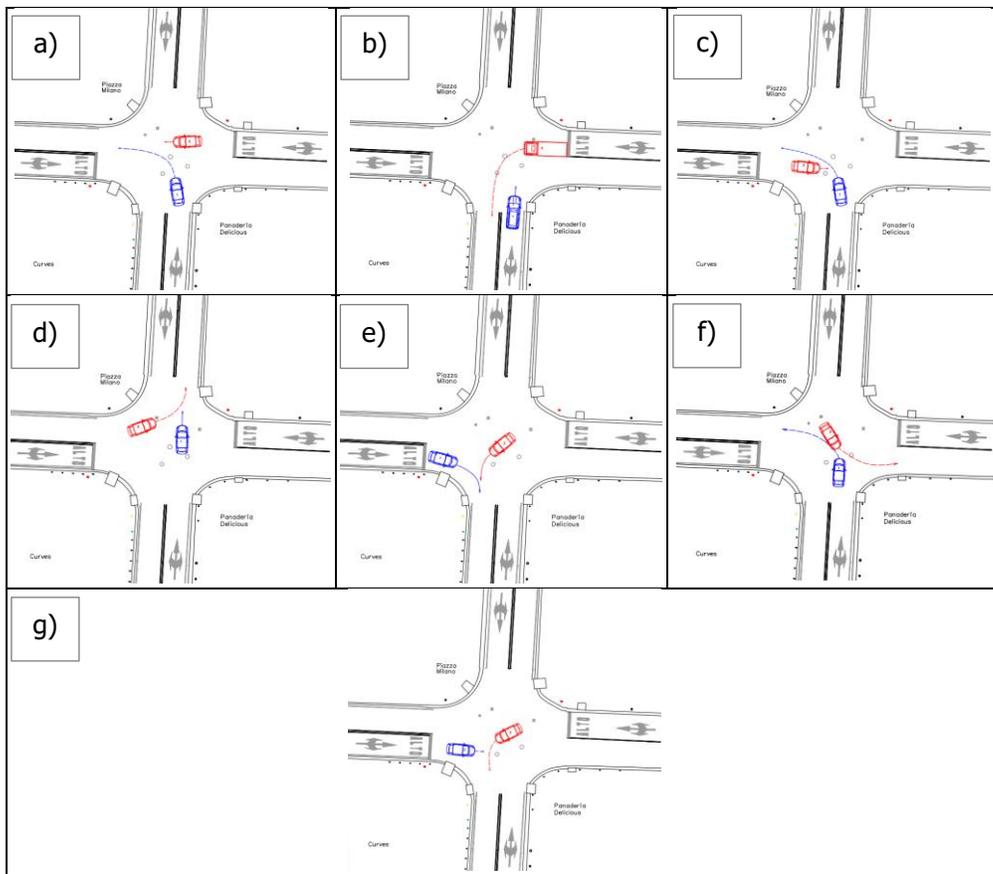


## Apéndice 2

**Cuadro A2 - 1.** Conflictos potenciales registrados en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
					Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Por movimiento directo desde acceso este	Fig.A2-1a	20	12:59:20	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		144	07:50:01	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		146	08:08:57	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		268	12:19:40	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		304	15:07:17	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		306	15:15:20	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	-	23	13:42:49	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
Por giro izquierdo desde acceso este	-	3	10:20:15	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	-	11	11:03:38	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	Fig.A2-1b	263	11:59:37	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		317	16:21:30	04/11/2020	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Por movimiento directo desde acceso oeste	Fig.A2-1c	4	10:20:58	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		35	15:38:28	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		64	18:00:53	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	-	323	16:36:56	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		326	16:38:36	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
Por giro izquierdo desde acceso oeste	Fig.A2-1d	22	13:04:02	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Por giros opuestos en acceso sur	Fig.A2-1e	10	11:01:02	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
		17	12:39:31	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
		25	14:19:30	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
		33	15:11:25	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
		60	17:51:56	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
		318	16:22:53	04/11/2020	Camión	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
		334	16:45:01	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
Por giros opuestos en acceso oeste	-	428	06:44:39	05/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	
Por giro a la izquierda desde vía principal sur	Fig.A2-1f	456	07:42:51	05/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	-	307	15:35:18	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Entre usuarios de vía secundaria por giro izquierdo desde acceso este	Fig.A2-1g	18	12:47:41	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		66	18:06:21	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		266	12:12:44	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Entre usuarios de vía secundaria por giro izquierdo desde acceso oeste	-	360	19:15:42	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Por adelantamiento	-	1	10:17:12	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
Por ingreso a flujo de tránsito	-	270	12:20:35	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Ingreso a carril
	-	5	10:21:38	03/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Ingreso a carril



**Figura A2 - 1.** Conflictos potenciales en Curridabat por: a) Movimiento directo desde acceso este, b) Giro izquierdo desde acceso este, c) Movimiento directo desde acceso oeste, d) Giro izquierdo desde acceso oeste, e) Giros opuestos en acceso sur, f) Giro izquierdo desde vía principal y g) Entre usuarios de vías secundarias

**Cuadro A2 - 2.** Interacciones por invasión de carril por giros cerrados en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde vía principal	6	10:23:30	03/11/2020	Automóvil
	7	10:33:53	03/11/2020	Automóvil
	15	11:35:37	03/11/2020	Automóvil
	19	12:55:08	03/11/2020	Automóvil
	69	19:59:50	03/11/2020	Automóvil
	70	19:59:55	03/11/2020	Automóvil
	71	20:07:33	03/11/2020	Automóvil
	72	20:49:44	03/11/2020	Automóvil
	73	20:52:58	03/11/2020	Automóvil
	75	21:34:07	03/11/2020	Automóvil
	76	21:52:55	03/11/2020	Automóvil
	77	22:32:19	03/11/2020	Automóvil
	78	23:05:26	03/11/2020	Automóvil
	79	23:11:26	03/11/2020	Automóvil
	81	04:59:11	04/11/2020	Automóvil
	82	05:23:16	04/11/2020	Automóvil
	83	05:30:28	04/11/2020	Automóvil
	84	05:33:56	04/11/2020	Automóvil
	85	05:34:43	04/11/2020	Automóvil
	86	05:36:03	04/11/2020	Automóvil
	87	05:37:00	04/11/2020	Automóvil
	89	05:39:06	04/11/2020	Automóvil
	90	05:40:03	04/11/2020	Automóvil
	91	05:41:46	04/11/2020	Automóvil
	92	05:43:09	04/11/2020	Automóvil
	93	05:54:03	04/11/2020	Automóvil
	94	05:57:26	04/11/2020	Automóvil
	96	06:01:36	04/11/2020	Automóvil
	97	06:03:32	04/11/2020	Automóvil
	98	06:04:58	04/11/2020	Automóvil
	99	06:11:09	04/11/2020	Automóvil
	100	06:16:17	04/11/2020	Automóvil
	101	06:17:55	04/11/2020	Automóvil
	102	06:21:39	04/11/2020	Automóvil
103	06:22:01	04/11/2020	Automóvil	
104	06:23:14	04/11/2020	Automóvil	
108	06:34:56	04/11/2020	Automóvil	
110	06:39:04	04/11/2020	Automóvil	
111	06:42:22	04/11/2020	Automóvil	
112	06:42:54	04/11/2020	Automóvil	
121	07:21:28	04/11/2020	Automóvil	
122	07:21:30	04/11/2020	Automóvil	
123	07:24:22	04/11/2020	Automóvil	
124	07:24:58	04/11/2020	Automóvil	
125	07:32:48	04/11/2020	Automóvil	
126	07:32:49	04/11/2020	Automóvil	
127	07:32:51	04/11/2020	Automóvil	
128	07:32:56	04/11/2020	Automóvil	
129	07:33:18	04/11/2020	Automóvil	
130	07:34:26	04/11/2020	Automóvil	
134	07:39:33	04/11/2020	Automóvil	

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario
		149	09:05:28	04/11/2020	Automóvil
		150	09:12:35	04/11/2020	Automóvil
		151	09:21:59	04/11/2020	Automóvil
		152	09:23:46	04/11/2020	Automóvil
		153	09:24:07	04/11/2020	Automóvil
		156	10:16:16	04/11/2020	Automóvil
		157	10:17:26	04/11/2020	Automóvil
		158	10:17:58	04/11/2020	Motocicleta
		361	19:21:04	04/11/2020	Motocicleta
		362	20:17:21	04/11/2020	Automóvil
		363	20:17:54	04/11/2020	Automóvil
		366	20:51:13	04/11/2020	Motocicleta
		368	20:59:21	04/11/2020	Automóvil
		373	22:05:05	04/11/2020	Automóvil
		374	22:22:56	04/11/2020	Automóvil
		375	23:26:49	04/11/2020	Automóvil
		376	23:32:03	04/11/2020	Automóvil
		378	05:20:50	05/11/2020	Motocicleta
		381	05:33:07	05/11/2020	Buseta
		382	05:34:58	05/11/2020	Automóvil
		383	05:35:07	05/11/2020	Automóvil
		384	05:37:15	05/11/2020	Automóvil
		385	05:37:53	05/11/2020	Automóvil
		386	05:38:02	05/11/2020	Motocicleta
		387	05:38:53	05/11/2020	Automóvil
		388	05:42:27	05/11/2020	Automóvil
		389	05:44:27	05/11/2020	Automóvil
		390	05:45:56	05/11/2020	Automóvil
		391	05:46:33	05/11/2020	Automóvil
		392	05:47:39	05/11/2020	Automóvil
		393	05:48:57	05/11/2020	Automóvil
		394	05:49:23	05/11/2020	Automóvil
		395	05:51:58	05/11/2020	Automóvil
		396	05:52:49	05/11/2020	Automóvil
		398	05:54:14	05/11/2020	Automóvil
		399	05:54:19	05/11/2020	Automóvil
		400	05:54:21	05/11/2020	Automóvil
		401	05:54:36	05/11/2020	Automóvil
		402	05:57:36	05/11/2020	Automóvil
		403	05:59:08	05/11/2020	Automóvil
		405	06:05:27	05/11/2020	Motocicleta
		406	06:06:46	05/11/2020	Automóvil
		408	06:08:36	05/11/2020	Automóvil
		409	06:11:26	05/11/2020	Automóvil
		410	06:13:31	05/11/2020	Automóvil
		412	06:19:36	05/11/2020	Automóvil
		413	06:19:52	05/11/2020	Automóvil
		414	06:20:10	05/11/2020	Automóvil
		415	06:23:59	05/11/2020	Automóvil
		416	06:26:00	05/11/2020	Automóvil
		418	06:27:45	05/11/2020	Automóvil
		419	06:29:58	05/11/2020	Automóvil
		420	06:30:47	05/11/2020	Automóvil
		421	06:31:12	05/11/2020	Automóvil

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario
		422	06:35:03	05/11/2020	Automóvil
		423	06:40:03	05/11/2020	Camión
		424	06:42:39	05/11/2020	Automóvil
		426	06:44:09	05/11/2020	Automóvil
		427	06:44:12	05/11/2020	Automóvil
		429	06:48:10	05/11/2020	Motocicleta
		430	06:48:46	05/11/2020	Camión
		434	06:54:14	05/11/2020	Automóvil
		436	06:56:09	05/11/2020	Automóvil
		438	07:00:01	05/11/2020	Motocicleta
		441	07:07:07	05/11/2020	Camión
		442	07:07:50	05/11/2020	Automóvil
		443	07:08:20	05/11/2020	Automóvil
		444	07:09:19	05/11/2020	Automóvil
		445	07:10:45	05/11/2020	Automóvil
		446	07:11:07	05/11/2020	Automóvil
		447	07:11:53	05/11/2020	Automóvil
		452	07:33:20	05/11/2020	Automóvil
		462	08:02:36	05/11/2020	Automóvil
		472	09:00:46	05/11/2020	Automóvil
474	09:11:13	05/11/2020	Automóvil		
478	09:22:17	05/11/2020	Camión		
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso este	Fig.61b	279	13:24:26	04/11/2020	Camión
		161	10:47:48	04/11/2020	Motocicleta
		24	14:11:35	03/11/2020	Motocicleta
		286	13:45:09	04/11/2020	Motocicleta
		303	15:06:52	04/11/2020	Motocicleta
		345	17:26:21	04/11/2020	Motocicleta
		358	18:35:41	04/11/2020	Motocicleta
		477	09:22:17	05/11/2020	Motocicleta
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso oeste	Fig.61c	372	21:52:14	04/11/2020	Automóvil
Invasión de carril: Otros	Fig.61d	359	19:10:48	04/11/2020	Bus

**Cuadro A2 - 3.** Interacciones por invasión de carril por cruce en dos partes en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
					Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Movimiento directo desde acceso este	Fig.62a	39	16:19:09	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		269	12:19:51	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		344	17:26:00	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		439	07:00:47	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		464	08:05:19	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		48	16:57:10	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		116	06:56:44	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		117	06:57:21	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		147	08:25:57	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		159	10:37:56	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		295	14:36:16	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		312	15:53:15	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		325	16:38:36	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		328	16:39:03	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		341	17:23:24	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		455	07:40:45	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		118	07:02:13	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		322	16:36:43	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		453	07:39:48	05/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
		459	07:46:45	05/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo
463	08:02:42	05/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo		
Movimiento directo desde acceso oeste	Fig.62b	40	16:23:23	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		56	17:31:32	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		316	16:08:25	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		324	16:37:40	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
					Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
		338	17:11:04	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		58	17:37:59	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		288	13:53:04	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		348	17:34:35	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		458	07:44:03	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		290	14:15:46	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
		437	06:59:49	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Buseta	Movimiento directo
		67	18:38:15	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
Giro izquierdo desde acceso oeste	Fig.62c	45	16:31:20	03/11/2020	Buseta	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		51	17:12:24	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
		349	17:38:16	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Giro izquierdo desde acceso este	Fig.62d	50	17:05:33	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		57	17:37:35	03/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		299	14:50:23	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
		313	15:56:32	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo

**Cuadro A2 - 4.** Interacciones por ceder campo a peatón en la intersección de Curridabat

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	Usuario 3	
					Tipo	Maniobra	Tipo	Tipo	Maniobra
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde vía principal	Fig.66a	115	06:55:38	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Peatón	-	-
		451	07:31:53	05/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
		27	14:25:34	03/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
		480	09:30:47	05/11/2020	Camión		Peatón	-	-
		30	14:47:57	03/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
		46	16:51:42	03/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
		297	14:39:26	04/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
		351	17:40:06	04/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde vía secundaria	-	473	09:05:02	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Peatón	-	-
		284	13:34:45	04/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
Ceder campo a peatón: Giro derecho desde vía principal	Fig.66b	114	06:54:35	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Peatón	-	-
		135	07:40:39	04/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
		283	13:32:21	04/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
Ceder campo a peatón: Giro derecho desde vía secundaria	-	280	14:24:26	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Peatón	-	-
Ceder campo a peatón: Giro izquierdo desde vía principal	Fig.66c	26	14:22:21	03/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Peatón	-	-
		282	13:31:28	04/11/2020	Automóvil		Peatón	-	-
Ceder campo a peatón: Otro	Fig.66d	275	12:46:09	04/11/2020	Buseta	Giro derecho	Peatón	Automóvil	Giro izquierdo
		291	14:17:06	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Peatón	Camión	Movimiento directo

**Cuadro A2 - 5.** Interacciones durante choque en la intersección de Curridabat

Tipo	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		Usuario 3	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Conflicto potencial por giro izquierdo desde la vía principal	191	11:05:55	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Conflicto potencial por movimiento directo acceso este	202	11:13:40	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
Conflicto potencial por giro izquierdo desde acceso este	199	11:11:41	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	211	11:16:26	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	212	11:16:44	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Conflicto potencial por movimiento directo desde acceso oeste	196	11:10:16	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	248	11:41:57	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	169	10:54:24	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	170	10:54:27	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	176	10:57:05	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	177	10:57:08	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	182	11:01:20	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	180	11:00:12	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Camión	Movimiento directo	-	-
	188	11:05:00	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	198	11:10:56	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	206	11:15:37	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	228	11:27:40	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	181	11:00:29	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
246	11:41:07	05/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-	
Conflicto potencial por giro a la derecha desde acceso oeste	218	11:18:36	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	227	11:26:52	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	230	11:28:11	04/11/2020	Camión	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	240	11:35:58	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	244	11:38:22	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	250	11:43:14	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	254	11:44:21	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho	-	-

Tipo	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		Usuario 3	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	260	11:52:15	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	224	11:24:00	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	214	11:17:19	04/11/2020	Camión	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	215	11:17:41	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Camión	Giro derecho	-	-
	237	11:33:53	04/11/2020	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
Conflicto potencial por giro izquierdo desde acceso oeste	183	11:02:23	04/11/2020	Buseta	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	175	10:57:00	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Conflicto potencial por adelantar obstáculo en la vía	186	11:03:40	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	189	11:05:21	04/11/2020	Camión	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	173	10:55:24	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	190	11:05:38	04/11/2020	Camión	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	221	11:21:13	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	233	11:30:53	04/11/2020	Camión	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	236	11:33:14	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Camión	Movimiento directo	-	-
	243	11:37:22	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	247	11:41:15	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	249	11:43:12	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	200	11:12:44	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	171	10:54:47	04/11/2020	Motocicleta	Giro derecho	Camión	Giro derecho	-	-
	225	11:24:32	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Conflicto potencial triple	178	10:57:34	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Camión	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	210	11:16:03	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	235	11:32:51	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	223	11:23:41	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho
	232	11:29:43	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro derecho
Obstrucción de paso por vehículo detenido	163	10:52:36	04/11/2020	Camión	Giro izquierdo	-	-	-	-
	164	10:53:48	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	-	-	-	-
	165	10:53:52	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	-	-	-	-
	166	10:53:58	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	-	-	-	-

Tipo	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		Usuario 3	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	167	10:54:08	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	-	-	-	-
	168	10:54:21	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	-	-	-	-
Invasión de carril por cruce en dos partes: Movimiento directo desde acceso oeste	195	11:07:51	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	213	11:17:05	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	203	11:14:03	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
Invasión de carril: Giro derecho desde acceso oeste	201	11:13:06	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
Invasión de carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso oeste	238	11:33:56	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	-	-	-	-
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde la vía principal	172	10:55:05	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	185	11:03:04	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	205	11:15:20	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	216	11:18:17	04/11/2020	Camión	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	217	11:18:21	04/11/2020	Camión	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	242	11:37:09	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	220	11:19:04	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	184	11:02:40	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	192	11:06:54	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	194	11:07:46	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	204	11:14:53	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	207	11:15:42	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	208	11:15:45	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	209	11:15:51	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	222	11:21:55	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	231	11:28:51	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Camión	Giro izquierdo	-	-
234	11:32:03	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-	
252	11:43:31	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Motocicleta	Giro izquierdo	-	-	
256	11:46:26	04/11/2020	Bus	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-	

Tipo	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2		Usuario 3	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	259	11:51:48	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso este	197	11:10:45	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	229	11:28:00	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde acceso este	262	11:54:14	04/11/2020	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
	239	11:35:36	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso oeste	187	11:04:55	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	253	11:44:10	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	174	10:56:23	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	193	11:07:12	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	255	11:44:57	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	226	11:25:45	04/11/2020	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	-	-
Ceder campo a vehículo: Giro derecho desde acceso oeste	257	11:47:33	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho	-	-
	179	10:58:18	04/11/2020	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo	-	-
Giro de 3 puntos	219	11:18:40	04/11/2020	Automóvil	-	-	-	-	-
	241	11:36:04	04/11/2020	Automóvil	-	-	-	-	-
	245	11:38:28	04/11/2020	Automóvil	-	-	-	-	-
	251	11:43:16	04/11/2020	Automóvil	-	-	-	-	-
	258	11:48:23	04/11/2020	Automóvil	-	-	-	-	-
	261	11:43:16	04/11/2020	Automóvil	-	-	-	-	-

**Cuadro A2 - 6.** Volúmenes de tránsito vehicular y peatonal en la intersección de Curridabat

Hora de conteo	Acceso N° Este				Acceso N° Norte				Acceso N° Sur				Acceso N° Oeste			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
10:14 - 10:44	11	84	4	13	7	148	46	3	19	98	110	10	67	41	10	6
10:44 - 11:14	17	57	5	4	9	140	54	3	15	120	150	13	43	43	14	7
11:14 - 11:44	19	75	5	12	5	173	55	2	10	94	106	16	68	68	16	7
11:44 - 12:14	27	66	12	11	6	184	47	3	16	104	118	19	49	49	23	7
12:14 - 12:44	16	60	3	6	4	154	44	3	15	112	111	11	58	58	13	8
12:44 - 13:14	17	61	5	11	9	138	49	3	21	125	95	15	47	47	17	19
13:14 - 13:44	7	70	12	12	6	141	48	1	25	119	84	13	54	54	14	13
13:44 - 14:14	17	63	6	7	5	148	39	3	20	130	84	13	55	55	20	9
14:14 - 14:44	15	60	7	5	6	148	42	1	20	109	69	15	68	68	13	17
14:44 - 15:14	22	83	7	12	4	158	60	3	25	116	74	10	67	67	14	5
15:14 - 15:44	19	58	6	12	7	141	37	1	20	122	72	5	82	82	14	14
15:44 - 16:14	12	74	4	16	4	217	34	3	21	106	76	20	70	70	12	16
16:14 - 16:44	17	60	10	14	11	276	38	2	19	108	70	5	66	66	9	9
16:44 - 17:14	16	52	8	17	12	311	36	5	11	117	73	14	97	49	5	26
17:14 - 17:44	22	54	4	18	14	289	36	3	14	113	62	19	97	60	8	37
17:44 - 18:14	24	39	8	10	9	256	33	1	17	107	48	16	124	55	13	27
18:14 - 18:44	14	34	5	11	16	238	22	1	19	98	30	4	119	74	14	21
18:44 - 19:14	14	34	3	10	4	133	24	0	8	85	42	12	130	73	15	10
19:14 - 19:44	7	36	3	11	3	97	23	0	10	90	21	0	47	65	12	3
19:44 - 20:14	8	21	1	9	4	71	14	0	14	105	26	0	32	26	3	8
20:14 - 20:44	7	23	0	4	0	66	18	1	9	81	13	3	30	32	2	6
20:44 - 21:14	8	16	1	3	0	57	12	0	8	75	22	1	19	15	6	1

Hora de conteo	Acceso N° Este				Acceso N° Norte				Acceso N° Sur				Acceso N° Oeste			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
21:14 - 21:44	7	22	2	9	1	58	14	0	2	55	15	1	13	15	8	14
21:44 - 22:14	2	12	1	3	0	40	14	0	4	43	10	0	18	14	4	0
22:14 - 22:44	0	2	1	0	0	25	3	1	2	13	3	1	5	6	1	2
22:44 - 23:14	0	2	0	0	0	14	2	0	1	12	4	0	4	4	3	0
23:14 - 23:44	0	0	1	0	0	10	1	0	1	3	0	2	2	0	0	1
23:44 - 00:14	0	1	0	0	1	7	0	0	0	11	1	1	0	1	0	0
00:14 - 00:44	0	1	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	1	2	0	0
00:44 - 01:14	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
01:14 - 01:44	0	1	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0
01:44 - 02:14	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:14 - 02:44	0	1	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1
02:44 - 03:14	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
03:14 - 03:44	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
03:44 - 04:14	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
04:14 - 04:44	2	2	0	0	0	5	0	0	1	2	1	1	1	0	1	0
04:44 - 05:15	1	13	0	0	0	9	6	2	0	13	3	1	1	1	0	1
05:15 - 05:44	6	24	0	5	0	16	10	1	7	24	25	5	3	6	0	8
05:44 - 06:14	10	50	1	12	0	37	27	1	10	37	37	9	7	9	2	7
06:14 - 06:44	8	101	2	14	0	41	41	1	8	47	120	13	10	13	2	10
06:44 - 07:14	8	103	1	23	1	75	56	4	7	58	181	14	11	25	1	13
07:14 - 07:44	7	101	2	19	1	78	60	1	23	77	208	10	20	21	2	14
07:44 - 08:14	16	95	3	19	4	129	90	1	19	91	205	10	31	24	10	12
08:14 - 08:44	13	77	3	21	2	93	64	4	6	81	143	15	39	29	6	16
08:44 - 09:14	10	76	6	14	3	94	61	2	16	98	142	11	37	34	8	10

Hora de conteo	Acceso N° Este				Acceso N° Norte				Acceso N° Sur				Acceso N° Oeste			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
09:14 - 09:44	18	82	3	17	4	96	45	1	22	73	94	16	42	61	11	8
09:44 - 10:14	14	66	1	9	7	122	45	2	11	101	132	7	56	56	13	9
10:14 - 10:44	12	61	5	9	5	127	48	0	17	93	146	6	70	55	12	9
10:44 - 11:14	18	65	11	9	4	137	48	1	11	107	131	5	30	69	17	11
11:14 - 11:44	22	71	13	11	4	118	52	0	15	108	101	7	22	66	13	5
11:44 - 12:14	24	54	12	4	5	136	60	1	22	116	149	7	65	51	10	9
12:14 - 12:44	20	60	9	7	6	153	48	2	19	110	114	7	131	72	11	4
12:44 - 13:14	14	63	7	10	5	126	52	1	20	102	110	11	112	52	7	23
13:14 - 13:44	11	65	5	12	3	113	52	2	20	96	119	7	83	50	13	18
13:44 - 14:14	14	70	4	6	9	125	50	1	25	105	94	13	71	92	1	12
14:14 - 14:44	16	75	11	10	9	156	54	0	14	103	93	19	93	86	12	14
14:44 - 15:14	31	62	6	6	4	161	41	1	23	118	75	15	99	70	14	15
15:14 - 15:44	18	76	3	4	9	197	52	0	13	112	91	10	108	66	11	12
15:44 - 16:14	20	74	6	9	5	162	44	1	14	102	82	5	96	89	19	14
16:14 - 16:44	17	58	3	5	10	219	37	2	11	131	85	13	99	61	6	18
16:44 - 17:14	14	39	12	15	10	265	52	0	13	112	88	9	107	63	8	18
17:14 - 17:44	22	55	4	18	10	289	37	3	15	145	93	7	83	40	8	13
17:44 - 18:14	14	56	6	13	9	204	32	0	19	104	64	11	147	53	10	23
18:14 - 18:44	17	32	2	10	8	180	28	1	16	102	41	9	152	67	9	11
18:44 - 19:14	19	28	5	6	6	150	22	1	12	91	28	5	109	88	16	2
19:14 - 19:44	10	31	7	2	5	104	23	0	12	112	22	12	75	56	10	5
19:44 - 20:14	10	21	4	8	4	71	28	0	15	88	23	3	27	21	14	3
20:14 - 20:44	11	19	3	4	2	52	14	0	14	100	24	0	27	24	5	2
20:44 - 21:14	6	14	3	3	0	68	14	1	6	59	23	1	27	14	3	7

Hora de conteo	Acceso N° Este				Acceso N° Norte				Acceso N° Sur				Acceso N° Oeste			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
21:14 - 21:44	5	14	1	5	0	51	10	1	8	71	17	0	18	9	5	4
21:44 - 22:14	5	8	1	5	0	50	10	1	1	47	13	0	10	9	2	0
22:14 - 22:44	1	1	2	1	1	29	3	0	3	23	4	0	4	4	3	3
22:44 - 23:14	2	3	1	0	0	9	3	0	1	11	1	0	4	4	2	0
23:14 - 23:44	0	4	0	0	1	7	2	0	1	11	3	0	1	1	0	0
23:44 - 00:14	1	1	0	0	0	5	1	0	0	9	4	0	1	2	0	0
00:14 - 00:44	1	0	0	0	0	4	0	0	0	4	1	0	2	2	0	0
00:44 - 01:14	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6	1	0	0	1	0	0
01:14 - 01:44	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
01:44 - 02:14	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
02:14 - 02:44	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
02:44 - 03:14	0	2	0	0	0	5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
03:14 - 03:44	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0
03:44 - 04:14	1	2	0	0	1	2	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0
04:14 - 04:44	1	2	0	0	0	4	3	0	1	4	1	0	0	0	0	0
04:44 - 05:15	0	8	0	1	1	1	0	0	0	5	3	0	4	18	0	0
05:15 - 05:44	8	27	0	4	1	14	8	0	4	29	28	4	1	4	1	6
05:44 - 06:14	10	47	1	12	1	39	18	3	6	37	52	6	10	7	1	16
06:14 - 06:44	10	90	1	9	0	40	39	3	10	36	86	7	11	8	3	8
06:44 - 07:14	5	120	1	19	2	74	59	3	8	54	209	12	15	21	2	7
07:14 - 07:44	11	85	1	18	2	86	63	3	16	71	214	12	23	30	5	13
07:44 - 08:14	15	109	6	9	4	139	83	0	18	104	193	3	38	46	0	11
08:14 - 08:44	10	103	2	10	3	82	56	2	8	76	133	3	31	21	6	8
08:44 - 09:14	20	90	4	10	3	84	58	1	16	89	109	6	36	30	9	4

Hora de conteo	Acceso N° Este				Acceso N° Norte				Acceso N° Sur				Acceso N° Oeste			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
09:14 - 09:44	16	77	4	6	2	94	52	1	11	79	122	8	38	36	6	9
<b>Total</b>	942	3959	312	683	323	8789	2710	99	957	6278	5875	594	3873	3098	613	740

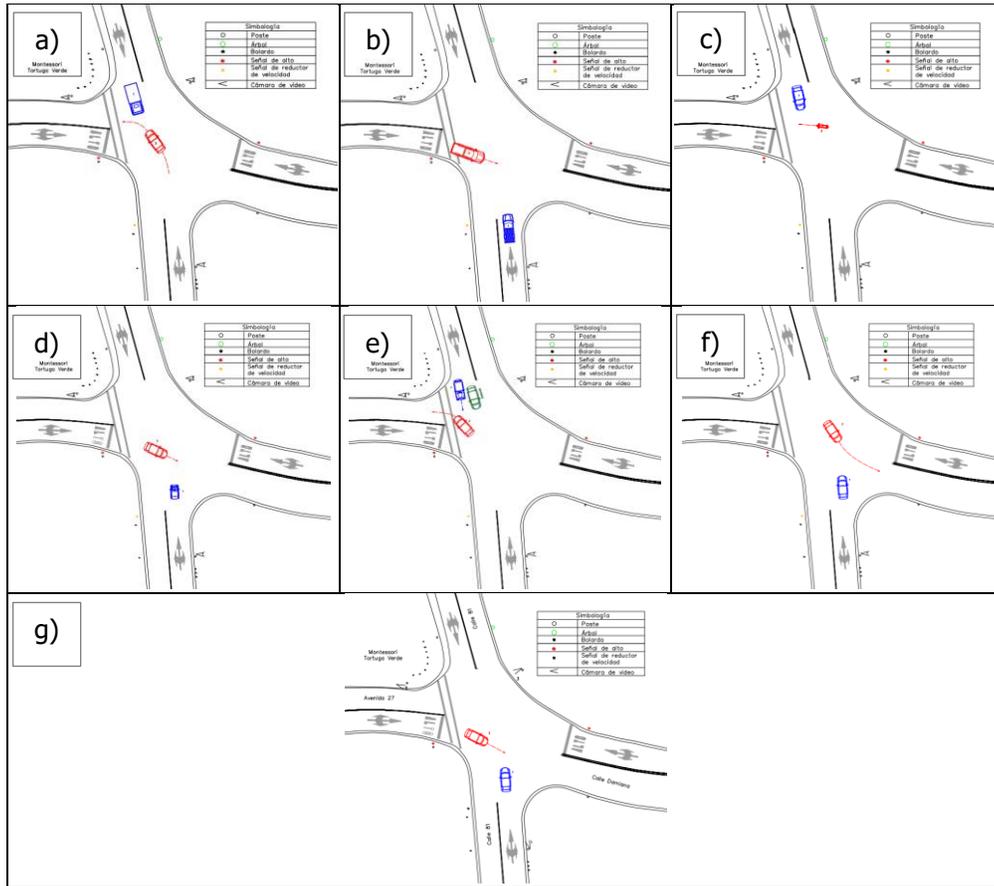


### Apéndice 3

**Cuadro A3- 1.** Conflictos registrados en la intersección de Montes de Oca

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1						Usuario 2					
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
2	2021_0413_104350_005A	13/04/2021 11:01:36 a.m.	Día	Seca	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste: El primer usuario circula en sentido sur-norte con derecho de vía, cuando un segundo usuario pretende realizar un movimiento directo desde el acceso oeste, pero este no se detiene para hacer el "Alto" por lo que se ve obligado a frenar posteriormente para evitar chocar con el primer vehículo.	Automóvil	-	-	-	-	-	Automóvil	4	11,4	1,26	Frenado	Sí
4	2021_0413_171337_018A	13/04/2021 17:24:45 p.m.	Día	Seca	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste: El primer usuario circula en la vía principal sentido sur-norte, mientras que un segundo usuario pretende realizar un movimiento directo desde el acceso oeste, pero este último no se percata de la existencia del primer usuario o cree que tiene tiempo suficiente para cruzar, por lo que ejecuta su maniobra de salida y pone al primer usuario en un conflicto lateral. Lo que resulta en que ambos deciden frenar para evitar la colisión.	Automóvil	4,4	30,50	0,52	Frenado	No	Automóvil	1,56	12,70	0,44	Frenado	No
5	2021_0413_174336_019A	13/04/2021 17:46:59 p.m.	Día	Seca	Conflicto por giro izquierdo desde vía principal: Un vehículo (verde) se encuentra detenido esperando encontrar espacio en el flujo para girar a la izquierda desde el acceso norte, por lo que el segundo usuario decide aprovechar esto para girar a la izquierda desde el acceso sur sin percatarse que otro usuario se aproxima a la intersección en sentido norte-sur, lo cual crea una situación conflictiva y el primer usuario se ve obligado a frenar para evitar colisionar lateralmente al segundo usuario.	Automóvil	2,85	17,00	0,60	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-
6	2021_0413_174336_019A	13/04/2021 17:47:40 p.m.	Día	Seca	Conflicto por giro izquierdo desde vía principal: El primer usuario circula con derecho de vía por realizar un movimiento directo desde el acceso, cuando de repente un segundo usuario gira a la izquierda desde el acceso norte, como resultado el primer usuario se	Automóvil	5,95	40,7	0,53	Frenado	Sí	Automóvil	-	-	-	-	-

ID del conflicto	Código de video	Fecha y hora	Periodo del día	Condición de la superficie	Descripción del conflicto	Usuario 1					Usuario 2						
						Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío	Tipo	Distancia al punto de colisión (m)	Velocidad (km/h)	TA (s)	Tipo de acción evasiva	Posibilidad de desvío
					ve obligado a frenar para evitar una colisión lateral.												
7	2021_0414_064310_045A	14/04/2021 06:47:23 a.m.	Día	Seca	Conflicto por movimiento directo desde acceso oeste: El primer usuario se aproxima a la intersección desde el acceso sur por lo que tiene derecho de paso, mientras que un segundo usuario pretende realizar un movimiento directo desde el acceso oeste. Este último no se percata de la existencia del primer usuario o cree que tiene tiempo suficiente para cruzar, por lo que ejecuta su maniobra de salida y pone al primer usuario en un conflicto lateral. Lo que resulta en que ambos deciden frenar para evitar la colisión.	Automóvil	3,8	41,80	0,33	Frenado	No	Automóvil	3,5	9,80	1,29	Frenado	No
3	2021_0413_114348_007A	13/04/2021 12:11:11 p.m.	Día	Seca	Conflicto por movimiento directo desde acceso este: El usuario uno espera encontrar espacio para poder girar a la izquierda desde el acceso norte mientras que el segundo usuario quiere cruzar la calle desde el acceso este. En el momento que el flujo opuesto permite realizar el giro (para el primer usuario) el motociclista también decide aprovechar para realizar su movimiento directo, lo que provoca que el usuario del automóvil se vea obligado a frenar para evitar un choque lateral.	Automóvil	2,6	9,00	1,04	Frenado	No	Motocicleta	-	-	-	-	-
1	2021_0413_101351_004A	13/04/2021 10:15:56 a.m.	Día	Seca	Conflicto por giro a la izquierda desde vía principal: El usuario uno se aproxima a la intersección desde el acceso norte, queriendo realizar un giro a la izquierda cuando el segundo usuario (automóvil) desde el acceso sur gira a la izquierda por lo que el usuario del camión frena para evitar una colisión.	Camión	3,5	52,4	0,24	Frenado	No	Automóvil	-	-	-	-	-



**Figura A3 - 1.** Diagramas de conflictos en Montes de Oca: a) Conflicto 1, b) Conflicto 2, c) Conflicto 3, d) Conflicto 4, e) Conflicto 5, f) Conflicto 6 y g) Conflicto 7



### Apéndice 4

**Cuadro A4- 1.** Conflictos potenciales registrados en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Conflicto potencial en una misma dirección (acceso este)	105	15:12:29	13/04/2021	Automóvil	-	Automóvil	-
Conflicto potencial: Movimiento directo desde acceso este	149	16:58:20	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	164	17:10:06	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	222	18:28:58	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
Conflicto potencial: Movimiento directo desde acceso oeste	80	13:53:04	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	132	16:22:46	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	156	17:05:52	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	180	17:29:59	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	168	17:19:06	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	209	18:16:16 p.m.	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Motocicleta	Movimiento directo
Conflicto potencial: Giro izquierdo desde vía principal	13	10:13:55	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	33	11:08:09	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	91	14:29:39	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	140	16:39:28	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	151	17:00:33	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	170	17:21:05	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	184	17:37:08	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo

**Cuadro A4- 2.** Interacciones por invasión de carril en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario
Invasión a carril: Movimiento directo desde acceso este	Fig.96d	2	09:29:52	13/04/2021	Automóvil
		25	10:49:36	13/04/2021	Automóvil
		45	11:47:44	13/04/2021	Automóvil
		46	11:54:41	13/04/2021	Automóvil
		53	12:08:33	13/04/2021	Automóvil
		95	14:43:17	13/04/2021	Automóvil
		242	20:09:54	13/04/2021	Automóvil
Invasión a carril: Movimiento directo desde acceso sur	Fig.96e	19	10:37:51	13/04/2021	Motocicleta
Invasión a carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso norte	Fig.96a	11	09:56:40	13/04/2021	Automóvil
		17	10:21:37	13/04/2021	Automóvil
		18	10:29:50	13/04/2021	Automóvil
		24	10:48:56	13/04/2021	Automóvil
		67	13:08:16	13/04/2021	Motocicleta
		74	13:31:25	13/04/2021	Automóvil
		252	21:00:09	13/04/2021	Motocicleta
		260	02:47:53	14/04/2021	Buseta
Invasión a carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso sur	Fig.96b	4	09:47:24	13/04/2021	Automóvil
		6	09:53:55	13/04/2021	Automóvil
		12	10:00:33	13/04/2021	Motocicleta
		15	10:19:03	13/04/2021	Automóvil
		26	10:50:20	13/04/2021	Automóvil
		29	10:57:24	13/04/2021	Automóvil
		34	11:10:19	13/04/2021	Automóvil
		39	11:29:49	13/04/2021	Camión
		40	11:30:19	13/04/2021	Automóvil
		44	11:37:01	13/04/2021	Automóvil
		48	11:58:57	13/04/2021	Automóvil
		58	12:32:26	13/04/2021	Motocicleta
		61	12:42:43	13/04/2021	Automóvil
		68	13:16:09	13/04/2021	Automóvil
		73	13:23:19	13/04/2021	Automóvil
		75	13:34:34	13/04/2021	Automóvil
		76	13:34:41	13/04/2021	Automóvil
		81	14:09:35	13/04/2021	Motocicleta
		94	14:32:23	13/04/2021	Automóvil
		96	14:44:09	13/04/2021	Automóvil
		110	15:24:01	13/04/2021	Automóvil
		119	15:50:05	13/04/2021	Automóvil
		120	15:52:06	13/04/2021	Automóvil
		126	16:02:08	13/04/2021	Automóvil
		130	16:10:42	13/04/2021	Automóvil
		197	17:58:40	13/04/2021	Automóvil
		216	18:23:38	13/04/2021	Automóvil
		238	19:41:25	13/04/2021	Automóvil
		245	20:45:26	13/04/2021	Automóvil
		253	21:01:25	13/04/2021	Motocicleta
		255	21:32:10	13/04/2021	Automóvil
		256	21:33:09	13/04/2021	Automóvil
263	05:11:15	14/04/2021	Automóvil		
273	05:41:32	14/04/2021	Motocicleta		
286	06:20:26	14/04/2021	Automóvil		
304	06:56:53	14/04/2021	Automóvil		

Tipo de interacción		ID Int.	Hora	Fecha	Usuario
		309	07:11:40	14/04/2021	Automóvil
		312	07:17:53	14/04/2021	Automóvil
		320	07:49:25	14/04/2021	Automóvil
		324	07:55:21	14/04/2021	Automóvil
		326	08:21:08	14/04/2021	Automóvil
		330	08:08:31	14/04/2021	Automóvil
		339	08:28:37	14/04/2021	Automóvil
		340	08:35:05	14/04/2021	Automóvil
		351	09:29:23	14/04/2021	Motocicleta
		352	09:30:47	14/04/2021	Automóvil
		369	11:02:57	14/04/2021	Automóvil
Invasión a carril: Giro izquierdo cerrado desde acceso este	Fig.96c	3	09:32:23	13/04/2021	Motocicleta
		41	11:31:37	13/04/2021	Automóvil
		20	10:40:24	13/04/2021	Automóvil
		84	14:21:00	13/04/2021	Motocicleta

**Cuadro A4- 3.** Interacciones por invasión de carril por cruce en dos partes en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Invasión a carril: Cruce en dos partes por movimiento directo desde acceso este	117	15:39:16	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	145	16:50:58	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	194	17:53:55	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	220	18:28:35	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	331	08:08:33	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
Invasión a carril: Cruce en dos partes por movimiento directo desde acceso oeste	101	15:01:30	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	106	15:12:35	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	124	16:00:25	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	131	16:12:19	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	137	16:28:06	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	141	16:42:29	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	143	16:49:53	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	148	16:56:30	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	160	17:09:17	13/04/2021	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Movimiento directo
	163	17:09:41	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	165	17:13:03	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	166	17:13:08	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	167	17:17:19	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	-	-
	169	17:20:19	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	172	17:22:54	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	175	17:25:59	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	-	-
	177	17:26:49	13/04/2021	Camión	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	179	17:28:42	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
181	17:34:41	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-	
182	17:36:45	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-	

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	192	17:50:54	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	199	18:00:39	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	202	18:07:18 p.m.	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	204	18:08:41	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	208	18:15:43	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	215	18:21:40	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	-	-
	223	18:29:18	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	301	06:54:17	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-
	327	08:02:19	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Motocicleta	Movimiento directo
	359	10:03:47	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	-	-

**Cuadro A4- 4.** Interacciones por ceder campo a vehículos en intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso este	43	11:36:57	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	185	17:37:15	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	232	18:54:12	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	235	19:17:30	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	294	06:43:05	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	319	07:44:05	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	357	09:58:50	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
Ceder campo a vehículo: Movimiento directo desde acceso oeste	79	13:53:49	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	90	14:29:32	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	93	14:29:50	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	97	14:47:18	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	112	15:25:34	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	118	15:44:27	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	134	16:24:14	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	139	16:37:48	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	142	16:48:09	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	150	16:58:57	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	155	17:05:28	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	159	17:08:47	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	171	17:22:01	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	176	17:26:17	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	178	17:27:20	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	190	17:47:55	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	219	18:25:56	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
230	18:50:53	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	
237	19:24:57	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo	

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	241	20:08:14	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	254	21:06:24	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	285	06:20:13	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	317	07:38:44	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
	346	08:51:51	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
	370	11:04:50	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Movimiento directo
Ceder campo: Movimiento directo desde acceso sur	10	09:56:11	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Movimiento directo
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde vía principal (acceso norte)	8	09:55:43	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Buseta	Giro izquierdo
	27	10:51:09	13/04/2021	Motocicleta	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	28	10:53:17	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	42	11:34:07	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	86	14:24:57	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Camión	Giro izquierdo
	92	14:29:41	13/04/2021	Buseta	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	99	14:56:36	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	115	15:35:05	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	136	16:25:40	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	144	16:50:17	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	161	17:09:29	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	173	17:24:03	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Motocicleta	Giro izquierdo
	183	17:36:57	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	191	17:48:31	13/04/2021	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
	193	17:51:02	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Motocicleta	Giro izquierdo
	195	17:53:55	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Motocicleta	Giro izquierdo
	196	17:54:47	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	201	18:06:44	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	205	18:09:07	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
217	18:24:28	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo	

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	221	18:28:50	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	224	18:33:47	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	225	18:37:16	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	226	18:38:17	13/04/2021	Automóvil	Giro derecho	Automóvil	Giro izquierdo
	228	18:43:03	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	231	18:54:00	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	244	20:34:01	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	293	06:42:53	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	297	06:49:35	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	303	06:56:46	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	307	07:08:32	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	332	08:09:33	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	333	08:11:19	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	335	08:16:35	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	356	09:58:43	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	358	09:59:47	14/04/2021	Motocicleta	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	364	10:25:34	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	372	11:11:54	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde vía principal (acceso sur)	308	07:08:40	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	316	07:37:47	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	318	07:40:06	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	322	07:54:04	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	325	08:00:06	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	329	08:08:05	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	334	08:16:03	14/04/2021	Motocicleta	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	337	08:22:15	14/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	98	14:47:26	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2	
				Tipo	Maniobra	Tipo	Maniobra
	102	15:04:34	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	127	16:03:07	13/04/2021	Camión	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	147	16:56:11	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	152	17:04:49	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
	154	17:05:23	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	157	17:07:44	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	162	17:09:34	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	200	18:06:30	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	203	18:07:58	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	211	18:17:43	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
	32	11:02:25	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Automóvil	Giro izquierdo
Ceder campo a vehículo: Giro izquierdo desde acceso este	128	16:04:01	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Automóvil	Giro izquierdo
Ceder campo a vehículo: Giro derecho desde acceso este	7	09:55:20	13/04/2021	Motocicleta	Movimiento directo	Automóvil	Giro derecho

**Cuadro A4- 5.** Interacciones por ceder campo a peatón en la intersección de Montes de Oca

Tipo de interacción	ID Int.	Hora	Fecha	Usuario 1		Usuario 2
				Tipo	Maniobra	Tipo
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde acceso sur	129	16:04:16	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
	298	06:51:18	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
	363	10:18:11	14/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde acceso este	55	12:09:33	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
Ceder campo a peatón: Movimiento directo desde acceso oeste	243	20:11:50	13/04/2021	Automóvil	Movimiento directo	Peatón
Ceder campo a peatón: Giro izquierdo desde acceso norte	69	13:17:17	13/04/2021	Automóvil	Giro izquierdo	Peatón
Ceder campo a peatón: Giro derecho desde acceso este	214	18:20:57	13/04/2021	Automóvil	Giro derecho	Peatón
	314	07:34:47	14/04/2021	Automóvil	Giro derecho	Peatón
	336	08:18:14	14/04/2021	Automóvil	Giro derecho	Peatón

**Cuadro A4- 6.** Conteo vehicular y peatonal en la intersección de Montes de Oca

Hora de conteo	Acceso N° Oeste				Acceso N° Sur				Acceso N° Norte				Acceso N° Este			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
09:26 - 09:56	0	54	5	3	18	112	11	4	0	23	86	6	61	43	5	9
09:56 - 10:26	1	59	10	6	17	109	16	3	1	37	94	1	59	49	4	5
10:26 - 10:56	2	56	4	4	10	128	17	4	0	18	114	8	75	59	3	0
10:56 - 11:26	0	63	2	1	24	132	7	3	2	15	113	5	77	46	4	3
11:26 - 11:56	4	69	4	7	19	145	12	1	1	29	130	2	84	56	5	1
11:56 - 12:26	1	82	1	3	20	158	22	5	1	11	148	5	72	60	5	4
12:26 - 12:56	0	62	3	3	20	156	15	5	0	14	153	4	110	48	6	0
12:56 - 13:26	2	61	7	3	16	137	15	7	2	26	126	5	63	46	8	2
13:26 - 13:56	2	65	11	0	22	137	15	2	1	21	104	5	69	53	2	5
13:56 - 14:26	4	83	3	0	21	153	15	1	2	27	115	3	76	47	5	1
14:26 - 14:56	1	94	4	3	38	203	15	10	2	26	129	1	89	76	3	5
14:56 - 15:26	2	76	6	8	21	179	13	6	1	21	171	8	101	58	3	5
15:26 - 15:56	1	101	5	2	22	177	19	7	2	22	179	3	91	46	3	2
15:56 - 16:26	1	102	5	2	22	236	23	5	2	14	177	10	114	36	7	3
16:26 - 16:56	3	112	6	3	21	255	20	3	0	30	208	3	113	56	4	0
16:56 - 17:26	1	132	7	8	21	314	21	10	1	25	202	5	144	43	2	2
17:26 - 17:56	1	139	9	7	18	264	18	3	2	20	213	4	115	35	6	5
17:56 - 18:26	0	101	6	6	19	239	22	3	0	28	174	10	97	35	5	5
18:26 - 18:56	0	88	12	1	15	196	24	2	4	20	174	2	90	43	3	3
18:56 - 19:26	0	81	4	2	3	174	17	0	1	36	148	4	49	33	1	3
19:26 - 19:56	2	56	3	0	9	156	7	0	1	16	103	3	69	26	8	5
19:56 - 20:26	1	54	1	0	12	110	16	0	1	9	74	0	46	24	2	1

Hora de conteo	Acceso N° Oeste				Acceso N° Sur				Acceso N° Norte				Acceso N° Este			
				Peatonos				Peatonos				Peatonos				Peatonos
20:26 - 20:56	0	43	4	3	16	113	14	1	1	21	80	0	44	17	2	3
20:56 - 21:26	1	41	1	2	9	100	8	0	0	12	61	0	46	16	5	0
21:26 - 21:56	1	34	2	0	6	103	17	0	3	12	55	1	28	21	5	0
21:56 - 22:26	0	30	3	1	4	85	5	1	0	10	52	0	24	12	3	0
22:26 - 22:56	0	25	0	0	4	60	3	0	0	9	46	0	20	11	1	0
22:56 - 23:26	0	11	2	0	2	36	2	1	0	4	18	0	10	6	1	1
23:26 - 23:56	0	3	1	0	1	18	3	0	1	1	5	1	10	6	0	1
23:56 - 00:26	0	4	0	1	1	5	0	0	0	1	6	0	4	2	0	2
00:26 - 00:56	0	0	0	1	0	9	2	1	0	1	3	0	4	1	0	0
00:56 - 01:26	0	3	0	0	1	5	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0
01:26 - 01:56	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
01:56 - 02:26	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
02:26 - 02:56	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
02:56 - 03:26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0
03:26 - 03:56	0	2	0	0	1	4	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
03:56 - 04:26	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1
04:26 - 04:56	0	3	0	3	2	6	0	0	0	2	2	0	1	4	0	0
04:56 - 05:26	0	4	0	0	3	14	2	1	0	7	17	3	14	19	1	3
05:26 - 05:56	0	10	1	2	4	29	2	0	0	3	34	12	21	31	4	2
05:56 - 06:26	0	29	2	7	9	48	8	9	1	10	67	7	46	53	3	8
06:26 - 06:56	0	44	3	10	24	109	5	10	3	23	166	6	92	116	1	2
06:56 - 07:26	0	49	2	5	50	145	19	10	2	28	173	7	90	97	2	2
07:26 - 07:56	1	62	1	5	47	136	17	7	4	23	176	6	87	102	5	4
07:56 - 08:26	1	67	3	3	39	158	13	7	5	29	150	7	102	114	4	8

Hora de conteo	Acceso N° Oeste				Acceso N° Sur				Acceso N° Norte				Acceso N° Este			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
08:26 - 08:56	0	54	2	3	26	115	14	9	0	23	112	6	75	72	3	4
08:56 - 09:26	0	51	4	1	13	125	10	5	2	26	96	5	79	66	7	0
09:26 - 09:56	1	51	1	0	21	116	22	3	2	27	119	2	64	73	6	2
09:56 - 10:26	1	62	2	4	27	122	11	9	3	27	121	6	76	58	8	3
10:26 - 10:56	1	55	3	4	17	135	15	4	1	30	87	5	71	62	3	0
10:56 - 11:26	0	57	7	6	14	146	12	2	0	24	123	1	72	57	9	1

**Cuadro A4- 7.** Conteo de ciclistas en la intersección de Montes de Oca

Hora de conteo	Acceso N° Oeste				Acceso N° Sur				Acceso N° Norte				Acceso N° Este			
				Peatones				Peatones				Peatones				Peatones
09:26 - 09:56	0	1	0	-	0	0	1	-	0	0	0	-	0	0	0	-
09:56 - 10:26	0	0	0	-	0	2	1	-	0	0	1	-	0	1	0	-
10:26 - 10:56	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
10:56 - 11:26	0	1	0	-	0	1	2	-	0	0	1	-	0	1	1	-
11:26 - 11:56	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
11:56 - 12:26	0	1	0	-	0	2	0	-	0	0	1	-	1	2	1	-
12:26 - 12:56	0	1	0	-	0	2	1	-	0	0	1	-	1	0	1	-
12:56 - 13:26	0	0	0	-	0	1	2	-	0	0	1	-	0	0	0	-
13:26 - 13:56	0	0	0	-	0	2	0	-	0	0	0	-	4	0	1	-
13:56 - 14:26	0	1	0	-	0	0	0	-	0	1	2	-	1	0	0	-
14:26 - 14:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-

Hora de conteo	Acceso N° Oeste				Acceso N° Sur				Acceso N° Norte				Acceso N° Este			
				Peatonos				Peatonos				Peatonos				Peatonos
14:56 - 15:26	0	1	0	-	0	3	1	-	0	0	0	-	4	0	1	-
15:26 - 15:56	0	0	0	-	1	2	0	-	0	0	3	-	2	0	0	-
15:56 - 16:26	0	3	1	-	0	8	0	-	0	0	2	-	3	0	0	-
16:26 - 16:56	0	1	1	-	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	0	-
16:56 - 17:26	0	1	0	-	0	4	1	-	0	0	2	-	0	0	0	-
17:26 - 17:56	0	5	0	-	0	4	1	-	0	1	2	-	0	2	1	-
17:56 - 18:26	0	2	1	-	0	2	0	-	0	0	2	-	1	0	0	-
18:26 - 18:56	0	1	0	-	0	5	0	-	0	1	1	-	2	0	0	-
18:56 - 19:26	0	1	0	-	0	2	0	-	0	0	1	-	0	0	0	-
19:26 - 19:56	0	3	0	-	0	2	1	-	0	2	2	-	1	0	0	-
19:56 - 20:26	0	0	0	-	1	2	0	-	0	1	1	-	1	0	0	-
20:26 - 20:56	0	1	0	-	0	1	2	-	0	0	0	-	0	1	1	-
20:56 - 21:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	1	0	0	-
21:26 - 21:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
21:56 - 22:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	1	0	1	-
22:26 - 22:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
22:56 - 23:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
23:26 - 23:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
23:56 - 00:26	0	0	1	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
00:26 - 00:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
00:56 - 01:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
01:26 - 01:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
01:56 - 02:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
02:26 - 02:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	0	-

Hora de conteo	Acceso N° Oeste				Acceso N° Sur				Acceso N° Norte				Acceso N° Este			
				Peatonos				Peatonos				Peatonos				Peatonos
02:56 - 03:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
03:26 - 03:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
03:56 - 04:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
04:26 - 04:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-
04:56 - 05:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	1	0	1	-
05:26 - 05:56	0	0	0	-	0	3	0	-	0	0	2	-	2	4	0	-
05:56 - 06:26	0	0	0	-	0	1	0	-	0	1	2	-	2	2	1	-
06:26 - 06:56	0	0	0	-	0	3	0	-	0	0	1	-	3	4	1	-
06:56 - 07:26	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	4	0	0	-
07:26 - 07:56	0	1	0	-	0	1	0	-	0	2	0	-	3	3	0	-
07:56 - 08:26	0	0	0	-	0	4	0	-	0	1	1	-	2	1	0	-
08:26 - 08:56	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	1	-	3	0	2	-
08:56 - 09:26	0	0	0	-	0	0	2	-	0	0	2	-	1	0	1	-
09:26 - 09:56	0	1	0	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	2	0	-
09:56 - 10:26	0	1	0	-	0	2	0	-	0	0	0	-	1	0	1	-
10:26 - 10:56	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	2	-	0	0	0	-
10:56 - 11:26	0	0	0	-	0	0	0	-	0	1	0	-	0	0	0	-



9. Anexos

Anexo 1

Hoja de registro de la técnica sueca de conflicto de tráfico

**The Swedish conflict recording form**

Observer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_ Number: \_\_\_\_\_

City: \_\_\_\_\_

Intersection: \_\_\_\_\_

Weather:  Sunny  Cloudy  Rainy

Surface:  Dry  Wet

Time period       \_\_\_\_\_



North

	Road-user I	Road-user II	Secondary involved III	
Private car	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Sketch including the positions of the road-users involved.</b>  Mark your own position with   If video is used mark the position of the camera with 
Bicycle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pedestrian	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Other	_____	_____	_____	
Sex (ped.)	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F	
Age (ped.)	_____	_____	_____	
Speed	_____ kmph	_____ kmph	_____ kmph	
Distance to coll. point	_____ mtrs	_____ mtrs		
TA value	_____ sec	_____ sec		
<b>Avoiding action</b>				
Braking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Swerving	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Acceleration	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Possibility to swerve	yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>		
Description of the event:				



Continued on the other side:  =>

## Anexo 2

Ejemplo de tabla resumen de observaciones de conflicto (metodología sueca)

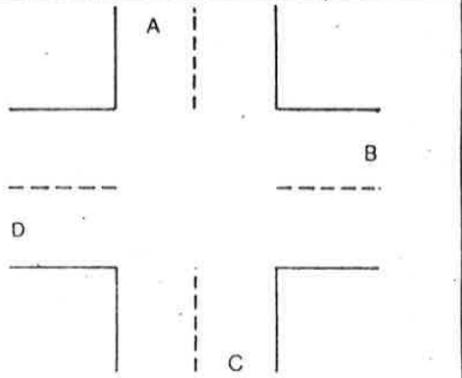
ID del conflicto	Fecha	Tipo de conflicto	Usuario 1	Usuario 2	Tiempo hasta el Accidente, sec.	Velocidad del conflicto, km/h	Severidad
28	2013-09-03, 07:09	Ciclista en rojo	Ciclista	Automóvil	1,7	15	24
40	2013-09-03, 07:21	Ciclista en rojo	Ciclista	Ciclomotor	1,3	9	24
216	2013-09-04, 09:47	Ciclista en rojo	Ciclista	Automóvil	1,1	32	26
254	2013-09-05, 07:28	Ciclista en rojo	Ciclista	Motocicleta	1,9	14	24
22	2013-09-03, 07:01	Ciclista directo, Vehículo de motor derecha	Ciclista	Automóvil	1	12	25
32	2013-09-03, 07:12	Ciclista directo, Vehículo de motor derecha	Ciclista	Automóvil	1,1	10	25
207	2013-09-04, 09:11	Ciclista directo, Vehículo de motor derecha	Ciclista	Automóvil	1,2	8	25
292	2013-09-05, 08:57	Ciclista directo, Vehículo de motor derecha	Ciclista	Automóvil	1,6	12	24
396	2013-09-06, 09:50	Ciclista directo, Vehículo de motor derecha	Ciclista	Automóvil	0,8	11	25
934	2013-09-13, 07:40	Ciclista directo, Vehículo de motor derecha	Ciclista	Automóvil	1,4	17	25
62	2013-09-03, 07:59	Ciclista directo, Vehículo de motor izquierda	Ciclista	Automóvil	1,5	10	24
496	2013-09-09, 09:28	Ciclista directo, Vehículo de motor izquierda	Ciclista	Automóvil	0,9	12	25
594	2013-09-10, 08:33	Ciclista directo, Vehículo de motor izquierda	Ciclista	Automóvil	1,4	13	24
710	2013-09-11, 08:10	Ciclista directo, Vehículo de motor izquierda	Ciclista	Automóvil	1,7	19	24

Fuente: Lareshyn & Varhelyi, 2018

Nota: Cuadro traducido de Lareshyn & Varhelyi, 2018

## Anexo 3

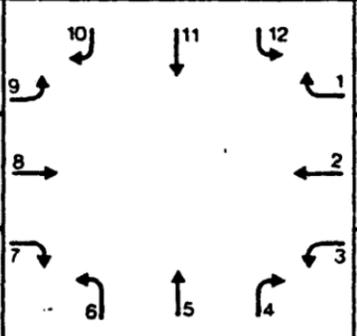
Formulario de observación DOCTOR (metodología holandesa)

DOCTOR OBSERVATION SHEET			no:																												
<b>OBSERVER</b> <b>WEATHER:</b> sun <input type="checkbox"/> cloudy <input type="checkbox"/> rain <input type="checkbox"/> <b>ROAD:</b> dry <input type="checkbox"/> wet <input type="checkbox"/> <b>DATE:</b>		<b>LÓCATION:</b> <b>MUNICIPALITY:</b> <b>OBSERVATION-PERIOD:</b>																													
<b>SEVERITY OF CONFLICT</b> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table> slight <span style="float: right;">severe</span> <b>MIN. TTC</b> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> 0 0,5s 1,0s 1,5s 2,0s >		1	2	3	4	5						<b>TIME CONFLICT</b> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <b>PET</b> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> 0 0,5s 1,0s >																			
1	2	3	4	5																											
<b>EXTENT OF CONSEQUENCES</b> <table border="1"> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> small <span style="float: right;">great</span>						<b>MANOEUVRE AND PARTICIPANTS</b> 																									
<b>CONFLICTTYPE</b> <input type="checkbox"/> or <input type="checkbox"/>																															
<b>roadusers</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Nr.1</th> <th>Nr.2</th> <th>Nr.3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>car</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>lorry, bus</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>moped</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>bicycle</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrian</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nr.1	Nr.2	Nr.3	car	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		lorry, bus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		moped	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		bicycle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		pedestrian	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<b>* PLACE OBSERVER</b>	
	Nr.1	Nr.2	Nr.3																												
car	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
lorry, bus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
moped	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
bicycle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
pedestrian	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
other	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
<b>SPEED</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>0 - 15 km/hr</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>15 - 30 km/hr</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>30 - 50 km/hr</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>50 - 70 km/hr</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>70 - 100 km/hr</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>&gt; 100 km/hr</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		0 - 15 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15 - 30 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30 - 50 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50 - 70 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	70 - 100 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> 100 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
0 - 15 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
15 - 30 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
30 - 50 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
50 - 70 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
70 - 100 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
> 100 km/hr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
<b>AVOIDING ACTIONS</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>no reaction</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>controlled</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>uncontrolled</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>braking</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>accelerating</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>swerving</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		no reaction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	controlled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	uncontrolled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	braking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	accelerating	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	swerving	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>REMARKS:</b>											
no reaction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
controlled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
uncontrolled	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
braking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
accelerating	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
swerving	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													

Fuente: Kraay et al., 2013

**Anexo 4**

Ejemplo de hoja de registro para conteos de tráfico, DOCTOR (metodología holandesa)

Location _____				Observer _____											
City _____				Organisation _____											
Date _____															
Observation period _____															
															
								<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>← Truck/bus</p> <p>← Passenger car</p> <p>← Bicyclist/moped</p> <p>← Other</p> </div>							

Fuente: Kraay et al., 2013



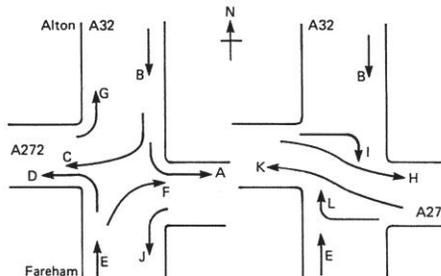




**Anexo 8**

Ejemplo de hoja de registro de conflictos (metodología británica)

SITE: A32/A272 West Meon      DATE: 21/5/02      WEATHER: Cloudy, road dry (a.m.)  
Sunny periods (p.m.)



TIME	L		M			S			
SEVERITY	L	M	L	M	H	M	H	E	
TYPE	S/C	S/C	S	S/C	S/C	S	S/C	S/C	
PROXIMITY	>2	1	1	1	1	2	1	2	3
	2	1	2	1	2	3	2	3	3
	1	2	3	2	3	3	3	4	4
	Min C	3	4	3	3	4	4	4	4
	Maj C	5	5	5	5	5	5	5	5

<u>TIME OF CONFLICT</u>	<u>MANOEUVRES</u>	<u>VEHICLES</u> C=car B=bus L=light commercial H=heavy goods M= motorcycle	<u>TIME</u> L=long M=moderate S=short	<u>SEVERITY</u> L=light M=medium H=heavy E=emergency	<u>TYPE</u> S=simple C=complex	<u>PROXIMITY</u> 1=less than 1 car l. 2=1 to 2 car l. >2=more than 2 car lengths	<u>COMMENTS</u>	<u>GRADE</u>
14.16.21	E/G	C/C	L	L	S	2		1
14.21.15	EE/K	HE/C	M	M	S	1	Car, K, followed out a bus-car behind lorry braked quite sharply	3
14.37.23	E/I	M/C	L	M	C	2	Car, I, misjudged speed or didn't see E	2
14.53.07	E/H	C/C	M	L	S	>2		1
14.53.49	E/I	C/C	L	L	S	>2		1

Fuente: Baguley, 1984

**Anexo 9**

Ejemplo de hoja de registro de conflictos (metodología finlandesa)

VTT road and traffic laboratory date _____ time _____ location _____	CONFLICT OBSERVATIONS observer _____ page _____
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40px; text-align: center; font-weight: bold; margin-right: 10px;">1</div> <div style="width: 120px; height: 100px; border: 1px solid black; position: relative;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">                 KUSTAANKATU  <input type="checkbox"/> L  <input type="checkbox"/> V             </div> <div style="margin-left: 20px;">                 huom: _____                  _____                  _____                  _____             </div> </div>	
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40px; text-align: center; font-weight: bold; margin-right: 10px;">2</div> <div style="width: 120px; height: 100px; border: 1px solid black; position: relative;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">                 KUSTAANKATU  <input type="checkbox"/> L  <input type="checkbox"/> V             </div> <div style="margin-left: 20px;">                 huom: _____                  _____                  _____                  _____             </div> </div>	
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40px; text-align: center; font-weight: bold; margin-right: 10px;">3</div> <div style="width: 120px; height: 100px; border: 1px solid black; position: relative;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">                 KUSTAANKATU  <input type="checkbox"/> L  <input type="checkbox"/> V             </div> <div style="margin-left: 20px;">                 huom: _____                  _____                  _____                  _____             </div> </div>	
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40px; text-align: center; font-weight: bold; margin-right: 10px;">4</div> <div style="width: 120px; height: 100px; border: 1px solid black; position: relative;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">                 KUSTAANKATU  <input type="checkbox"/> L  <input type="checkbox"/> V             </div> <div style="margin-left: 20px;">                 huom: _____                  _____                  _____                  _____             </div> </div>	
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="width: 40px; text-align: center; font-weight: bold; margin-right: 10px;">5</div> <div style="width: 120px; height: 100px; border: 1px solid black; position: relative;"> </div> <div style="margin-left: 10px;">                 KUSTAANKATU  <input type="checkbox"/> L  <input type="checkbox"/> V             </div> <div style="margin-left: 20px;">                 huom: _____                  _____                  _____                  _____             </div> </div>	

Fuente: Kulmala, 1984

**Anexo 10**

Ejemplo de hoja de registro de posibles situaciones de conflictos (metodología finlandesa)

CONFLICT STUDIES POTENTIAL CONFLICT SITUATIONS FORM

Junction/location \_\_\_\_\_ The number of north leg \_\_\_\_\_

Date \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 19\_\_\_\_, time \_\_\_\_ . \_\_\_\_ - \_\_\_\_ . \_\_\_\_

Additional information \_\_\_\_\_

Traffic situation	Number of junction leg or pedestrian crossing				Total
	1	2	3	4	
Wrong driving order					
Right of-way conflict from the left					
" from the right					
" opposing left turn					
Rear-end conflict to left					
" to right					
" straight through					
Other motor vehicle situation					
Pedestrian conflict					
Traffic violation, not including the following 3					
Pedestrian crosses street outside crossing					
Pedestrian against red					
Motor vehicle against red					
Other situation					
	1	2	3	4	

Fuente: Kulmala, 1984

**Anexo 11**

Ejemplo de hoja de registro de flujos de tránsito (técnica finlandesa)

Junction leg		Flow	Cars	Total	Two-wheeler	Total
1	↓	↙				
		↓				
		↘				
2	↙	↗				
		←				
		↘				
3	↗	↖				
		↑				
		↖				
4	↖	↗				
		→				
		↘				
Pedestrian crossings			Pedestrians	Total	Cyclists	Total
1		↖				
2		↖				
3		↖				
4		↖				

Fuente: Kulmala, 1984

