

ANÁLISIS DE OCURRENCIA DE DIFERENTES TIPOS DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN PÉREZ ZELEDÓN, COSTA RICA

Ing. Javier Zamora Rojas

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - LanammeUCR

Unidad de Auditoría Técnica en Infraestructura del Transporte

Auditor Técnico en Seguridad Vial

San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica

Del Supermercado Muñoz y Nanne 400 metros al Norte

Tel.: (506) 2207-4996 / Fax.: (506) 2207-4442 / Apartado Postal: 2060

Correo electrónico: jamora@lanamme.ucr.ac.cr

RESUMEN

En Costa Rica, la ocurrencia de accidentes de tránsito es uno de los problemas de mayor gravedad en el sistema de transportes. En el cantón de Pérez Zeledón, se ha presentado un aumento adicional debido a la ampliación de un tramo de 7.7 kilómetros sobre la Ruta Nacional 2. Esta carretera no tiene un diseño apto para zona urbana y no cuenta con las medidas de seguridad vial apropiadas. Se localizaron espacialmente los choques viales del año 2005 en los distritos de San Isidro y Daniel Flores, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG); para un total de 825 eventos localizados. En una primera etapa (análisis descriptivo), se relacionaron las principales variables de estudio: rol, edad y sexo de la persona, condición de los involucrados, tipo de accidente, y tipo de vehículo. Luego se llevó a cabo un análisis por kilómetro de la Ruta 2 que pasa por San Isidro y Daniel Flores (23 km). Luego se identificaron puntos críticos y tramos de concentración de accidentes: 27 puntos (19 de ellos sobre el tramo de ampliación). Finalmente se llevó a cabo un análisis estadístico, donde se utilizó la metodología "odds ratio" (OR) y riesgo relativo (RR), donde se verificaron diversas hipótesis. Todos los resultados obtenidos, comprueban que ese tramo de la Ruta 2 es de peligrosidad alta. Además, con los trabajos de ampliación se le dio solución parcial a la circulación de los vehículos, sin brindarles movilidad a peatones y ciclistas.

PALABRAS CLAVE: accidentes de tránsito, análisis estadístico, odds ratio

1. INTRODUCCIÓN

En muchas ciudades del mundo, los accidentes de tránsito son uno de los problemas de mayor gravedad en los sistemas de transporte; el impacto que generan afecta negativamente a toda la sociedad, produciendo daños materiales, sociales y económicos. Las cifras mundiales de heridos graves y de muertes en las vías son alarmantes, y han hecho que este problema esté entre las primeras causas de mortalidad en el mundo. En el caso de Costa Rica, según datos recopilados en el Estado de la Nación del año 2004, las muertes anuales por accidentes de tránsito han oscilado entre 415 y 673 entre los años 1991 y 2003. En el año 2003 fallecieron 623 personas; es decir, un promedio de 1.7 por día.

A nivel general, se han realizado esfuerzos importantes por parte del Consejo de Seguridad Vial de Costa Rica (COSEVI) por generar estrategias para la prevención de accidentes, así como programas para la promoción de la seguridad en las vías de nuestro país; sin embargo, aún hay muchas deficiencias en la infraestructura, en el planteamiento de las soluciones y en el tiempo requerido para ejecutarlas.

1.1. Descripción del sitio de estudio

El estudio abarca el cantón de Pérez Zeledón de la provincia de San José (Figura 1-1). En dicho cantón se ha presentado una situación particular, la cual ha generado muchas externalidades negativas, especialmente en la población local: Pérez Zeledón es atravesado por una de las principales vías de nuestro país, la Ruta Nacional 2, a la cual se le denomina también carretera Interamericana Sur (Figura 1-2). La Ruta 2 es el principal acceso a la ciudad de San Isidro del General, cabecera del cantón. El estudio se centra en el tramo de Ruta Nacional 2 que atraviesa los distritos de San Isidro del General (distrito primero) y Daniel Flores (distrito tercero).

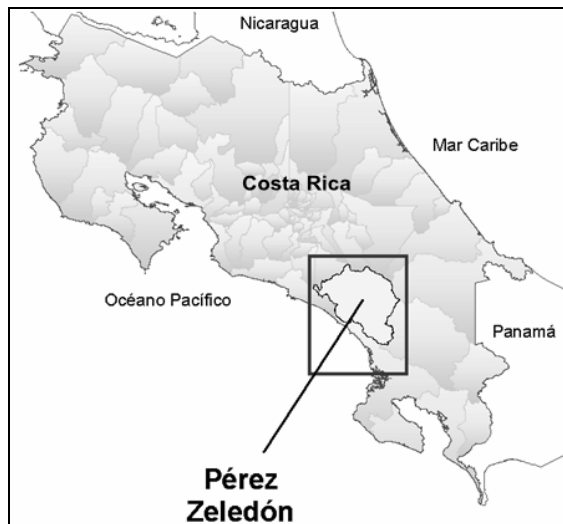


Figura 1-1. Ubicación de Pérez Zeledón



Figura 1-2. Red vial de Pérez Zeledón

Cerca del centro de la ciudad se realizó la reconstrucción y ampliación de la vía a 5 carriles, en un tramo de 7.7 kilómetros. Estas obras se llevaron a cabo con muy buenos métodos constructivos; sin embargo, no se tomaron en cuenta las medidas de seguridad vial. A partir de este momento, hubo un aumento significativo de accidentes de tránsito o choques viales, en especial atropellos a peatones. Esta situación ha alterado el bienestar de los habitantes de esta ciudad, para quienes este tramo de vía se convirtió en una barrera física, que divide la ciudad en dos partes.

1.2. Objetivo general

En el estudio, se plantearon una serie de objetivos específicos, que se resumen en el siguiente objetivo general: “analizar en forma descriptiva y estadística la problemática de accidentes de tránsito en el cantón de Pérez Zeledón, centrandó el análisis en los distritos de San Isidro del General y Daniel Flores, especialmente en el tramo de la Ruta Nacional 2 que fue ampliado a cinco carriles.”

1.3. Alcance del estudio

Este documento es una síntesis del Proyecto Final de Graduación del autor; por lo tanto, se muestran únicamente los aspectos principales de dicha investigación. El proyecto fue dirigido por el Ing. Rosendo Pujol Mesalles, Ph.D.; y fue presentado en el mes de octubre del año 2007, en la ciudad de San José, Costa Rica.

En cuanto al alcance del proyecto, el estudio es un análisis de los accidentes de tránsito, las demás externalidades negativas únicamente se describen. Además, el análisis se concentra en los distritos de San Isidro y Daniel Flores, particularmente en el tramo de 7.7 km de la Ruta 2 que fue ampliado. La localización de los puntos de ocurrencia de accidentes se limita a la información de los partes de tránsito, finalmente, el análisis estadístico se llevó a cabo con el método de “odds ratio” y riesgo relativo.

2. AMPLIACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DE UN TRAMO DE LA RUTA NACIONAL 2

2.1. Proceso constructivo

El proceso constructivo de la carretera (Fotografía 2-1) contó con un alto control de calidad y se utilizaron técnicas modernas, tales como muros de suelo cocido y gaviones estructurados. El resultado final de la ampliación y reconstrucción de este tramo de 7.7 km de vía se muestra en la Fotografía 2-2, donde se observa la nueva vía con 5 carriles, 2 en cada sentido y un carril central de giros izquierdos. En setiembre del año 2003 se dio inicio a la fase inicial del proyecto de mejoramiento de la Ruta 2, en la sección entre San Isidro del General y Río Convento. El plazo total del proyecto fue de 500 días, finalizando el 22 de julio del 2005. Además de la superficie de rodamiento, se construyeron aceras peatonales, cunetas, entradas a casas y a otras vías públicas; y la demarcación diseñada por Ingeniería de Tránsito.



Fotografía 2-1



Fotografía 2-2

2.2. Deficiencias encontradas

Entre los problemas específicos relacionados con esta carretera están los siguientes:

- La construcción de esta carretera se llevó a cabo sin un adecuado mejoramiento de la red vial local, lo cual generó una mayor atracción del tráfico local a esta ruta nacional. La ausencia de pasos peatonales conlleva a las personas a utilizar el carril central de giros izquierdos como un “refugio” para cruzar la vía (Fotografía 2-3). Es elevado el número de peatones que cruzan esta carretera, debido a que existen en forma continua poblados a ambos lados de la vía; además del comercio. También se forman “cuellos de botella” debido a que los puentes no fueron ampliados (Fotografía 2-4).



Fotografía 2-3



Fotografía 2-4

- Con el aumento en los accidentes, se colocaron señales verticales para regular la velocidad a 40 km/h; sin embargo, el diseño “no urbano” de la carretera propicia velocidades de más de 80 km/h (Fotografía 2-5). Además, disminuyó el uso de la bicicleta por el temor ante las altas velocidades de los vehículos; por ello muchas personas utilizan las aceras para dicho fin; y otros ciclistas utilizan el carril central (Fotografía 2-6). Otro aspecto importante que se observa en esta fotografía es la existencia de entradas y salidas exclusivas a lo largo de toda la carretera; es decir, todos los lugares de comercio, las industrias y las casas de habitación tienen acceso directo a la Ruta 2. Una adecuada planificación urbana incluiría calles marginales.



Fotografía 2-5



Fotografía 2-6

- En cuanto a las paradas de autobuses no existe una uniformidad, esto es, en algunos sitios se crearon bahías para los buses (Fotografía 2-7) y, en otros, los buses se detienen en el carril derecho, obstaculizando el tránsito (Fotografía 2-8).



Fotografía 2-7



Fotografía 2-8

3. LOCALIZACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Los partes de accidentes de tránsito son la herramienta indispensable de registro de accidentes que ocurren en nuestro país; estos constan de una serie de casillas que el oficial de tránsito debe llenar cuando llega al sitio donde ocurrió el accidente; sin embargo, no siempre el parte es llenado adecuadamente.

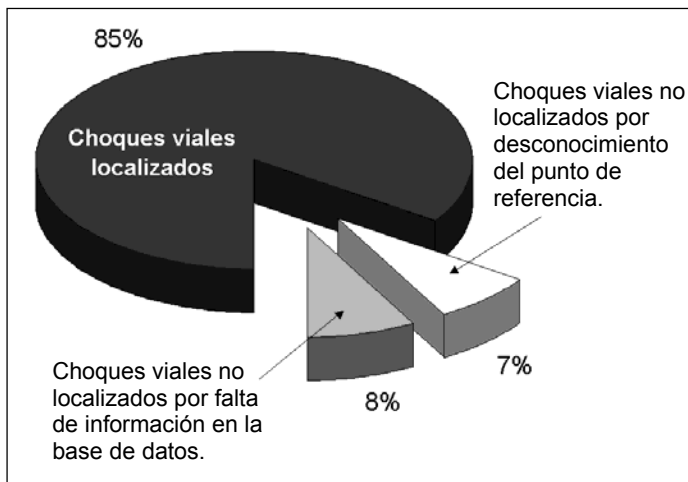
Para la localización de los accidentes se utilizó el paquete informático ArcGIS, el cual se basa en sistemas de información geográfica. Esta ubicación de accidentes se llevó a cabo en el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible de la Universidad de Costa Rica, ProDUS-UCR. De la base de datos del año 2005, se registraron 1193 accidentes ocurridos en el cantón de Pérez Zeledón; hubo 2172 personas y 2087 vehículos involucrados en estos accidentes.

La localización espacial de accidentes de tránsito es de gran utilidad ya que:

- permite corregir errores en la base de datos (distrito, dirección, kilómetro, ruta, etc.)
- es una herramienta de análisis (comparaciones y relaciones entre variables)
- permite determinar tramos y puntos de concentración de accidentes

Existen una serie de limitaciones que dificultan el proceso de localización de los accidentes. Algunos de los problemas encontrados son las incongruencias entre la dirección exacta, el número de ruta, el código de distrito y el kilómetro de carretera, principalmente. En otros casos el problema es la ausencia parcial o total de esas variables mencionadas.

Una vez localizados los accidentes, se corrigieron algunas casillas de la base de datos. Por ejemplo, la base de datos original mostraba la ocurrencia de 139 accidentes en la Ruta 2, del total de 1193 (11.5%); y una vez corregida a partir de la localización de los accidentes resultaron 531 eventos en la Ruta 2 (44.5%). Un error de esta magnitud puede generar un análisis incorrecto en cuanto a las variables de estudio.



La localización de los accidentes se efectuó en los distritos de San Isidro del General y Daniel Flores. Del total se lograron localizar el 85%; y de los restantes, un 7% no se pudo localizar por desconocimiento del punto de referencia, y un 8% por falta de información en la base de datos, tal como se observa en la Figura 3-1.

Figura 3-1. Porcentaje de accidentes ubicados

En la Figura 3-2 se muestra la localización de los accidentes de tránsito, 825 en total. Para una mejor visualización, se hizo un recuadro del centro de la ciudad de San Isidro, y se identificó el inicio y el final del tramo de 7.7 km que fue ampliado. Además, se muestran los accidentes ubicados en forma exacta, por kilómetro y por poblado.

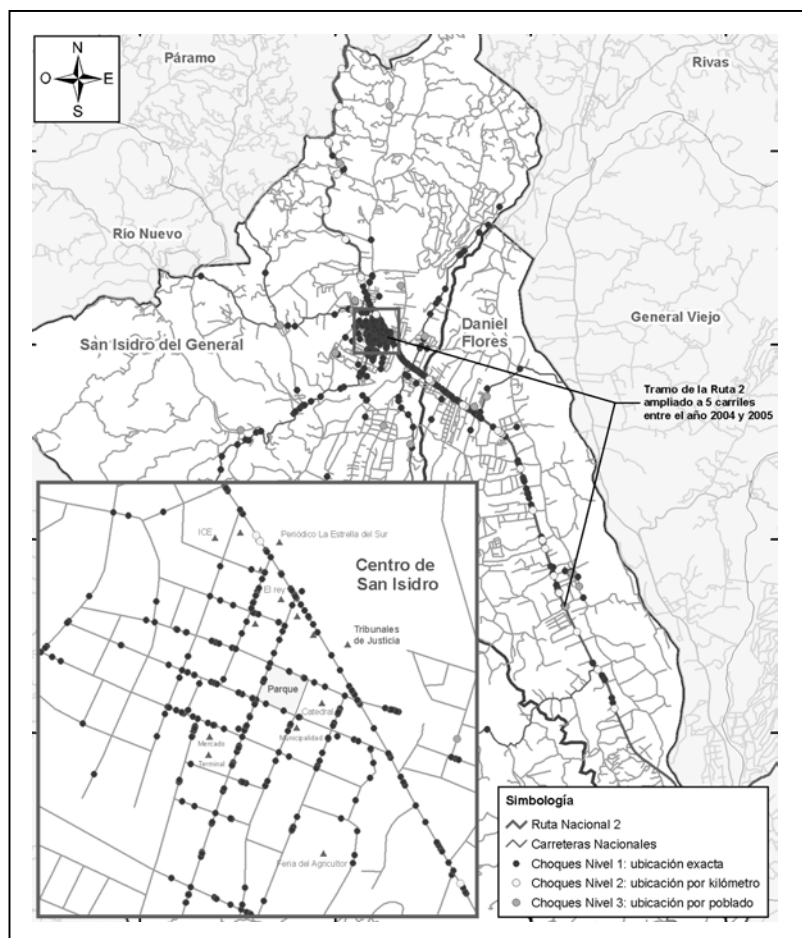


Figura 3-2. Localización espacial de los accidentes
Fuente: el autor (bases de datos de ProDUS-UCR, 2007)

4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

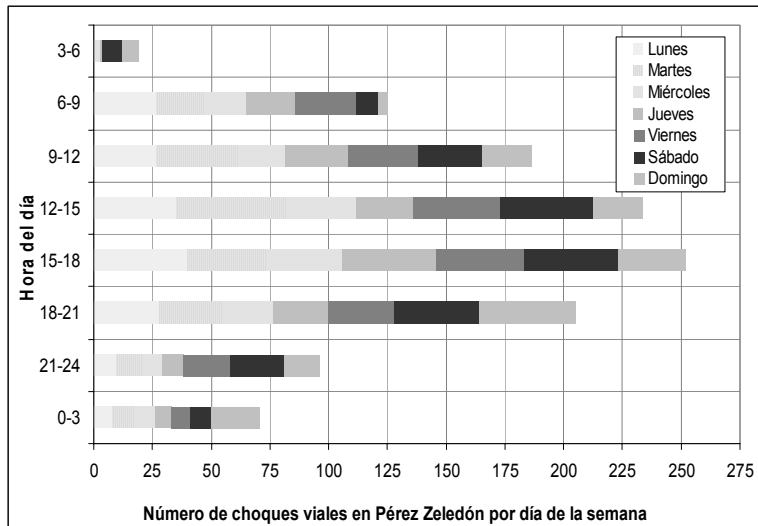
El análisis descriptivo de todo el proyecto se llevó a cabo con 5 metodologías diferentes; en este trabajo se muestran los resultados de las 3 más importantes: la relación entre las principales variables de estudio, el análisis por kilómetro de carretera (Ruta Nacional 2), y la identificación de puntos de concentración de accidentes. El estudio comenzó con la escogencia de las variables de estudio, a partir de la muestra total de todas las variables que incluye el parte de tránsito; esto con el fin de escoger las más importantes y las de mayor cantidad de datos disponibles. Las principales variables escogidas fueron: rol de la persona, edad y sexo de las personas, condición de los involucrados, tipo de accidente, tipo de vehículo, y la ubicación del accidente. Posteriormente se llevó a cabo una división en 4 zonas de estudio:

- **ZONA 1.** Tramo de 7.7 km de la Ruta Nacional 2 que fue reconstruido y ampliado.
- **ZONA 2.** Accidentes que ocurrieron sobre la Ruta 2, fuera de la ampliación.
- **ZONA 3.** Corresponde a las demás rutas nacionales que atraviesan el cantón.
- **ZONA 4.** Se definió así a la red de calles cantonales de San Isidro y Daniel Flores.

4.1. Análisis de las principales variables de estudio

A partir del cruce de las principales variables de estudio, se generaron un serie de tablas y gráficos (se muestran los más relevantes). Se analizaron los accidentes por semana del año, edad de los conductores, rol de los involucrados, edad de las personas, tipo de vehículo, día de la semana, y hora del día. En cada caso se analizaron las 4 zonas de estudio, y en algunos casos todo el cantón de Pérez Zeledón. En cuanto a los tipos de accidentes en general, se obtuvo que el **80%** del total de accidentes son colisiones entre vehículos. A este valor le siguen los accidentes por salida de la vía, con un porcentaje de **5.5%**, seguido de los atropellos con un **4.4%**. El

porcentaje restante lo abarcan las colisiones contra objeto fijo, los vuelcos y las colisiones con bicicletas. En cuanto a la lesión de las personas, en el año 2005 resultaron 135 personas con lesiones leves, 44 con lesiones graves y 9 fallecidas.



En cuanto a la ocurrencia de accidentes por día de la semana, se tiene la Fig. 4-1, donde se observa que las horas de mayor ocurrencia son entre mediodía y las 6 p.m. Además, la cantidad de accidentes de los viernes y sábados son mayores a los del resto de la semana.

Figura 4-1. Accidentes por día y hora de la semana

En la Tabla 4-1 se detalla la distribución de accidentes por día y por hora para la Zona 1 (tramo de ampliación de la Ruta 2). Se observa que la ocurrencia de accidentes de viernes y sábado es mayor que en el resto de la semana; y las horas críticas son entre mediodía y las 9 p.m.

Tabla 4-1. Accidentes de tránsito por día de la semana y por hora del día en la ZONA 1 (tramo de ampliación de la Ruta Nacional 2)

Horas	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom	Total
0-3	4	2	1	1	3	1	10	22
3-6				1		4	2	7
6-9	7	3	5	6	6	2		29
9-12	4	9	5	5	4	8	2	37
12-15	9	9	7	6	12	15	3	61
15-18	14	8	6	5	7	6	5	51
18-21	5	8	9	8	9	7	10	56
21-24	3	4	1	2	6	7	4	27
Total	46	43	34	34	47	50	36	290

Donde:

- 10 accidentes o más
- Entre 8 y 9 accidentes
- Entre 6 y 7 accidentes

Por otra parte, en la Tabla 4-2 se muestran los atropellos para todo el cantón de Pérez Zeledón. La mayor parte de ellos se concentran en la tarde y las primeras horas de la noche (hasta las 9 p.m.). El patrón por día de la semana no es muy claro, debido a que es una muestra pequeña en comparación con la cantidad total de accidentes.

Tabla 4-2. Atropellos por día de la semana y por hora del día en Pérez Zeledón

Horas	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom	Total
0-3							2	2
3-6								0
6-9	1	2		1	2			6
9-12	3	1		2	1			7
12-15	3	2				3		8
15-18	1	2		2		1	2	8
18-21	1	1	1	1	2	2	5	13
21-24	2	1			2		1	6
Total	11	9	1	6	7	6	10	50

Donde:

- 3 o más atropellos
- 2 atropellos
- 1 atropello

En la Figura 4-2 se observa la ocurrencia de accidentes en los distritos de San Isidro y Daniel Flores con respecto a la edad de los conductores. La edad crítica es entre los 20 y 29 años de edad, y es importante mencionar que más del 90% son hombres. A este rango le siguen el de 40 a 49 años, y el de 30 a 39 años de edad.

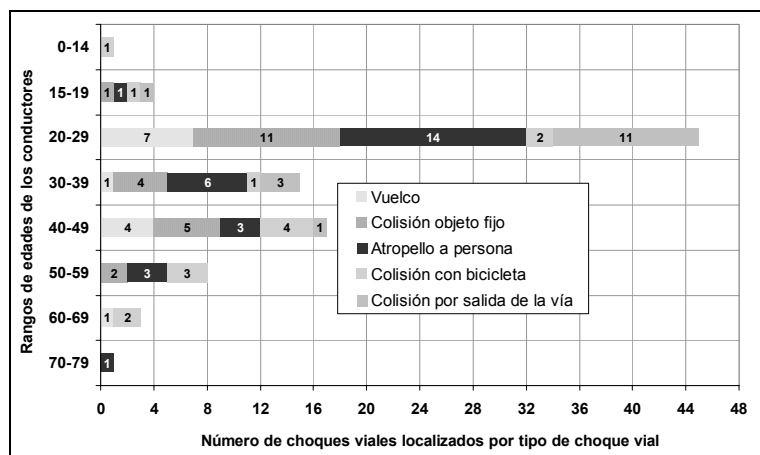


Figura 4-2. Tipos de accidente por edad de los conductores

En la Figura 4-3 se muestra que el rango de edad entre los 20 y 29 años presenta el mayor número de lesionados graves y leves. En el caso de las muertes, no hay datos suficientes para poder inferir alguna conclusión relevante.

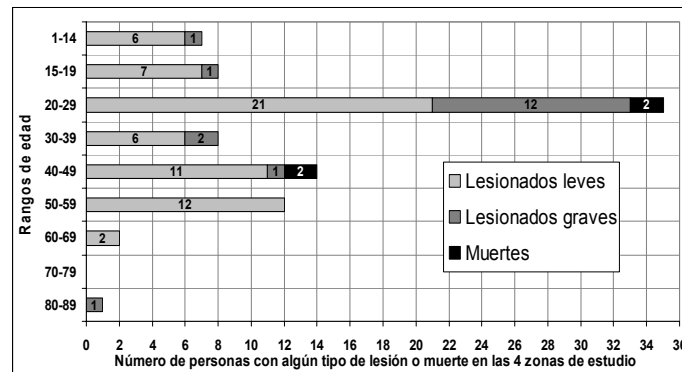


Figura 4-3. Edad y estado de los afectados

Otra variable muy importante es el rol de las personas, en relación con el daño sufrido. En la Figura 4-4 se observa que la mayor accidentalidad la sufren los conductores, tanto en lesiones graves como leves. En segundo lugar están los pasajeros de vehículo en cuanto a lesiones leves; pero en lesiones graves lo superan los motociclistas.

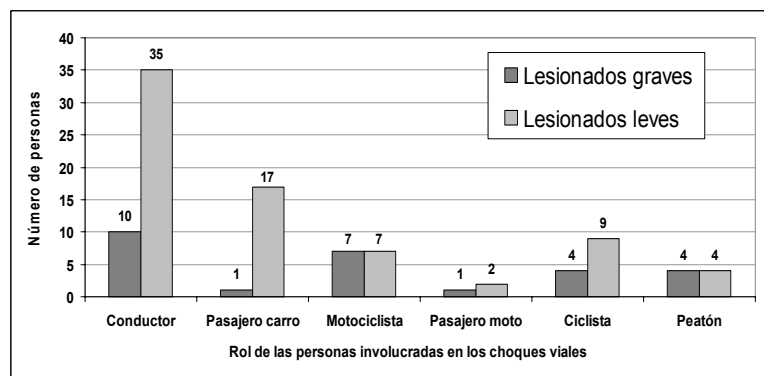


Figura 4-4. Lesionados leves y graves por tipo de rol desempeñado

En cuanto al tipo de vehículo involucrado en los accidentes, la mayor cantidad de personas levemente lesionadas viajaban en automóvil, seguido de las motocicletas. En

el caso de las lesiones graves ocurre lo contrario: en primer lugar las motocicletas, lo cual se debe a que el conductor de una motocicleta está más expuesto a sufrir consecuencias graves que una persona dentro de la cabina del automóvil (Figura 4-5).

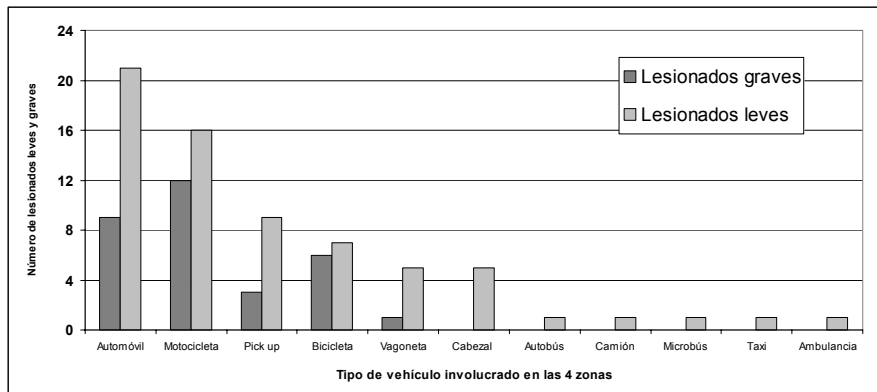
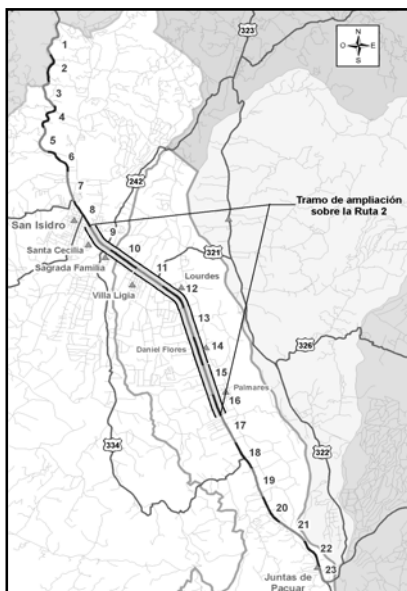


Figura 4-5. Tipo de lesión leve o grave por tipo de vehículo involucrado

4.2. Análisis de accidentes de tránsito por kilómetro



Esta parte del análisis permitió determinar kilómetros críticos en la ocurrencia de accidentes de tránsito a lo largo de la Ruta Nacional 2, que cruza los distritos de San Isidro y Daniel Flores. Para ello, se dividió la Ruta 2 por kilómetro y en 3 secciones: tramo al noroeste de la ampliación (kilómetros 1-8), tramo de ampliación (kilómetros 9-16), y tramo al sureste de la ampliación (kilómetros 17-23), tal como se observa en la Figura 4-6. Del análisis total que se llevó a cabo, se muestran dos ejemplos de los resultados obtenidos.

Figura 4-6. Ruta 2 por kilómetro

En la Figura 4-7 se grafican los atropellos por kilómetro. El kilómetro crítico es el número 8; es decir, el centro de la ciudad de San Isidro. También se observa que el 71% de los atropellos ocurrieron en el tramo de ampliación; es decir, del km 9 al km 16.

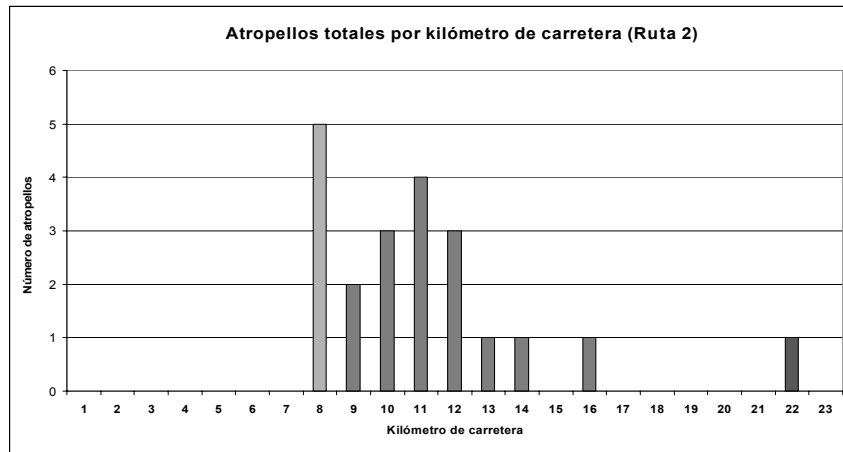


Figura 4-7. Atropellos por kilómetro de carretera

Por otra parte, en la Figura 4-8 se observan las personas involucradas en los accidentes de tránsito con algún tipo de lesión. Antes de iniciar la sección ampliada, el kilómetro crítico es nuevamente el número 8; es decir, el centro de la ciudad. También se observa la concentración de personas lesionadas propiamente en el tramo de ampliación (del km 8 al km 16), correspondiente a un 63% de los 23 km de carretera.

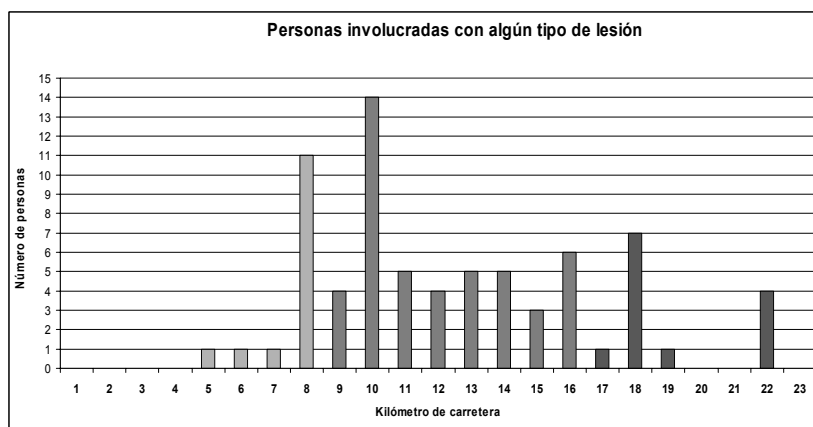


Figura 4-8. Personas lesionadas por kilómetro de carretera

4.3. Identificación de puntos de concentración de accidentes

En este análisis se trabajó con mapas, con los cuales se fueron identificando los puntos de mayor concentración de accidentes (Figura 4-9). Se localizaron 8 puntos críticos antes del río San Isidro (centro de la ciudad). Además, se localizaron 20 puntos críticos en el tramo de ampliación; de los cuales, 16 se ubican en los 3 primeros kilómetros, entre el puente sobre el río San Isidro y la entrada a Barrio Lourdes (tramo de mayor ocurrencia de accidentes). De los 4 puntos restantes, uno está cerca de Daniel Flores, y los otros 3 por Palmares. Para cada uno de los accidentes en estos puntos negros o críticos, se analizó la hora y día de la semana, y el estado de salud de las personas, ya sea ilesas, con lesiones leves o graves, o fallecidas.

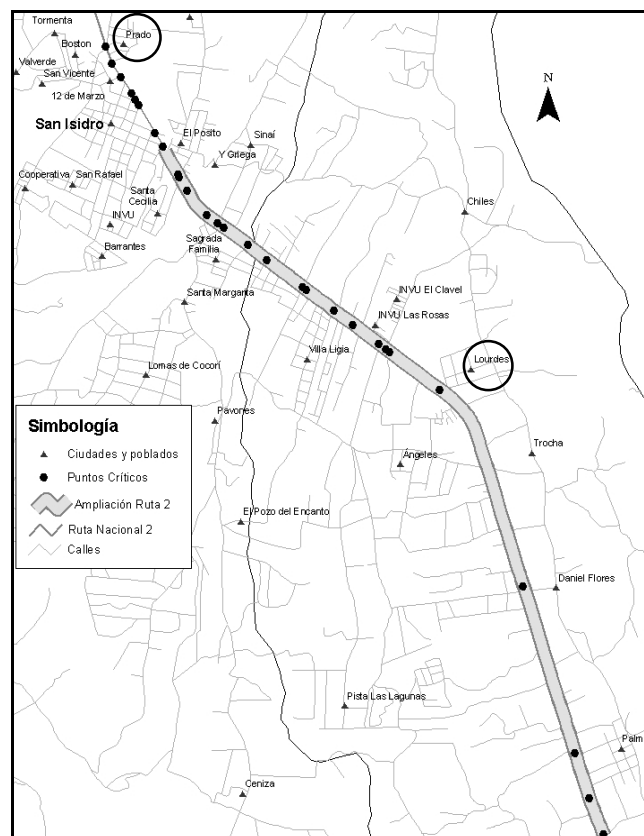


Figura 4-9. Puntos críticos o negros sobre la Ruta 2

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el método de “odds ratio” y riesgo relativo. El cálculo de estos estadísticos se lleva a cabo por medio de las expresiones que se muestran en la Figura 5-1. Ambos métodos parten de una matriz simple de 2 x 2 en donde la adecuada escogencia de los valores “a”, “b”, “c” y “d” es lo más importante.

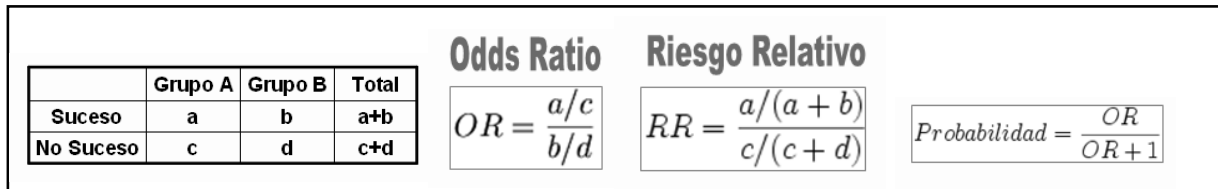


Figura 5-1. Odds Ratio (OR) y Riesgo Relativo (RR)

Para esta escogencia, se calcularon factores de concentración, donde un valor de “1” corresponde al promedio de ocurrencia de accidentes. Entre más alto es el valor del factor de concentración (por encima de uno), mayor es la accidentalidad. Un ejemplo se muestra en la Figura 5-2, donde se calcularon los factores de concentración para los accidentes viales totales en el tramo de ampliación, y se observa que el periodo entre el mediodía y las 7 p.m. muestra factores de concentración entre 1.08 y 2.90.

CHOQUES VIALES EN LA ZONA 1: TRAMO DE AMPLIACIÓN RUTA 2

Hora	Dia							FC Total	Total
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo		
0	1,16	0,58	0,58	-	0,58	0,58	0,58	0,58	7
1	0,58	0,58	-	0,58	1,16	-	2,32	0,74	9
2	0,58	-	-	-	-	-	2,90	0,50	6
3	-	-	-	-	-	1,74	0,58	0,33	4
4	-	-	-	-	-	-	0,58	0,08	1
5	-	-	-	0,58	-	0,58	-	0,17	2
6	1,74	1,16	0,58	0,58	1,16	-	-	0,74	9
7	1,74	-	1,74	1,74	1,16	0,58	-	0,99	12
8	0,58	0,58	0,58	1,16	1,16	0,58	-	0,66	8
9	1,16	2,32	1,16	1,16	1,16	3,48	0,58	1,57	19
10	-	1,74	0,58	0,58	0,58	-	-	0,50	6
11	1,16	1,16	1,16	1,16	0,58	1,16	0,58	0,99	12
12	0,58	2,90	0,58	1,16	3,48	3,48	-	1,74	21
13	2,90	2,32	1,74	0,58	1,16	1,74	1,74	1,74	21
14	1,74	-	1,74	1,74	2,32	3,48	-	1,57	19
15	2,32	1,74	0,58	1,74	2,32	1,16	0,58	1,49	18
16	2,32	2,32	1,16	1,16	-	-	0,58	1,08	13
17	3,48	0,58	1,74	-	1,74	2,32	1,74	1,66	20
18	1,74	3,48	3,48	4,06	2,90	1,16	3,48	2,90	35
19	1,16	1,16	-	-	1,16	1,74	1,16	0,91	11
20	-	-	1,74	0,58	1,16	1,16	1,16	0,83	10
21	0,58	0,58	0,58	-	-	2,90	0,58	0,74	9
22	1,16	1,16	-	1,16	0,58	0,58	1,16	0,83	10
23	-	0,58	-	-	2,90	0,58	0,58	0,66	8
FC Total	1,11	1,04	0,82	0,82	1,13	1,21	0,87		
Total	46	43	34	34	47	50	36		290

} 12 a 7 p.m.

Figura 5-2. Factores de concentración.

De esta forma se calcularon los factores de concentración para los accidentes en cada una de las 4 zonas de estudio, y para varios casos: atropellos, colisiones por salida de la vía, colisiones con bicicleta, accidentes con lesionados graves y personas fallecidas.

Los principales resultados del análisis por Odds Ratio y Riesgo Relativo son:

- *Periodo crítico de fin de semana (viernes de 5:00 p.m. a medianoche, y sábado desde las 2:00 p.m. hasta las 3:00 a.m. del domingo, para un total de 20 horas):* el valor más alto fue para las colisiones con bicicleta en el tramo de ampliación (OR=1.78, RR=1.75, P=0.64), seguido de los atropellos en el mismo tramo (OR=1.64, RR=1.56, P=0.62). Los valores de odds ratio se comparan en la Figura 5-3; entre más se alejan los valores de la unidad (mayor que “1”), más fuerte es la correlación entre las variables y; por lo tanto, es mayor la probabilidad de ocurrencia del evento.

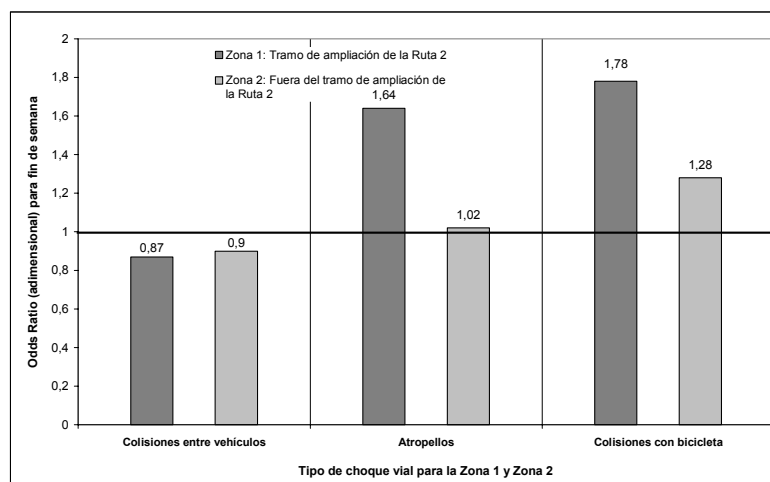


Figura 5-3. Análisis de odds ratio para accidentes en la Ruta 2

- *Condición crítica de accidentes con lesionados o muertos:* de los diferentes tipos de accidentes, los atropellos y las colisiones con bicicleta mostraron las probabilidades más altas de accidentes con lesionados o muertos; por ejemplo, atropellos en el tramo de ampliación de la Ruta 2 (OR=3.86, RR=3.38, P=0.79), colisiones en el tramo de ampliación (OR=10.36, RR=8.80, P=0.91), entre otros resultados.

- *Periodo crítico de 12:00 p.m. a 7 p.m. para todos los días de la semana, para los accidentes viales totales:* resultados bajos para la Ruta 2, con OR=0.96 (dentro del tramo de ampliación) y OR=1.17 (fuera de la ampliación); en cambio, la mejor relación se obtuvo para los accidentes en las calles cantones, en especial en el centro de San Isidro, con un OR=2.06, RR=1.66, y una probabilidad asociada de un 67%.
- *Condición crítica de muertos y personas gravemente lesionadas en Pérez Zeledón, para 2 periodos críticos:* de 3:00 p.m. a 10:00 p.m. todos los días (OR=2.85, RR=2.71 y P=0.74); y de 3:00 p.m. a 10:00 p.m. sábados y domingos (OR=2.52, RR=2.06 y P=0.72). Ambos casos presentaron valores de alta probabilidad de ocurrencia.
- *Condición del tipo de vehículo:* el valor más bajo fue para atropellos con vehículo pesado (OR=0.25), y el valor más alto fue para los vehículos tipo pick-up (OR=2.12).
- *Condición crítica de la edad y rol de las personas involucradas:* el rango de edad crítico para los conductores es entre los 20 y 39 años, y en el caso de los motociclistas y ciclistas es entre los 18 y 28 años (ver Figura 5-4).

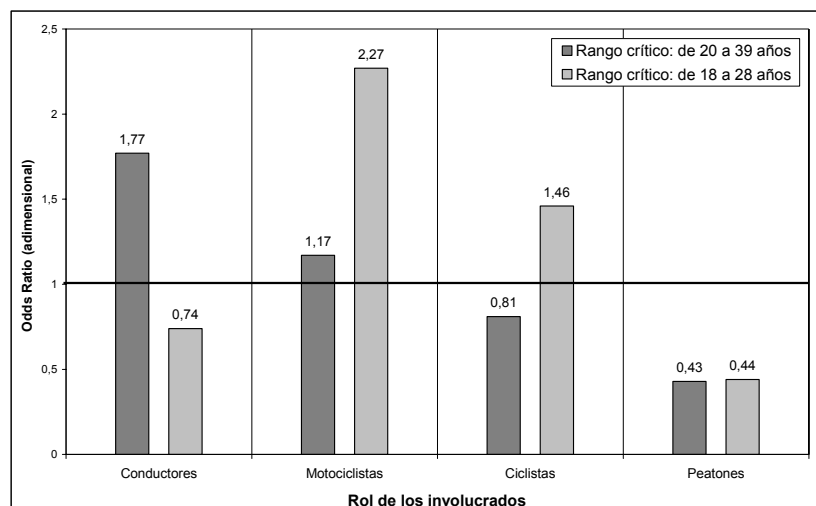


Figura 5-4. Análisis de odds ratio para el rol de las personas y su edad

6. CONCLUSIONES

A partir de los análisis llevados a cabo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

a. Con respecto a la ampliación del tramo de 7.7 km de la Ruta 2:

- La ampliación de la vía se llevó a cabo sin mejorar la red vial local; por lo tanto, se generaron conflictos mayores entre el tránsito interurbano y el local.
- El diseño de la carretera promueve la circulación de los vehículos y las altas velocidades de los mismos, en perjuicio de los habitantes de la zona, principalmente peatones y ciclistas. En otras palabras, no se realizó un diseño urbano considerando el entorno, ni la seguridad vial. Además, no se construyeron calles marginales, aumentando así el problema en la carretera.
- El área central de la carretera destinada en principio como carril para giros izquierdos, generó conflictos entre vehículos, peatones y ciclistas, al utilizarlo para diferentes fines: los vehículos para realizar giros izquierdos y para adelantar, los peatones para poder cruzar la vía, y los ciclistas como ciclo vía.

b. Con respecto a la localización espacial de los accidentes de tránsito:

- Se localizó el 85% de los accidentes de tránsito; los demás no se lograron ubicar debido a falta de información en la base de datos, y al desconocimiento de ciertos puntos de referencia.
- Se logró comprobar que la localización de accidentes permite mejorar el nivel de detalle del estudio, tal como el análisis por kilómetro de carretera y la creación de zonas de estudio. Además, permite identificar tramos y puntos de concentración de accidentes.

c. Con respecto al análisis descriptivo de los accidentes de tránsito:

- Las bases de datos presentan deficiencias asociadas al llenado de información en el sitio del accidente (parte de tránsito), siendo esta una limitación en el análisis; sin embargo, se escogieron adecuadamente las variables de estudio.

- Se identificaron puntos negros en la Ruta 2, en donde se deben llevar a cabo análisis específicos de seguridad vial que permitan tomar medidas adecuadas para lograr una reducción en la tasa de accidentes. Los puntos principales son: entrada a Barrio 12 de Marzo, Bomba Texaco, intersección de La Nación, entrada a Barrio Santa Cecilia, entrada a Barrio Sagrada Familia, entrada a Villa Ligia, entrada a Barrio Lourdes y las dos entradas principales a Palmares.
- Se comprobó que más del 70% de las personas involucradas en accidentes bajo el efecto del alcohol son hombres, en su mayoría menores de 30 años.
- Los kilómetros críticos de la Ruta 2, en cuanto a la tasa de accidentalidad, son: el no. 8 (centro de San Isidro), y el 9, 10 y 11, que son los 3 primeros kilómetros del tramo ampliado (entre el Río San Isidro y Barrio Lourdes).

d. Con respecto al análisis estadístico de los accidentes de tránsito:

- Las colisiones con bicicleta y los atropellos aumentan en el fin de semana; y tienen una mayor susceptibilidad a la ocurrencia de lesiones graves y muertes.
- El rango de edades entre 18 y 28 años es crítico, principalmente para los motociclistas, y a estos accidentes se asocian lesiones graves. A nivel de colisiones entre vehículos, el rango crítico es entre los 20 y 39 años de edad.
- El centro de la ciudad de San Isidro presenta una alta ocurrencia de accidentes; sin embargo, la mayor parte únicamente generan daño material. Esto se asocia a velocidades bajas de circulación de los vehículos, debido a la congestión vehicular, y a una cuadrícula de calles angostas, donde no hay control sobre el estacionamiento paralelo de los vehículos.

El análisis llevado a cabo en este proyecto conforma la etapa inicial en la solución de un problema grave de accidentalidad, especialmente sobre la Ruta Nacional 2. Con base en los resultados estadísticos, y en la localización de accidentes y de puntos críticos, se puede diseñar un plan de seguridad vial integral para la zona, incluyendo cambios en la infraestructura vial (en el tramo de ampliación y en el centro de San Isidro), así como la educación vial, el control por parte de los policías de tránsito, entre otros aspectos.

7. BIBLIOGRAFÍA

Arce, M. 1993. **Análisis de Seguridad Vial, Tramo El Coco – Puntarenas**. Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Balmaceda, A. 1995. **Factores que influyen en la ocurrencia de accidentes de tránsito**. Proyecto Final de Graduación para optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Banque Mondiale et Organisation Mondiale de la Santé (Peden M. et al.). 2004. **Rapport mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation**. Genève, Organisation Mondial de la Santé (OMS).

CAL Y MAYOR, R. Y CÁRDENAS, J. 2007. **Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones**. Editorial Alfaomega, 8ª Edición. Ciudad de México, México.

LAMM, R., PSARIANOS, B. Y MAILAENDER, T. 1999. **Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook**. Editorial McGraw-Hill. New York, USA.

LANAMME, UCR. 2007. **Evaluación del Tramo en Servicio: San Isidro – Río Convento, Sección 0+000 a 7+600**. Informe de asesoría sobre seguridad vial. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San José, Costa Rica.

PUJOL, R. 2004. **Análisis de los diferenciales en la ocurrencia de diferentes tipos de accidentes viales**. Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica para la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.