



**EL COLEGIO
DE SONORA**

**Descripción y análisis espacial de los accidentes de tráfico
en Hermosillo, Sonora, 2005.**

**Tesis que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Sociales
presenta**

Pablo Alejandro Reyes Castro

Directora de tesis: Catalina Denman Champion

Hermosillo, Sonora.

Noviembre de 2007



EL COLEGIO
DE SONORA
BIBLIOTECA
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Dedicatoria

A los Reyes Castro



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Agradecimientos

El presente trabajo fue posible gracias al apoyo de las siguientes instituciones. En primera instancia, un agradecimiento al CONACYT por los recursos otorgados para la realización del proyecto. De igual forma, gracias a El Colegio de Sonora, un espacio idóneo para el estudio y la reflexión acerca de temas y problemáticas sociales. Por último, gracias al Departamento de Estadísticas de la Policía Preventiva y Tránsito Municipal de Hermosillo por permitir el acceso a la información necesaria para el estudio.

A nivel personal, deseo agradecer a la Dra. Catalina Denman por el tiempo dedicado a la dirección de esta tesis y el apoyo durante el proceso de formación académica. Gracias también al Dr. Gerardo Álvarez, por su excelente labor de lectura y asesoría desde la concepción misma del proyecto; al Dr. Francisco Lara, por sus valiosas sugerencias como lector propias de alguien con experiencia en el estudio de fenómenos urbanos; a Blanca Zepeda de la Unidad de Información Regional del El Colegio de Sonora, por su asesoría y creatividad para resolver problemas técnicos; por último, gracias a mis compañeros y amigos de maestría por su genuino interés por el buen término de esta tesis.

Índice general

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1. Los accidentes de tráfico: problema de salud pública y de estudio | 5 |
| 1.1. El panorama epidemiológico | 6 |
| 1.1.1. <i>La escala global: la epidemia mundial</i> | 7 |
| 1.1.2. <i>Los países en desarrollo</i> | 10 |
| 1.1.3. <i>Los accidentes de tráfico en México</i> | 14 |
| 1.1.4. <i>La escala local: la ciudad de Hermosillo</i> | 20 |
| 1.2. El estudio espacial de los accidentes de tráfico | 28 |
| 1.2.1. <i>El modelo sistémico</i> | 30 |
| 1.2.2. <i>En busca de posibles explicaciones</i> | 32 |
| CAPÍTULO 2. Una metodología para el análisis local de accidentes de tráfico en Hermosillo | 35 |
| 2.1. La fuente de información | 36 |
| 2.1.1. <i>Limpieza de la base de datos</i> | 41 |
| 2.1.2. <i>Posibilidades y limitaciones</i> | 44 |
| 2.2. La georreferenciación | 48 |
| 2.3. El análisis espacial | 54 |
| 2.3.1. <i>La elección de la técnica</i> | 55 |
| 2.3.1.1. Moda Indeterminada | 58 |
| 2.3.1.2. Análisis Jerárquico de Agrupamientos de Vecinos más Cercanos (JVC) | 58 |
| 2.3.2. <i>Advertencia</i> | 61 |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 3. Resultados y discusión | 63 |
| 3.1. Total de accidentes | 64 |
| 3.1.1. <i>El perfil del accidentado</i> | 65 |
| 3.1.2. <i>La distribución espacial</i> | 68 |
| 3.1.3. <i>El factor tiempo</i> | 72 |
| 3.1.4. <i>Posibles interpretaciones de la distribución</i> | 77 |
| 3.2. Una conducta de riesgo en el espacio: accidentes con conductores ebrios | 82 |
| 3.2.1. <i>El perfil del conductor ebrio</i> | 83 |
| 3.2.2. <i>La conducción en estado de ebriedad y el tiempo</i> | 84 |
| 3.2.3. <i>La distribución espacial</i> | 87 |
| 3.3. Accidentes peatonales | 93 |
| 3.3.1. <i>Características generales</i> | 93 |
| 3.3.2. <i>La distribución espacial</i> | 94 |
| CAPÍTULO 4. Conclusiones | 99 |
| CAPÍTULO 5. Recomendaciones | 107 |
| 5.1. Recomendaciones para la investigación | 108 |
| 5.2. Recomendaciones de política pública | 110 |
| 5.3. Recomendaciones técnicas | 111 |
| 5.4. Comentario final | 116 |
| BIBLIOGRAFÍA | 119 |
| ANEXO | 129 |



EL COLEGIO
DE SONORA
 BIBLIOTECA
 GERARDO CORNEJO MURRIETA

Índice de figuras, cuadros y gráficas

FIGURAS

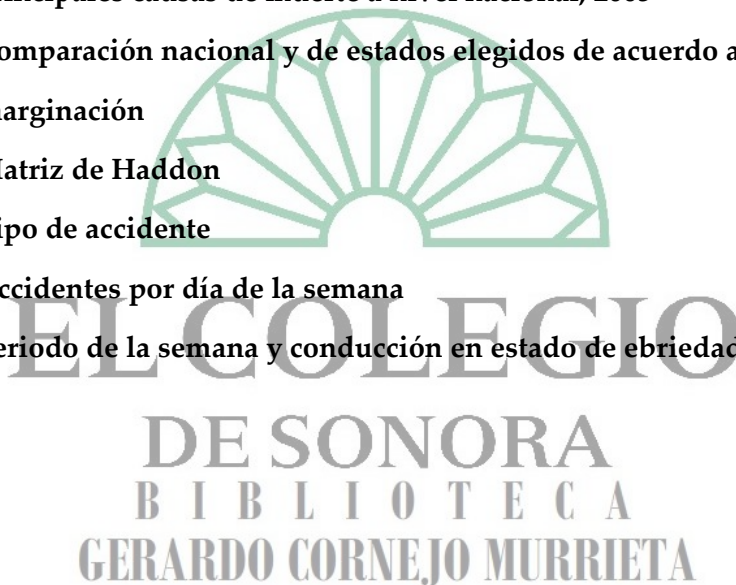
| | |
|--|----|
| Figura 1.1. Tasas de mortalidad por lesiones ocasionadas por el tráfico, 2002 | 13 |
| Figura 1.2. Marginación por entidad federativa, 2000 | 18 |
| Figura 1.3. Morbilidad de accidentes de tráfico de vehículos de motor por entidad federativa | 18 |
| Figura 1.4. Volúmenes de tráfico | 25 |
| Figura 2.1. Inconsistencias en la información | 42 |
| Figura 2.2. Rescate de casos mediante el editor de sintaxis de SPSS | 43 |
| Figura 2.3. Creación de instrucción SQL | 50 |
| Figura 2.4. Localización del lugar del accidente mediante instrucción SQL | 50 |
| Figura 2.5. Accidentes de tráfico georreferenciados | 53 |
| Figura 3.1. Intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes. Hermosillo, 2005 | 69 |
| Figura 3.2. Análisis de agrupamientos JVC | 71 |
| Figura 3.3. Accidentes matutinos | 76 |
| Figura 3.4. Accidentes vespertinos | 76 |
| Figura 3.5. Accidentes nocturnos | 76 |
| Figura 3.6. Accidentes matutinos y ubicación de actividad comercial | 81 |
| Figura 3.7. Accidentes vespertinos y ubicación de actividad comercial | 81 |
| Figura 3.8. Accidentes nocturnos y ubicación de actividad comercial | 81 |
| Figura 3.9. Intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes ocasionados por consumo de alcohol | 88 |
| Figura 3.10. Accidentes por conducción en estado de ebriedad JVC | 92 |
| Figura 3.11. Intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes peatonales | 96 |
| Figura 3.12. Agrupamientos de accidentes peatonales. Técnica JVC | 97 |

CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro I.1. Características generales del estudio | 4 |
| Cuadro 1.1. Estimación mundial del número de defunciones relacionadas con traumatismos causados por el tráfico | 12 |
| Cuadro 1.2. Tasas de defunciones causadas por el tráfico (por 100,000 hab.), en las regiones de la OMS, 2002 | 14 |
| Cuadro 1.3. Población, número de vehículos registrados en circulación y accidentes de tráfico a nivel nacional | 15 |
| Cuadro 1.4. Principales causas de muerte a nivel nacional, 2005 | 16 |
| Cuadro 1.5. Comparación nacional y de estados elegidos de acuerdo a nivel de marginación | 20 |
| Cuadro 1.6. Matriz de Haddon | 31 |
| Cuadro 3.1. Tipo de accidente | 64 |
| Cuadro 3.2. Accidentes por día de la semana | 73 |
| Cuadro 3.3. Periodo de la semana y conducción en estado de ebriedad | 85 |

GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1.1. Frecuencia de accidentes por año en el área urbana de Hermosillo, Sonora | 26 |
| Gráfica 3.1. Distribución de lesionados por tipo de usuario y sexo | 66 |
| Gráfica 3.2. Accidentes por mes del año | 73 |
| Gráfica 3.3. Accidentes según hora de ocurrencia | 74 |
| Gráfica 3.4. Distribución de accidentes por mes del año | 85 |
| Gráfica 3.5. Accidentes por hora del día y conducción en estado de ebriedad | 86 |



Resumen

El presente trabajo consiste en un estudio descriptivo transversal cuyo propósito es conocer la distribución espacial de los accidentes de tráfico en la ciudad de Hermosillo, Sonora, en el año 2005. A partir de la perspectiva de la epidemiología geográfica, se realiza el análisis espacial de la distribución de accidentes utilizando como fuente de información la base de datos de la Policía Preventiva y Tránsito Municipal. La información disponible aporta datos relacionados al tipo de accidente, el tipo de vehículo, así como de los tres elementos epidemiológicos indispensables para la descripción: *tiempo*, *persona* (incluyendo repercusiones a la salud) y *lugar* de ocurrencia de los accidentes.

Después de un proceso metodológico, el cual incluye el trabajo con la base de datos y el proceso de georreferenciación, se realiza el análisis espacial para cuatro distribuciones distintas: el total de accidentes, los accidentes por periodos del día, los accidentes ocasionados por conductores ebrios y los accidentes peatonales. Además de la descripción de los resultados, se proporcionan explicaciones posiblemente vinculadas con la distribución espacial obtenida, así como una serie de recomendaciones dirigidas a la investigación, las políticas públicas y el mejoramiento de las fuentes de información.

Abreviaturas y siglas

C4 – Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo

COEPRA – Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes

CONAPRA – Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes

IMPLAN – Instituto Municipal de Planeación Urbana

INEGI – Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

INSP – Instituto Nacional de Salud Pública

JVC – Análisis Jerárquico de Agrupamientos de Vecinos más Cercanos

OMS – Organización Mundial de la Salud

PPTM – Policía Preventiva y Tránsito Municipal de Hermosillo

SIG – Sistema de Información Geográfica

SSA – Secretaría de Salud



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Introducción

Uno de los principales problemas de salud pública de la actualidad son los traumatismos ocasionados por el tráfico. Cada año mueren alrededor de 1.2 millones de personas y cerca de 50 millones sufren algún tipo de lesión por esta causa (Peden et al. 2004, 185). Además de las repercusiones directas a la salud, el impacto de los accidentes de tráfico representa altos costos económicos y emocionales para los involucrados y sus familias, así como una pesada carga para los sistemas de salud y las economías, sobre todo de los países en desarrollo (Híjar et al. 2004, 37; Levine 2006, 92).

Si bien se trata de un problema relativamente reciente, ya en los años 1966 y 1974, la Asamblea Mundial de la Salud había adoptado dos resoluciones relativas a la prevención de los accidentes ocasionados por el tráfico (World Health Organization 2005, 1). A pesar de existir desde entonces el llamado por parte de la OMS para solucionar este problema, las prioridades en materia de salud pública se han enfocado sobre otras enfermedades, de tal forma que la inversión a nivel mundial en investigación e intervención relacionadas con el estudio de los accidentes de tráfico y sus repercusiones ha mostrado una situación desigual en comparación a otros problemas de salud (Hyder y Depen 2003, 2034). No es sino hasta años recientes, en los que el interés de los países por estudiar e intervenir al respecto crece como resultado de la preocupación ante el escenario de crisis de la seguridad vial actual.

Las necesidades de producción y transporte derivadas del proceso de modernización han conducido a un incremento de la motorización de los países, lo que a su vez ha provocado modificaciones en los contextos sociales y ambientales así como la calidad de vida de la población (Hidalgo-Solórzano et al. 2005, 30). Los

espacios urbanos son uno de los contextos en los que más claramente se observan los efectos de estas modificaciones, siendo uno de ellos, la creciente incidencia de accidentes de tráfico (Lawrence 2005, 484).

Inmersa en las condiciones de un país en desarrollo, la ciudad de Hermosillo refleja esta realidad. En un escenario de crecimiento urbano, el incremento de accidentes de tráfico y las repercusiones a la salud son un tema de interés para las instituciones locales y para la sociedad en general. Sin embargo, y a pesar de su importancia para la elaboración de estrategias eficaces de intervención, el estudio científico de los accidentes de tráfico no ha sido empleado como estrategia para conocer el fenómeno, debido en parte, a las deficiencias en la calidad de la información.

“Descripción y análisis espacial de los accidentes de tráfico en Hermosillo, Sonora, 2005”, es el resultado de un proceso de investigación cuyo principal interés es realizar un aporte al conocimiento de un problema de salud pública local. A partir de un proceso metodológico, el cual incluye el trabajo con la fuente de información, se lleva a cabo la descripción epidemiológica de los accidentes de tráfico desde la perspectiva geográfica del fenómeno.

El estudio está compuesto por cinco capítulos cuyo orden obedece a la secuencia lógica del tema. En el **primer capítulo**, se introduce al lector al problema. Partiendo de la escala más amplia, se inicia mostrando el panorama epidemiológico global de los accidentes de tráfico. Conforme transcurre la discusión, se va enfocando el problema primeramente en la situación de los países en desarrollo, seguido de la situación de México, hasta ubicar el problema en el ámbito local de la ciudad de Hermosillo. En base a esto, se plantean la pregunta y los objetivos que conducen el proceso de investigación. Posteriormente, se presentan los argumentos bajo los cuales se justifica el empleo de la perspectiva geográfica para el estudio de los accidentes de tráfico en el espacio urbano.

En el **segundo capítulo**, se aborda de manera detallada el proceso metodológico llevado a cabo. Se compone básicamente de tres partes: la primera, se refiere al proceso de selección y limpieza de la fuente de información utilizada, resaltando las posibilidades y limitantes de la información. En el segundo apartado, se hace mención de las estrategias llevada a cabo para la construcción de un *Sistema de Información Geográfica* a partir de la base de datos mediante el proceso de georreferenciación. Por último, se habla acerca del proceso de análisis espacial así como de las características de las técnicas empleadas.

El **tercer capítulo** corresponde a la presentación de resultados y discusión. Consiste en la descripción del estudio en sí, la cual se lleva a cabo para el total de accidentes así como para dos grupos de interés: los casos de accidentes ocasionados por conductores ebrios y los accidentes peatonales. Además de la distribución geográfica, se presentan resultados de la distribución temporal y las características de las personas involucradas con el propósito de enriquecer la discusión.

En el **cuarto capítulo**, se plantean a manera de conclusiones los principales hallazgos de la investigación así como algunos comentarios respecto al proceso y las limitaciones del estudio.

Por último, el **quinto capítulo** se enfoca al planteamiento de una serie de recomendaciones a partir de los resultados obtenidos. Dichas recomendaciones se ordenan en tres apartados: primeramente se presentan aquellas enfocadas a la investigación en materia de accidentes de tráfico en la localidad; posteriormente, se plantean algunas recomendaciones en materia de política pública; y por último, se realizan una serie de recomendaciones técnicas dirigidas a mejorar los sistemas de información.

Antes de dar paso al primer capítulo, a continuación se presenta el siguiente cuadro en el cual se muestran las características generales del estudio.

Cuadro I.1
Características generales del estudio

| Características | |
|-------------------------|---|
| Estudio | Descriptivo transversal |
| Lugar | Área urbana de la ciudad de Hermosillo, Sonora. |
| Período | 2005 |
| Fuente de información | Base de datos de la Policía Preventiva y Tránsito Municipal <ul style="list-style-type: none"> - 5,100 casos de accidentes urbanos - Tipo de información: tipo de accidente, tipo de vehículo, persona, tiempo y lugar |
| Análisis espacial | Análisis Jerárquico de Agrupamientos de Vecinos más Cercanos Moda Indeterminada (software: CrimeStat III) |
| Análisis de frecuencias | Relativas y simples (software: SPSS versión 12) |



EL COLEGIO
DE SONORA
BIBLIOTECA
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Capítulo 1

Los accidentes de tráfico: problema de salud pública y de estudio

El 11 de febrero del año 2003, en la ciudad de Londres, la Organización Mundial de la Salud decidió dedicar el *Día Mundial de la Salud 2004* al tema de la seguridad vial. Al siguiente año, en el mes de abril, se llevó a cabo dicha celebración con el lanzamiento del *Informe mundial sobre la prevención de los traumatismos ocasionados por el tránsito* (World Health Organization 2005, 1). Desde entonces, el asunto de la seguridad vial ha venido cobrando cada vez mayor interés por parte de los gobiernos y sus colaboradores (Toroyan y Peden 2007, vi).

Dicho informe se realizó con el propósito de despertar la conciencia respecto a la magnitud de los traumatismos causados por el tráfico. No obstante, más que presentar un plan de trabajo para todo el mundo, el informe se elaboró con el objetivo de proporcionar principios generales respecto al tema, sin dejar de reconocer la necesidad de identificar las necesidades locales con el fin de adoptar las mejores prácticas (Peden et al. 2004).

El presente capítulo responde en cierta forma a esta lógica. Como inicio, es indispensable obtener una visión general referente al problema social y de salud que representan los accidentes de tráfico; sin embargo, la intención es ubicar el problema en un punto específico: la ciudad de Hermosillo y la necesidad de conocimiento local al respecto. Después de este proceso, se presentan algunos argumentos acerca de cómo el estudio espacial de los accidentes de tráfico puede contribuir al pretendido conocimiento local del fenómeno, abriéndose de esta manera la posibilidad del vínculo entre dos frentes disciplinarios: la epidemiología y la ciencia social.

1.1. El panorama epidemiológico

Hacer visible un problema de salud como el de los accidentes de tráfico se vuelve un reto si se considera que, para la sociedad en general, es difícil ver las repercusiones de esta epidemia mundial (Planzner 2005, 5; Commission for Global Road Safety 2006, 10). Los accidentes de tráfico y sus consecuencias son un problema de salud pública en el que la epidemiología puede aportar la perspectiva adecuada para vislumbrar el panorama. De entre la serie de formas en que puede hacerlo, en esta tesis se ha optado por una en particular que se cree puede hacer evidente (en el sentido amplio de la palabra) el problema a estudiar. Esta opción es la perspectiva geográfica.

De acuerdo a English (1992) la epidemiología geográfica tiene como propósito describir los patrones espaciales de la incidencia de la enfermedad y la mortalidad. Por lo tanto, tratando de seguir esta orientación, y dado que la intención de este primer apartado es brindar un panorama del problema de salud en torno a los accidentes de tráfico, lo más indicado es empezar ofreciendo una visión de la distribución de los accidentes de tráfico y sus consecuencias.

Desde luego, este primer vistazo requiere ser hecho desde la escala más amplia, de manera que permita una visión extensa del problema. Sin embargo, según lo exijan los propios intereses, será necesario cambiar gradualmente la escala para lograr acercamientos que permitan conocer cómo es la distribución en esos niveles. El asunto es conocer el fenómeno hasta donde la capacidad de acercamiento alcance. Por supuesto, siempre hay que tener presente que la incapacidad para visualizar un problema se exagera ante la falta de información (Commission for Global Road Safety 2006, 10).

1.1.1. La escala global: la epidemia mundial

Sin lugar a duda, los accidentes de tráfico y sus repercusiones para la salud constituyen uno de los mayores problemas de salud pública a nivel mundial. De acuerdo al Informe Mundial de la OMS del año 2002, los traumatismos en general representaron el 12% de la carga mundial de morbilidad, la tercera causa de mortalidad general y la principal causa de muerte en el grupo de 1 a 40 años. De esta forma, del total de muertes por accidentes, un 25% se atribuyen a los traumatismos ocasionados por el tráfico (Peden et al. 2004, 3).

En cifras absolutas, cada año 1.2 millones de personas mueren víctimas del tráfico. Si se acomoda esta cifra a la realidad cotidiana, el resultado del tránsito diario al rededor del mundo deja tras de sí más de 3000 muertes (World Health Organization 2005, 48). Al ubicar los traumatismos ocasionados por el tráfico en el contexto que plantean el resto de las enfermedades, las estimaciones mundiales ubican a los accidentes de tráfico como los causantes del 2.1% de todas las defunciones, colocándose así como la 11^a causa de muerte a nivel mundial (Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1534).

Estos datos bastarían para advertir la seriedad del problema; sin embargo, no proporcionan la dimensión completa del impacto que provoca. Concentrarse sólo en la mortalidad es contemplar el punto último del evento, pero cuando las consecuencias del tráfico no llegan a este extremo dejan una carga de lesiones y discapacidades bastante seria. En términos de morbilidad, se especula que la cifra de personas lesionadas podría llegar a los 50 millones de personas. Para el año 2002 se calculan alrededor de 38 millones de AVAD's¹ perdidos, representando el 2.6% de la carga mundial de morbilidad, y dentro de esta proporción, el 91% corresponde a los países de ingresos medios y bajos (Peden et al. 2004, 3).

¹ Años de vida ajustados en función a la discapacidad.

Si se mantienen las tendencias de estas cifras el panorama no luce muy alentador. Como visión futura, se prevé que entre el 2000 y el 2020 el número total de muertes aumentará un 65% a nivel mundial, incluso alcanzando un incremento del 80% en los países de ingresos medios y bajos (Peden et al. 2004, 3).

No obstante lo anterior, los costos derivados de los accidentes de tráfico no sólo se expresan en la morbilidad y la mortalidad. El problema también representa una pesada carga para las economías mundiales y los servicios de salud. Tan sólo en el 2002, el costo económico global de los accidentes de tráfico resultó en \$518,000 millones de dólares (Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1533). En términos de porcentaje del PIB, se estima que los costos directos derivados de los accidentes se encuentran entre el 1% y 2%. Por consiguiente, la magnitud del problema crea una competencia entre los recursos de inversión en salud y otras áreas del desarrollo (World Health Organization 2006, vii). Y si bien estos datos apuntan a los costos en un nivel macro, en el micro, se deben considerar los costos físicos, económicos y psicosociales que acarrear los accidentes de tráfico, no sólo para los individuos afectados sino también para las familias que tienen que afrontar el evento (Levine 2006, 92).

Basado en lo anterior, es indispensable reconocer que las repercusiones de los accidentes de tráfico afectan distintos niveles y magnitudes de acuerdo al perfil de las personas involucradas. A este respecto, la evidencia empírica a nivel mundial muestra en los distintos países una distribución diferencial según las características de los afectados. Por ejemplo, si se considera la condición del **tipo de usuario de la vía pública**, los ocupantes de automóviles representan la mayor cantidad de víctimas del tráfico en los países industrializados (World Health Organization 2007, 1). Por otro lado, se encuentra el caso de los países de medianos y bajos ingresos, en donde los peatones, ciclistas, motociclistas y, bajo ciertas

circunstancias, los ocupantes del transporte público, representan la población más vulnerable (Commission for Global Road Safety 2006, 19).

Las diferencias por **sexo** es otro aspecto que presenta contrastes importantes. De acuerdo al Informe Mundial (Peden et al. 2004, 52), se estima que el 73% de las víctimas del tráfico a nivel mundial son hombres. Este hecho se ve reflejado en las tasas de mortalidad de los varones en todas las regiones del mundo, siempre mayores a las de las mujeres, independientemente del ingreso y el grupo de edad. Por ejemplo, en el año 2002 los hombres presentaron una tasa global de mortalidad de 27.6 por 100 000 hab., tasa casi tres veces mayor a la de las mujeres de 10.4 por 100,000. Estas diferencias pudieran estar relacionadas con la exposición a riesgo así como a diferencias conductuales entre los varones que los lleva a comportarse con mayor temeridad (Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1536). Trátese de una u otra explicación, es un hecho que los hombres se constituyen como uno de los grupos poblacionales mayormente afectado por los accidentes de tráfico.

La **edad** es otro factor importante a considerar. Mientras que en los países de ingresos altos las mayores tasas de mortalidad se presentan en las edades de 15 a 44 años, en los países de medianos y bajos ingresos, las tasas más elevadas se encuentran entre las personas de 60 años y más (Peden et al. 2004, 53). El siguiente ejemplo da prueba de este argumento. En un estudio comparativo entre Los Ángeles y la Ciudad de México se observaron tasas similares por edad específica de muertes por vehículo de motor hasta la edad de 55 años; después de esta edad, la tasa de mortalidad para la Ciudad de México describe un aumento exponencial conforme aumenta la edad (Híjar, Chu y Krauz 2000, 717).

Otro determinante fuertemente vinculado con la morbilidad y mortalidad de los accidentes de tráfico es la **situación socioeconómica** de los involucrados **en función al lugar de residencia**. Las personas pertenecientes a grupos socioeconómicos más desfavorecidos o que viven en zonas más pobres, corren

mayor riesgo de sufrir un traumatismo o la muerte como consecuencia de un accidente de tráfico. Más que razones de tipo conductual, las disparidades sugieren diferencias en las exposiciones al riesgo. De esta forma, los traumatismos ocasionados por el tráfico son una de las causas de mortalidad con mayor gradiente de clase social, situación reflejada en gran medida en el caso de los niños y los jóvenes (Peden et al. 2004, 56). Este hecho incluso se observa en los países industrializados. Estudios ecológicos realizados en algunos de estos lugares, muestran que los jóvenes que viven en áreas de más privación tienen mayores tasas de lesiones que aquellos que viven en áreas más privilegiadas (Hasselberg, Laflamme y Fingbäck-Weitof 2001, 858).

Por último, otro aspecto dentro del perfil de las personas afectadas por los accidentes del tráfico, son los traumatismos en función a la **actividad laboral** o el **lugar de trabajo**. Aun cuando se dispone de datos escasos respecto a los países de ingresos medios y bajos, vale la pena considerar datos como los de Australia, en donde casi la mitad de las defunciones ocurridas en el trabajo entre 1989 y 1992 se asociaron con el hecho de conducir durante la jornada laboral o el traslado desde el hogar hacia el lugar de trabajo (Peden et al. 2004, 52).

Como una observación a esta primera visión del fenómeno, vale la pena hacer notar la constante referencia de los datos acerca de las diferencias entre los países industrializados y los países de ingresos medios y bajos. A continuación se orientará la reflexión hacia la situación de los países en desarrollo.

1.1.2. Los países en desarrollo

En la comprensión de un fenómeno como los accidentes de tráfico, se debe tener presente que entre mayor sea la escala geográfica utilizada para el análisis, menor será la percepción de las variaciones entre las regiones que componen el área de estudio (Cuzick y Elliott 1992, 14). Si bien el problema de las repercusiones de los

accidentes de tráfico tiene un alcance mundial, es fundamental ir agudizando la visión con fines de contextualizar de forma más precisa el fenómeno y su distribución.

Al inicio de los años 90's, de los 420 millones de automóviles circulando en el mundo, el 80% de éstos se encontraban en los países industrializados, lugar en donde vive aproximadamente el 18% de la población mundial. El otro 20% de automóviles circulaban en el resto del mundo, espacio donde se concentra el 82% de la población restante (Tapia 1998, 137).

La explicación de esta distribución se encuentra en el crecimiento económico de los países industrializados. La experiencia en estos países ha mostrado que el crecimiento económico conduce en un primer momento a un aumento en el número de accidentes como resultado del incremento en el número de vehículos y desplazamientos. No obstante, al llegar a cierto nivel económico, la tendencia de accidentes se invierte aun cuando el incremento de vehículos se mantenga. A pesar de que no se conoce a ciencia cierta el mecanismo detrás del declive, los expertos suponen que factores como las mejoras de la infraestructura vial, adelantos en el diseños de los vehículos, el progreso en la asistencia sanitaria, así como en las medidas legislativas, han contribuido al descenso en el número de accidentes y de víctimas (Regidor et al. 2002, 106; Paulozzi et al. 2007, 606).

Sin embargo, en el caso de los países de ingresos medios y bajos, el camino hacia el desarrollo ha abierto la puerta al aumento de los accidentes de tráfico bajo circunstancias particulares. El incremento de la industrialización y la motorización ha traído como consecuencia modificaciones de orden social y ambiental en un contexto distinto al de los países desarrollados, y esto a su vez, ha repercutido en la calidad de vida de la población (Hidalgo-Solórzano et al. 2005, 30). Según reportes del Banco Mundial, la tasa de crecimiento de la motorización, junto con la variación de la tasa de defunciones por vehículo, influye sobre el incremento de

riesgo de defunción por accidente de tráfico. Por consiguiente, bajo el supuesto de que se mantengan las tendencias de motorización y las políticas de prevención existentes, se espera que mientras que en los países de ingreso altos las fatalidades descenderán un 28%, en países como China y la India las defunciones aumentarán un 92% y 147%, respectivamente (citado en Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1534).

El Cuadro 1.1 proporciona una primera impresión de esta distribución desigual. Si bien la tasa mundial de mortalidad es de 19 defunciones por 100,000 habitantes, al considerar la tasa por separado para los países de ingresos altos y los países en desarrollo se observa que mientras los primeros muestran una tasa de 12.6, los últimos presentan una tasa de 20.2 defunciones por 100,000. Además, considerando que la mayor proporción de población se encuentra entre los países en desarrollo, la disparidad existente es tal que aproximadamente el 90% de las defunciones se produce entre los países de ingresos medios y bajos (Commission for Global Road Safety 2006, 67; Fraser 2005, 703; Mock et al. 2005, 294).

Cuadro 1.1
Estimación mundial del número de defunciones relacionadas con
traumatismos causados por el tráfico.

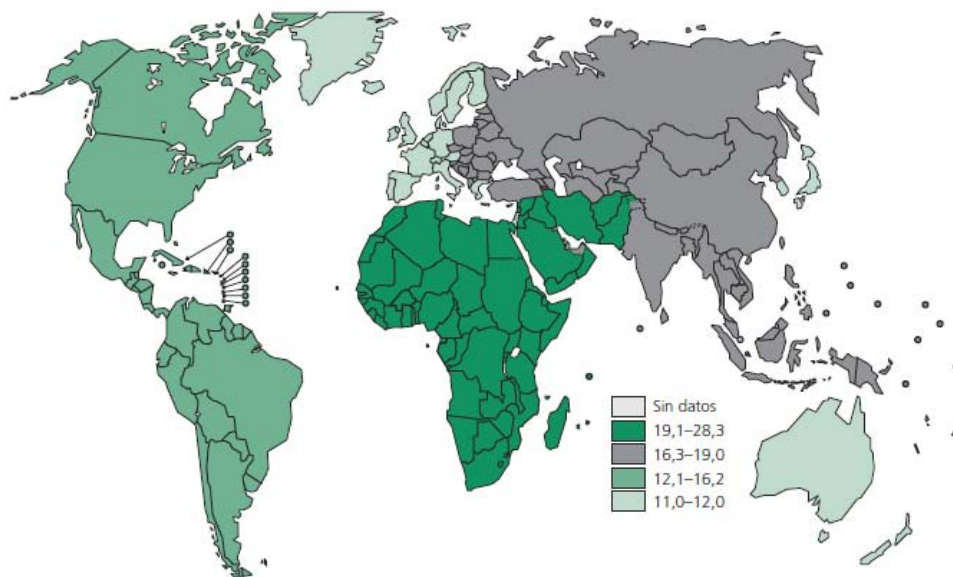
| | Número | Tasa por 100,000 hab. | Proporción del total |
|--------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Países de ingreso bajo y medio | 1,065,988 | 20.2 | 90% |
| Países de ingreso alto | 117,504 | 12.6 | 10% |
| Total | 1,183,492 | 19.0 | 100% |

Fuente: Informe Mundial (Peden et al. 2004)

Por lo tanto, los traumatismos ocasionados por el tráfico no se distribuyen de igual forma entre las distintas regiones del mundo. La región de África por ejemplo, muestra la tasa más alta de mortalidad (28.3 por 100,000), seguida de los países de ingresos medios y bajos del Mediterráneo Oriental (26.4 por 100,000) (ver Figura 1.1 y Cuadro 1.1). En el caso de los países de ingresos medios y bajos de

América, si bien muestran una tasa más baja en comparación a otras regiones (16.2 por 100,000), hay que considerar que el aumento en la tasa de mortalidad sucede a partir de 1992, algunos años después en relación al incremento de otras regiones. De esta manera, del 10% de aumento en las defunciones mundiales observado desde 1990, América Latina, Asia, Medio Oriente y el norte de África, son las regiones que han contribuido en mayor medida al comportamiento global del problema (Commission for Global Road Safety 2006, 7; Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1534).

Figura 1.1
Tasas de mortalidad por lesiones ocasionadas por el tráfico, 2002
(por 100,000 habitantes)



Fuente: Informe Mundial (Peden et al. 2004)

Cuadro 1.2
Tasas de defunciones causadas por el tráfico
(por 100,000 hab.), en las regiones de la OMS, 2002.

| Región de la OMS | Países de ingresos bajos y medios | Países de ingresos altos |
|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Región de África | 28.3 | — |
| Región de América | 16.2 | 14.8 |
| Región de Asia Sudoriental | 18.6 | — |
| Región de Europa | 17.4 | 11.0 |
| Región del Mediterráneo Oriental | 26.4 | 19.0 |
| Región del Pacífico Occidental | 18.5 | 12.0 |

Fuente: Informe Mundial (Peden et al. 2004)

Y si se consideran las repercusiones económicas, el panorama para estos países también es bastante serio. Se estima que los costos de los accidentes de tráfico se encuentran entre \$64,500 y \$100,000 millones de dólares; cifra comparable a los \$106,500 millones de dólares recibidos por estos países en el 2005 como asistencia para el desarrollo (Commission for Global Road Safety 2006, 2).

Por supuesto, en la interpretación de estos números se debe tener siempre en cuenta la presencia del subregistro, sobre todo entre los países de ingresos medios y bajos, donde posiblemente la subnotificación se encuentre entre +25% y +50% respecto a las fatalidades (Peden et al. 2004, 99). Por lo tanto, a pesar de lo dramático de las cifras, se advierte de antemano que el problema de los accidentes de tráfico en el general, pero sobre todo en los países en desarrollo, puede estar subestimado.

1.1.3. Los accidentes de tráfico en México

La realidad de México respecto al problema de los accidentes de tráfico, sólo se entiende desde su situación de país latinoamericano en vías de desarrollo. Inmerso en este proceso, el país ha venido experimentando un incremento en la motorización que a su vez ha repercutido en las probabilidades de participar en

accidentes. En el Cuadro 1.3, se muestra el incremento de la población, los accidentes de tráfico y el número de vehículos registrados en circulación desde 1997 hasta el 2004. En este periodo puede notarse que, mientras la población creció a un ritmo de 1.2% anual, los vehículos en circulación y los accidentes de tráfico crecieron a un ritmo de 7.5% y 8.7%, respectivamente.

Conforme el país se desarrolla, la razón persona/vehículo ha ido disminuyendo, de tal suerte que en el periodo comprendido se pasó de 7.4 a 4.9 personas por cada vehículo registrado. En el contexto que presenta el continente, estas cifras ubican al país en una situación similar a la de países en desarrollo como Argentina o Brasil, en los cuales para el año 2000 se registró una razón de 5.5 y 5.7 personas por vehículo, respectivamente. De esta forma, conforme se mantenga el incremento en la motorización, México se acercará cada vez más a los niveles de motorización de los países desarrollados, entre los que destaca Estados Unidos con una razón de 1.25 personas por cada vehículo (Paulozzi et al. 2007, 609).

Cuadro 1.3
Población, número de vehículos registrados en circulación
y accidentes de tráfico a nivel nacional.

| Año | Población* | Vehículos registrados en circulación | Accidentes de tráfico | Razón persona/veh. | Accidentes de tráfico por 100,000 hab. |
|--|-------------|--------------------------------------|-----------------------|--------------------|--|
| 1997 | 93,503,120 | 12,585,187 | 248,114 | 7.4 | 265.4 |
| 1998 | 94,999,170 | 13,562,820 | 262,687 | 7.0 | 276.5 |
| 1999 | 96,519,157 | 14,385,864 | 285,494 | 6.7 | 295.8 |
| 2000 | 97,483,412 | 15,611,916 | 311,938 | 6.2 | 320.0 |
| 2001 | 98,821,400 | 17,300,530 | 364,869 | 5.7 | 369.2 |
| 2002 | 99,809,614 | 18,784,594 | 399,002 | 5.3 | 399.8 |
| 2003 | 100,807,710 | 19,806,960 | 424,490 | 5.1 | 421.1 |
| 2004 | 101,815,788 | 20,878,438 | 443,607 | 4.9 | 435.7 |
| Tasa media de crecimiento 1997-2004 | 1.2% | 7.5% | 8.7% | | |

Fuente: elaboración propia a partir de datos de INEGI

Por supuesto, el proceso de desarrollo, además de influir en la motorización, trae consigo un impacto en el perfil epidemiológico del país. Al igual que otros países de similares características, México se encuentra en un proceso de transición epidemiológica. Dicho proceso supone un cambio en el patrón de enfermedad de la población reflejado en la sustitución de las enfermedades infecciosas por aquellas no transmisibles y las lesiones. Conforme avanza el proceso, los accidentes se posicionan de manera cada vez más contundente como uno de los problemas de salud pública nacional de mayor importancia (Frenk et al. 1991, 451).

Según datos correspondientes al 2005, los accidentes en general ocupan el 4° lugar entre las principales causas de muerte, sólo detrás de las enfermedades del corazón, la diabetes mellitus y los tumores malignos (ver Cuadro 1.4). Si se desagregan las defunciones por accidentes de tráfico, se observa que por sí solas ocupan el 7° lugar, con una letalidad estimada en una muerte por cada siete lesiones y una tasa de mortalidad de 14.8 defunciones por 100,000 hab. Además, considerando que la edad es un factor importante en la mortalidad, si se toma en cuenta a los hombres y mujeres de 15 a 39 años, los accidentes de tráfico se posicionan como la 1ª y 2ª causa de muerte, respectivamente (INSP 2004; SSA 2006; Puentes 2005, 3).

Cuadro 1.4
Principales causas de muerte a nivel nacional, 2005.

| | Causa | Porcentaje |
|----|---|-------------------|
| 1 | Enfermedades del corazón | 16.4 |
| 2 | Diabetes mellitas | 13.6 |
| 3 | Tumores malignos | 12.7 |
| 4 | Accidentes | 7.2 |
| 5 | Enfermedades del hígado | 6.1 |
| 6 | Enfermedades cerebrovasculares | 5.5 |
| 7 | Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal | 3.3 |
| 8 | Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas | 3.1 |
| 9 | Influenza y neumonía | 2.7 |
| 10 | Insuficiencia renal | 2.1 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática

Sin embargo, atendiendo a este asunto de la transición, es importante hacer algunos señalamientos. Así como la perspectiva mundial de la distribución de los accidentes de tráfico muestra distintos gradientes de acuerdo a la región a considerar, al observar con mayor profundidad hacia el interior del país, es posible también ver diferencias entre los estados. De acuerdo a Frenk et al. (1991, 451), la transición en México, en su condición de país de ingreso medio, presenta un perfil traslapado y polarizado. Es decir, mientras que las enfermedades infecciosas o de rezago persisten con mayor presencia en regiones de alta marginación, la emergencia de las enfermedades no transmisibles y las lesiones cobran cada vez mayor importancia, particularmente en las regiones de mejor condición económica. Este “doble perfil” de la enfermedad en el país vuelve más complejo el escenario.

De la misma forma en que a nivel mundial el aumento de la motorización y la movilización derivadas del desarrollo condujo en un primer momento al incremento de víctimas del tráfico en los países de ingresos altos, así también, las condiciones de desigualdad al interior del país han dado paso al incremento en la incidencia de accidentes de tráfico, sobre todo en aquellos estados más desarrollados. Por lo tanto, en el nivel nacional, los accidentes de tráfico y sus repercusiones se distribuyen a través del territorio también de forma diferencial.

Las Figuras 1.2 y 1.3 pueden ayudar a ilustrar este punto. En el primer mapa, se puede observar la distribución de la marginación en los distintos estados. En el segundo, también por entidad federativa, se presenta la distribución geográfica de la morbilidad de accidentes de tráfico. En términos visuales, pareciera como si un mapa fuera el negativo del otro. Como descripción general, se puede mencionar por una parte el caso de la mayoría de los estados del sur del país, con mayores niveles de marginación y menores tasas de morbilidad. Por otra parte, conforme se avanza hacia el norte, los estados muestran una menor marginación a cambio de una mayor morbilidad.

Figura 1.2
Marginación por entidad federativa, 2000.



Fuente: Consejo Nacional de Población

Figura 1.3
Morbilidad de accidentes de tráfico de vehículos de motor por entidad federativa, 2002.



Fuente: Panorama Epidemiológico 1998-2002. Instituto Nacional de Salud Pública

Estas diferencias en la distribución de la enfermedad observadas en el país, hacen comparable la situación de los estados de la frontera norte con la de sus estados vecinos de Estados Unidos. De acuerdo a datos de la Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos (2003, 39), la tasa de mortalidad por accidente

de tráfico de vehículo de motor en la zona fronteriza estadounidense para el año 2000 fue de 13.3 por cada 100,000 hab. Por su parte, la zona fronteriza mexicana presentó una tasa de 11.4 por 100,000 hab. para el mismo año.

Bajo este contexto de motorización y desarrollo desigual puede entenderse la situación del estado de Sonora. Considerado como una entidad de baja marginación y alta morbilidad de accidentes de vehículos de motor, en Sonora, al igual que en el nivel nacional, los accidentes en general ocupan la 4ª causa de muerte. En base a los datos poblacionales del último conteo de INEGI (2006) y a datos reportados por el Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes (sin fecha), el cálculo de la tasa de mortalidad por accidente de tráfico para la entidad en el año 2005 asciende a 23.9 defunciones por 100,000 habitantes.

En el Cuadro 1.5 se muestra la tasa media de crecimiento anual de la población de Sonora y de los vehículos registrados en circulación en el periodo 1997-2004. También se muestran estos mismos datos a nivel nacional así como para cuatro estados seleccionados según su nivel de marginación. Además, se muestra la razón de personas por vehículo para el último año, lo cual brinda una idea del nivel de motorización.

Un primer dato importante por señalar es el ritmo acelerado de motorización en Sonora evidenciado por la tasa media de crecimiento vehicular (16.3%), la cual resulta más alta a la media nacional (7.5%) e incluso a la de Nuevo León (9.4%), un estado de menor marginación. Esto podría ser el reflejo del ingreso de automóviles de procedencia extranjera en el estado, muchos de los cuales han entrado al país de forma ilegal. De acuerdo a una nota periodística, antes del proceso de legalización de automóviles ilegales ocurrido en el año 2005, existían en el estado alrededor de 43,500 automóviles extranjeros afiliados a tres organizaciones de propietarios de este tipo de vehículos (Medina 2005, 1).

Respecto a la razón persona/vehículo, la media nacional muestra casi cinco personas por cada vehículo registrado. No obstante, mientras que un estado como Chiapas (de muy alta marginación y muy baja morbilidad por accidentes de tráfico) muestra una razón de casi 15 personas por cada vehículo, en estados como Sonora y Nuevo León la razón es de casi tres personas por vehículo. En medio de un país de extrema desigualdad, no en vano se concibe a los accidentes de tráfico y sus repercusiones como una “enfermedad del desarrollo” (Peden et al. 2004, 47).

Cuadro 1.5
Comparación nacional y de estados elegidos de acuerdo a nivel de marginación

| | Marginación | Morbilidad | Tasa media de crecimiento (población) | Tasa media de crecimiento (vehículos) | Razón persona/veh. 2004 |
|-----------------|-------------|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| | | | 1997-2004 | | |
| Nacional | | | 1.2% | 7.5% | 4.9 |
| Nuevo León | Muy baja | Muy alta | 1.7% | 10.5% | 2.8 |
| Sonora | Baja | Alta | 1.4% | 16.3% | 2.9 |
| Sinaloa | Media | Media | 1% | 9.4% | 5 |
| S.L.P | Alta | Baja | 1.4% | 10% | 5.1 |
| Chiapas | Muy alta | Muy baja | 1.8% | 6% | 14.7 |

Fuente: elaboración propia a partir de datos de INEGI, INSP y CONAPO

1.1.4. La escala local: la ciudad de Hermosillo

Una característica de las ciudades es su tendencia a la mecanización en función a las necesidades de producción y transporte. Esta característica va acompañada de riesgos para la salud, entre los cuales, la incidencia de accidentes destaca como uno de los mayores retos de salud pública en las áreas urbanas. Si bien el estado de Sonora es bastante diverso en localidades, es importante considerar que el fenómeno de los accidentes de tráfico está vinculado en mayor medida al ámbito urbano. Desde luego, esto no es privativo de Sonora; en todo el mundo la carga de los accidentes de tráfico es significativamente más alta en las áreas urbanas que en las rurales (Híjar 2000, 189; Lawrence 2005, 484).

El automóvil, ha asumido un papel hegemónico dentro de los entornos urbanos haciendo de la vía pública un espacio deshumanizado que favorece la marginación y la desintegración social, sobre todo en las ciudades de países en desarrollo, donde los grupos vulnerables compuestos por peatones, ciclistas y motociclistas resultan seriamente afectados (Tapia 1998, 843; Khisty y Ayvalik 2003, 56). Inclusive, algunas de las estrategias dirigidas a mejorar la seguridad vial en estas ciudades consisten en darle mayores espacios a los automóviles sin considerar las necesidades de los demás usuarios (Tapia 1998, 841).

El contexto actual de la ciudad de Hermosillo presenta una serie de condiciones favorables para la ocurrencia e incremento de accidentes. Constituye el centro urbano más poblado y extenso del estado. Se trata de una ciudad de tamaño medio con una población cercana a los 700,000 habitantes, lo que representa el 91% de la población total del municipio y su tasa media de crecimiento entre el año 2000 y el 2005 fue de 2.9% anual (INEGI 2006). Se conforma principalmente de una población joven en la que alrededor del 28% de las personas es menor de 15 años. Por su parte, el grupo de 15 a 24 años representa el 18% de la población actual, sin embargo, los cambios en la estructura demográfica debidos al envejecimiento, plantean un escenario próximo de incremento en dicho grupo (INEGI 2007).

Esto representa también un panorama de incremento en el número de posibles conductores si se considera que, de acuerdo a la Ley de Tránsito del Estado de Sonora, las personas mayores de 18 años están facultadas legalmente para obtener una licencia de conducción de automóviles. En el caso de personas mayores de 16 años y menores de 18, éstos pueden obtener permiso para conducir automóviles particulares con una vigencia de 6 meses. Por su parte, los conductores de motocicleta requieren ser mayores de 16 años para obtener su licencia (H. Congreso del Estado de Sonora 2007). Para el año 2005, se tenían registrados alrededor de 126,839 ciudadanos de Hermosillo con licencia vigente

para conducir, cifra que representa aproximadamente el 32% de la población mayor de 18 años² (C. Medina, comunicación personal, 17 de septiembre de 2007).

En lo que respecta a la actividad económica desarrollada por la población, a finales del 2004 el mayor porcentaje se concentró dentro del sector terciario (75.4%), destacando sobre todo las actividades de comercio y servicios donde laboraba el 65% de la población. Seguido de éste se ubica el sector secundario con el 22.9%, y muy por debajo el sector primario con tan sólo el 1.6% (INEGI 2005). Respecto al sector secundario, cabe mencionar el establecimiento y expansión del la planta Ford Motor Company la cual ha contribuido al crecimiento de esta actividad generando cerca de 3,800 empleos directos durante el año 2005, además de aquellos generados por la red de proveedores (INEGI 2004; Sandoval y Wong-González 2005, 6).

Los hombres continúan siendo la población que participa en mayor proporción en la actividad económica de la ciudad con una tasa de participación de alrededor del 70%; sin embargo, en los últimos años la participación femenina ha aumentado al pasar de 26% a 45% en el periodo de 1990 al 2004 (INEGI 2005). Por lo tanto, las necesidades de transporte derivadas de la actividad laboral plantean un constante riesgo por exposición para la salud de los hombres, pero también un escenario de riesgo creciente para las mujeres quienes ante la necesidad de incorporarse a la fuerza laboral, cada vez requieren más de desplazarse por la ciudad (Keijzer 2003, 2; Riquer, Saucedo y Bedolla 1996, 264). En cuanto a la participación específica por edad, la población de 25 a 44 años es la que presenta las mayores tasas (INEGI 2005).

En los últimos años, el crecimiento de la estructura urbana ha sido inducido por la creación de colonias y fraccionamientos en la periferia de la ciudad,

² El número de licencias vigentes no necesariamente significa el número total de conductores en la ciudad; sólo indica el número de persona que pudieran estar conduciendo vehículos de motor legalmente.

generando además una gran cantidad de terrenos baldíos. De esta manera, para el año 2000 la mancha urbana ocupaba 13,991 hectáreas. Debido a esta forma de crecimiento, la densidad bruta de la ciudad mostró un descenso al pasar de 68 a 39 personas por hectárea de 1980 al 2000 (IMPLAN 2007).

Dentro de este espacio se encuentra inserta la red vial de la ciudad. Ésta posee una extensión de 2,167 km., de los cuales, el 72% se encuentran pavimentados. Este porcentaje, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de la ciudad, ubica a la localidad dentro de un nivel de cobertura alto según los criterios establecidos por SEDESOL³. La superficie de los ejes primarios y vías secundarias cuentan con pavimentación casi en su totalidad, no así las calles locales, la cuales no cuentan con pavimento en el 33.2% de su longitud (IMPLAN 2007).

Otro aspecto importante es la infraestructura vial para el tránsito de grupos vulnerables como peatones, ciclistas y motociclistas. La ciudad se caracteriza por contar con banquetas estrechas con un ancho no mayor a dos metros y con superficies irregulares que dificultan el tránsito de personas discapacitadas. Con respecto a las ciclovías, éstas se han implementado sólo en algunos corredores principales, por lo tanto, en términos generales, las condiciones que ofrece la red vial de la ciudad privilegian el uso del automóvil particular, el cual es utilizado por el 44% de la población. Respecto a otras formas de transporte, el 29% de los usuarios de la vía pública utiliza el autobús, el 24.5% se transporta a pie y el 2.5% restante lo hace por otros medios como bicicleta, transporte de carga o taxi (IMPLAN 2004).

Aunado a las condiciones viales, el predominio del uso del automóvil se ve estimulado por el acelerado crecimiento del parque vehicular. En tan sólo una década (1995-2005), la razón persona/vehículo del municipio de Hermosillo pasó de 9.4 a 2.9 personas por vehículo (INEGI 2005). Además, la cercanía de la frontera

³ Secretaría de Desarrollo Social

con Estados Unidos ha facilitado la adquisición de vehículos de procedencia extranjera por parte de la población (IMPLAN 2007).

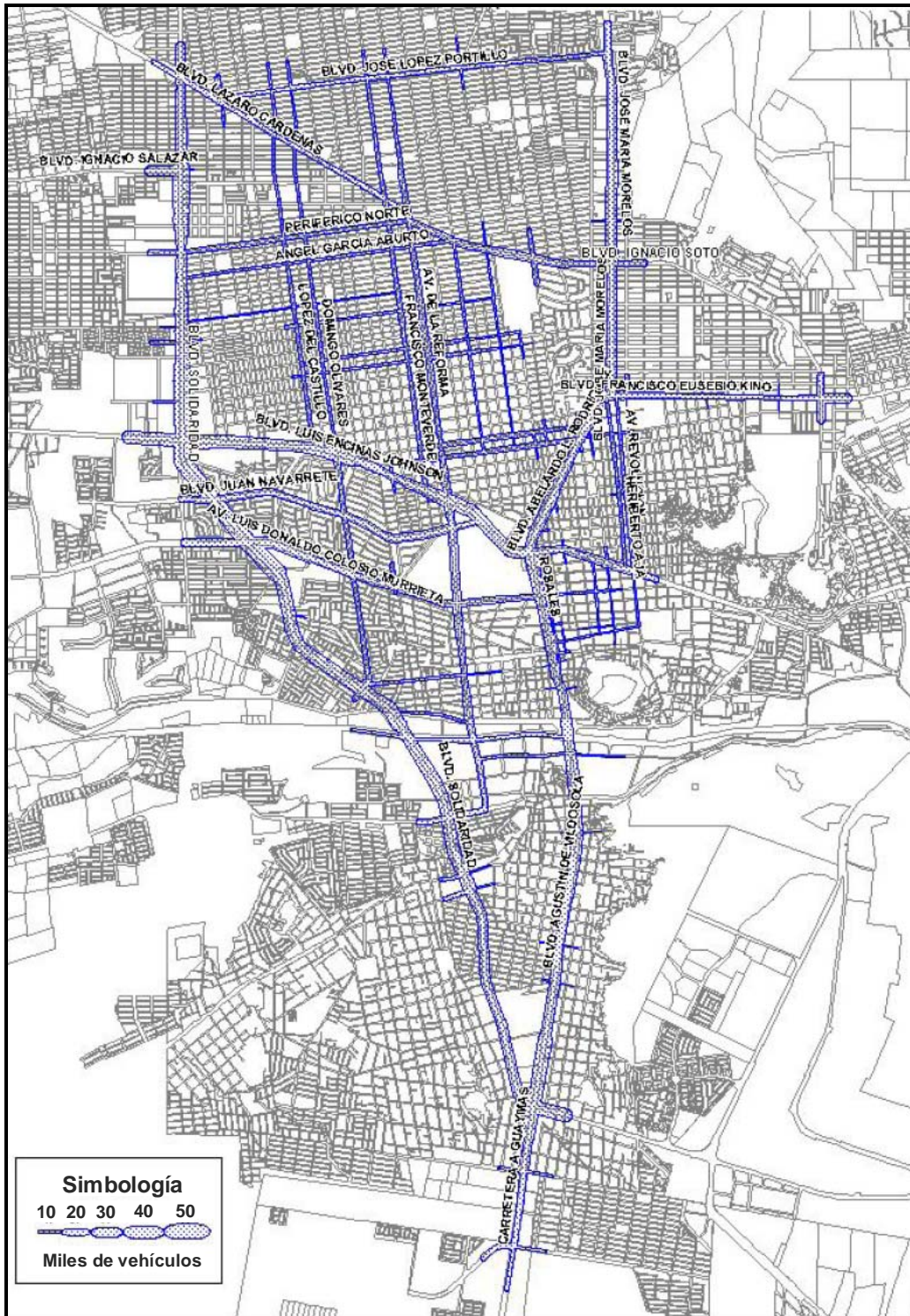
Este acelerado incremento del parque vehicular ha provocado la insuficiencia en varios puntos de la estructura vial primaria debido a los altos volúmenes de tráfico registrados durante determinados periodos de tiempo. De acuerdo al último estudio de aforos realizado en el año 2002 (IMPLAN 2007), las horas pico en las que se presenta la más alta demanda de viajes son de las 6:00 a las 10:00 hrs. (principalmente hacia zonas escolares y de trabajo) y de las 12:00 a las 14:00 hrs. (en mayor medida por motivos de estudio y trabajo). A partir de las 15:00 hrs. los viajes disminuyen de forma lenta hasta su descenso abrupto a las 21:00 hrs.

El distrito norte es el que más viajes genera, sobre todo durante la mañana, cuando los traslados se dirigen hacia zonas escolares y de trabajo. Por su parte, el distrito centro es el que más viajes atrae debido a motivos relacionados con las compras. De esta forma, las vialidades más transitadas en los traslados de norte a sur y viceversa son el Blvd. Solidaridad, el Blvd. Morelos, Fco. Monteverde, López del Castillo, Av. Reforma y Dr. Olivares.

Las intersecciones que muestran un mayor incremento en los volúmenes de tráfico se ubican en el Blvd. Solidaridad en el tramo que comprende desde el Blvd. Lázaro Cárdenas hasta el Blvd. Colosio, generándose volúmenes entre 39 y 83 mil veh/día, lo cual muestra el crecimiento poblacional en el nor-poniente de la ciudad (ver Figura 1.4).

De acuerdo a este estudio de aforos, además del tramo del Blvd. Solidaridad, el aumento en los volúmenes de tráfico ha generado otros puntos conflictivos, sobre todo en la intersección de la Av. Rosales, Pino Suárez y Tehuantepec; la intersección del Blvd. Luís Encinas Johnson, Av. Rosales y su prolongación por Blvd. Rodríguez, así como la formada en Av. Reforma entre Blvd. Serna y Blvd. Luís Encinas.

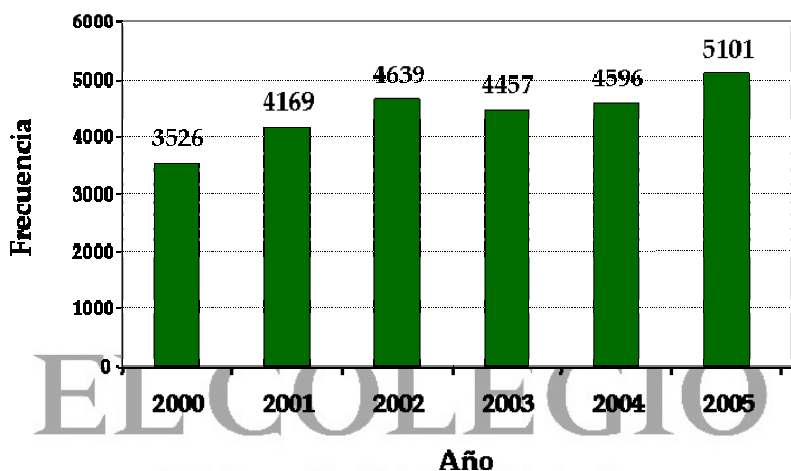
Figura 1.4
Volúmenes de tránsito (tránsito diario promedio durante semana de trabajo).



Fuente: Programa de Desarrollo Urbano del centro de población de Hermosillo. Actualización 2006.

Respecto a seguridad vial, si bien se dispone de ciertos datos que muestran la problemática existente, también persisten una serie de carencias de información. De acuerdo al registro de la Policía Preventiva y Tránsito Municipal (PPTM), en tan sólo 5 años (2000-2005) Hermosillo pasó de 3,526 a 5,101 accidentes de tráfico ocurridos dentro del área urbana, lo cual indica un incremento del 7.7% anual (ver Gráfica 1.1).

Gráfica 1.1
Frecuencia de accidentes por año en el área urbana de Hermosillo, Sonora.



Fuente: Policía Preventiva y Tránsito Municipal de Hermosillo

Respecto a la mortalidad, es difícil estimar los fallecimientos urbanos por medio del certificado de defunción ya que con frecuencia se suele omitir el dato de lugar de defunción en la vía pública. Esto causa cierta confusión al intentar determinar cuántos de los casos ocurrieron en el área urbana y cuántos en carretera. Los datos que dan una idea más precisa son los reportados por la Policía, con la limitante del subregistro de aquellas defunciones ocurridas en hospitales atribuibles a accidentes. De acuerdo a estos datos, entre 2000 y 2005 se presentó un promedio de 40 muertes por año, distribuyéndose de forma variable. La frecuencia más alta se obtuvo durante el 2003, con un registro de 66 defunciones.

En cuanto a la morbilidad, el asunto es aún más complicado. Los registros de hospitales se encuentran desvinculados unos de otros. La información de fuentes como el Sistema de Información en Salud (SIS) que suele usar el Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes, no hace distinción entre las lesiones accidentales derivadas del tráfico y sólo hace referencia a datos de la Secretaría de Salud, por lo que se dificulta la tarea de valorar el peso de las lesiones. Respecto a datos de Cruz Roja, es apenas hasta 2006 en que se comenzó a utilizar una hoja de registro y su captura en un sistema que se espera genere datos importantes con el tiempo.

Al iniciar el presente capítulo se planteó el interés de brindar un panorama epidemiológico en materia de accidentes de tráfico. De lo general a lo particular, se pretendió aportar información acerca de la distribución de los accidentes de tráfico y sus repercusiones en distintas escalas geográficas hasta llegar a este punto, la escala local urbana. De acuerdo a la nueva perspectiva en prevención y control de accidentes, “la aplicación de soluciones locales debe basarse en conocimientos locales” (Peden et al. 2004, 9). Si bien el análisis a nivel macro permite hacer comparaciones regionales, el análisis local y espacial referente a los accidentes de tráfico brinda la posibilidad de un mayor entendimiento del problema a nivel individual y comunitario (Híjar, Vazquez-Vela y Arreola-Risa 2003, 37).

La descripción macro llevada a cabo proporciona una idea sobre la importancia de este problema de salud pública a nivel global y regional; sin embargo, en el nivel micro no se cuenta con un panorama sobre la distribución espacial de accidentes de tráfico en la ciudad; por lo tanto, la pregunta y los objetivos de la presente investigación son los siguientes:

¿Cómo es la distribución espacial de los accidentes de tráfico en la ciudad de Hermosillo, Sonora en el año 2005?

Objetivos:

1. Describir la distribución espacial de los accidentes de tráfico en la ciudad de Hermosillo, Sonora en el año 2005 mediante el uso de técnicas de análisis espacial exploratorio.
2. Generar posibles explicaciones que contribuyan al estudio de los accidentes de tráfico en la ciudad de Hermosillo como un evento social de repercusiones para la salud.
3. Demostrar la utilidad del análisis descriptivo y espacial para el mejor entendimiento de los accidentes de tráfico en Hermosillo.

1.2. El estudio espacial de los accidentes de tráfico

Hasta el momento, queda de manifiesto que existen muchas limitaciones respecto al conocimiento local del fenómeno de los accidentes de tráfico en el área urbana de Hermosillo. Sin embargo, aún falta por discutir las aportaciones del abordaje geográfico que justifican su empleo para entender de mejor modo el problema.

Como inicio, es importante atender ciertas definiciones generales útiles para ubicar esta perspectiva espacial dentro del espectro de estudios epidemiológicos. Según Aschengrau y Seage (2003, 95), la **epidemiología** es definida como el *estudio de la distribución y los determinantes de la frecuencia de la enfermedad en poblaciones humanas así como su aplicación para el control de los problemas de salud*. A su vez, la epidemiología como disciplina se ve dividida de acuerdo a los elementos que componen la definición.

Lo que respecta a la distribución de la enfermedad es materia de la **epidemiología descriptiva**, la cual se encarga del *estudio de los patrones de enfermedad de acuerdo a los elementos epidemiológicos esenciales de persona, tiempo y lugar*. El estudio del elemento *persona* hace referencia a las variaciones en la ocurrencia de la enfermedad de acuerdo a características demográficas como sexo,

edad, ocupación, nivel socioeconómico, estado civil, etc. Por su parte, cuando se considera para el estudio el elemento *tiempo*, el análisis se concentra en los cambios de la enfermedad y las tasas de mortalidad en una o más escalas temporales. Por último, el estudio descriptivo epidemiológico en función al *lugar*, analiza la distribución espacial de la enfermedad (Aschengrau y Seage 2003, 95).

En base a todos estos elementos expuestos, la **epidemiología geográfica** se puede definir como un área de la epidemiología descriptiva que, desde la perspectiva del lugar, se encarga de la *descripción de los patrones espaciales de la incidencia de la enfermedad y la mortalidad* (English 1992, 3). Sin embargo, cabe aclarar que el hecho de describir la distribución espacial no implica necesariamente ignorar aspectos relacionados con la persona y el tiempo. De hecho, no es conveniente prescindir de información concerniente a ellos dado que no siempre la asociación entre una enfermedad y el patrón espacial que presenta encuentra su explicación en la localización geográfica en sí (Fuentes 1989, 35).

En ocasiones, la distribución espacial se asocia con las particularidades de las personas que viven (o transitan) en dicho lugar. O también, pudiera tenerse el deseo de conocer la distribución espacial de la enfermedad en personas que presentan ciertas características; por ejemplo, podría explorarse la distribución espacial de los accidentes de acuerdo al tipo de usuario de la vía pública. Así mismo, en otras ocasiones el patrón espacial pudiera presentar variaciones en función al tiempo (Carpenter 2001, 313). Por lo tanto, la descripción epidemiológica basada en el lugar no puede olvidar la constante relación entre el espacio, las personas y el tiempo, elementos privilegiados no sólo para entender los procesos de salud-enfermedad, sino también la dinámica urbana (Lamy 2006, 212).

En cuanto a los criterios de delimitación geográfica, el estudio de patrones espaciales puede realizarse desde distintas escalas que van de lo *global* y lo *regional* hasta lo *local*. Para definir los lugares puede considerarse términos naturales como

montañas o ríos, o definirlos en términos geopolíticos en unidades como *países, estados, municipios* o *ciudades*. Por último, las características del lugar pueden estar relacionadas tanto con el ambiente *físico, biológico* o *social* (Aschengrau y Seage 2003, 98).

En base a todas estas consideraciones, el presente estudio se realiza desde la escala local en el espacio urbano de la ciudad de Hermosillo. En cuanto a las características del lugar, considerando el contexto que plantea el espacio urbano de la vía pública, se toman en cuenta los aspectos físicos y se tiene un especial interés por el contexto social. Esto define el perfil del estudio, no obstante, una pregunta pertinente podría ser: ¿qué razones justifican la perspectiva geográfica para el estudio en específico de un tema como el de los accidentes de tráfico? Las respuestas que se proponen son dos. La primera se relaciona con la forma de abordar el objeto de estudio a partir de la concepción que se tiene de él. La segunda tiene que ver con un interés por contribuir al entendimiento del fenómeno como evento social.

1.2.1. El modelo sistémico

Según el Informe Mundial de la OMS, la perspectiva tradicional del estudio de los accidentes de tráfico ha puesto su mayor interés en atribuir la responsabilidad de las colisiones a los usuarios de la vía pública. Bajo el argumento de que el error humano interviene aproximadamente en el 90% de los percances, se ha apostado a la persuasión de los usuarios para adoptar comportamientos seguros mediante recursos publicitarios y de información. Sin embargo, en este afán de intervenir sobre lo que considera la causa, se ha descuidado la influencia que tienen otros factores contextuales, directos e indirectos, en la ocurrencia de accidentes y sus repercusiones. Si bien el error humano es inevitable en la vía pública, no siempre

éste es la causa básica de los accidentes (Peden et al. 2004, 12; McIlvenny et al. 2004, 283).

En 1968, adaptando principios de la física, medicina y la epidemiología, William Haddon Jr. propuso un modelo sistémico para la intervención y prevención de lesiones ocasionadas por el tráfico. Este modelo conceptual sistémico ha sido utilizado con éxito como herramienta para el entendimiento de los factores involucrados en la ocurrencia de lesiones ocasionadas por el tráfico con fines de desarrollo de intervenciones para la prevención (Plasencia y Borrell 2001, 853).

En su concepción sistémica, propuso como factores asociados a la ocurrencia de colisiones la relación entre la triada epidemiológica compuesta por el ser humano, el vehículo y el ambiente, considerando su interacción con tres fases secuenciales distintas (antes, durante y después de la colisión). Como resultado, obtuvo una matriz de nueve celdas que se puede observar en el Cuadro 1.6 (Commission for Global Road Safety 2006, 13; Simons-Morton y Koplín 2006, 37).

Cuadro 1.6
Matriz de Haddon

| Fase | Factores | | |
|-------------------------------|---|--|---|
| | Humano | Vehículos y equipamiento | Ambiental |
| Antes de la colisión | Información Actitudes Disminución de las facultades Aplicación de la ley | Condiciones mecánicas Luces Frenos Maniobrabilidad Gestión de la velocidad | Diseño y trazado del camino Límites de la velocidad Elementos de seguridad peatonal |
| Colisión | Uso de dispositivos de protección Disminución de las facultades | Cinturones de seguridad Otros dispositivos de seguridad Diseño vehicular anticollisiones | Elementos protectores a los costados del camino |
| Después de la colisión | Preservación de la vida | Nociones de primeros auxilios Acceso a atención médica | Equipamiento de socorro Congestión |

Fuente: Informe Mundial (Peden et al. 2004, 15)

A diferencia de la perspectiva tradicional basada en el individuo, Haddon tomó en cuenta dos elementos más dentro del sistema: los factores relacionados con el vehículo y aquellos relacionados con el ambiente. Este nuevo modelo

sistémico para la prevención e intervención amplía el panorama de estudio de la epidemiología, pasando de una perspectiva puramente individual a otra que considera el contexto como uno de los tres elementos fundamentales del problema.

Sólo un aspecto se podría señalar a la matriz original de Haddon. Los accidentes de tráfico les ocurren a usuarios de la vía pública que no sólo transitan dentro de un espacio físico. La vía pública también es un espacio utilizado socialmente por los individuos, es decir, es un espacio social. Si bien Haddon al incluir los factores relacionados con el ambiente parece referirse sólo al contexto físico de la infraestructura vial, bien pueden considerarse dentro de la matriz aquellos factores ambientales del contexto social que también son de interés para la epidemiología descriptiva (Plasencia y Borrell 2001, 853).

Por lo tanto, la primera razón que justifica la perspectiva geográfica es la necesidad de una aproximación que considere un elemento habitualmente descuidado por la perspectiva tradicional, fundamental en el entendimiento local del problema. Se pretende entonces ubicar al fenómeno de los accidentes de tráfico de la ciudad de Hermosillo como un evento que sucede a individuos que transitan en una vía pública que no sólo se constituye como un espacio físico, sino también como un espacio social.

1.2.2. En busca de posibles explicaciones

Dadas las condiciones que plantea conocer la distribución espacial de los accidentes de tráfico, la aproximación necesaria hacia el objeto de estudio se define como epidemiología geográfica; sin embargo, cuando el interés por conocer la distribución va dirigido a la búsqueda posibles explicaciones relacionadas con el contexto social del lugar, entonces el enfoque puede considerarse como propio de la epidemiología social.

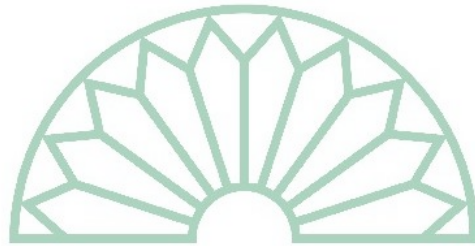
George Kaplan (2004, 128), en una postura autocrítica hacia la epidemiología tradicional, plantea que en la afanosa búsqueda de establecer relaciones causales, la epidemiología ha cedido la preferencia a la técnica en detrimento del desarrollo de una teoría que ayude a entender los procesos de enfermedad. En cuanto a la epidemiología social, plantea que quizás el asunto primordial respecto al desarrollo de una teoría epidemiológica *per se* se encuentra en la necesidad de explicar los efectos del lugar sobre la salud de la población.

Según Kaplan, por lo general los estudios epidemiológicos que exploran los efectos del lugar intentan explicar cómo ciertos determinantes influyen en la distribución espacial de la enfermedad; sin embargo, a falta de una teoría, dichos análisis no pueden explicar el por qué de los determinantes. Dicho de otra forma, los estudios epidemiológicos tradicionales no alcanzan a dar una explicación razonada que dilucide las “causas de las causas”.

Mediante la perspectiva geográfica se pretende conocer cómo se distribuyen espacialmente los accidentes de tráfico en el espacio urbano; sin embargo, la epidemiología descriptiva también pretende sugerir explicaciones acerca del “por qué” de esa distribución espacial. La pregunta es, ¿dónde buscar las posibles explicaciones que a su vez contribuyan a la reflexión sobre los efectos del lugar? Considerando lo que afirma Kaplan (2004, 130) respecto a que muchas de las construcciones de la epidemiología social provienen de las ciencias sociales, y tomando en cuenta además la concepción de la vía pública como espacio social, se cree que las explicaciones puedan surgir desde los aportes teóricos de la ciencia social.

Por lo tanto, la segunda razón que justifica la utilización de la perspectiva geográfica en el presente estudio, consiste en que se considera una forma adecuada de aproximarse a conocer la distribución de los accidentes de tráfico que a su vez abre posibilidades para las explicaciones de tipo social. Con este abordaje se espera

entonces encontrar hallazgos que conduzcan a la discusión acerca de un evento con repercusiones a la salud que ocurre en el contexto social de la vía pública de la ciudad de Hermosillo.



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Capítulo 2

Una metodología para el análisis local de accidentes de tráfico en Hermosillo

Para conocer la distribución de los accidentes de tráfico es necesario contar con ciertas condiciones previas. Primeramente, es necesario seleccionar una fuente que proporcione la información indispensable para describir el evento de la forma más completa posible. En segundo lugar, es necesario elegir entre una serie de técnicas metodológicas para analizar la distribución general así como el patrón espacial de los accidentes de tráfico.

No obstante, la elección y el manejo tanto de la fuente de información como de las técnicas de análisis, están condicionados por factores como la calidad de la información y la estructura misma de las fuentes, las cuales con frecuencia no están diseñadas para realizar procesos de análisis espacial. Por lo tanto, en el presente estudio fue necesario llevar a cabo un proceso de depuración y adecuación de la fuente de información a utilizar, así como adaptaciones que permitieran el manejo y análisis de datos espaciales. En cierta forma, lo que se llevó a cabo fue el desarrollo de una estrategia metodológica para el análisis local de accidentes de tráfico en Hermosillo que considera, por una parte, los objetivos del estudio y por la otra, las condiciones actuales de la información.

En los siguientes tres apartados del presente capítulo se relata esta propuesta metodológica. Con esto se pretende hacer un aporte a nivel local en lo referente a la captura y manejo de información en materia de accidentes de tráfico. Desde el trabajo con la base de datos, pasando por el proceso de georreferenciación, hasta la descripción de la técnica de análisis espacial, se realiza no sólo la descripción del proceso, sino además, lo que se considera son algunos

aportes para el mejoramiento de la calidad de la información, así como del empleo de técnicas y herramientas geoespaciales.

2.1. La fuente de información

El primer paso consistió en elegir una fuente de información con los datos indispensables para llevar a cabo una descripción lo más amplia posible. Por lo general, la mayoría de los datos relacionados con accidentes de tráfico y las repercusiones a la salud provienen de fuentes de información de la policía e instituciones de salud (Peden et al. 2004, 62).

En la ciudad de Hermosillo, la captura de información relacionada con accidentes de tráfico se realiza por ambos tipos de instituciones, generalmente con ciertas limitaciones. Algunas de estas instituciones atienden solicitudes de organismos como el Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes (COEPPRA), quien utiliza dicha información como apoyo en el diseño y retroalimentación de sus programas preventivos.

No existe un mandato legal o norma técnica en sí por la cual se lleve a cabo el registro y procesamiento de información. Lo más cercano a ello se encuentra en la Ley de Salud del Estado de Sonora en donde, de acuerdo a los Artículos 83 y 84, se ordena tanto a la Secretaría de Salud como a los establecimientos que prestan este tipo de servicios, llevar a cabo la captura, producción y procesamiento de información en materia de salud. La ausencia de un mandato legal respecto a la compilación de información específica sobre accidentes de tráfico contrasta con lo determinado en ésta misma ley, la cual establece en su Artículo 115 que las acciones dirigidas hacia la prevención y control de accidentes comprenden, entre otras cosas, el conocimiento de las causas más usuales que generan accidentes, así como el desarrollo de investigación para la prevención de los mismos (H. Congreso del Estado de Sonora 2007).

Un organismo involucrado en el registro de información de accidentes es el *Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo* de la ciudad, mejor conocido como C4. Entre las funciones del C4 se encuentra la atención de emergencias ciudadanas por medio del servicio telefónico de Emergencias 066, brindar servicios de radiocomunicación entre corporaciones de seguridad pública e instituciones de auxilio y protección civil, y el manejo de sistemas de información.

Entre los muchos casos atendidos por C4 se encuentran los de accidentes de tráfico. Incluso en este centro se lleva a cabo la ubicación geográfica de los accidentes reportados, lo cual permite la producción de lo que denominan mapas inteligentes; sin embargo, el principal inconveniente es que no se registra más información del caso. Esta tarea la asumen las distintas instituciones, recolectando aquellos datos de mayor interés de acuerdo a sus funciones.

Dentro de las instituciones de tipo médico, se puede distinguir entre los registros de Cruz Roja y los de Hospitales. Respecto a Cruz Roja, si bien desde hace tiempo se lleva a cabo el registro de información, como se mencionó en el capítulo anterior, no es sino hasta el año 2006 en que se adoptó la nueva hoja de registro, así como la compilación de la información dentro de una base de datos. Dicha hoja de registro, en un futuro será una fuente de consulta importante ya que permitirá conocer información como el lugar de ocurrencia, tiempos de traslado, tipo de lesión, etc. Sin embargo, y a pesar de la relevancia de esta información, no se dispuso de suficientes datos para llevar a cabo un proceso de análisis, motivo por el cual se descartó su uso.

En cuanto a la información registrada por hospitales y salas de urgencia, esta se encuentra desvinculada entre las diversas instituciones. En casos como el Hospital General de la Secretaría de Salud, se cuenta con un sistema de información de lesiones, pero en éste no se distingue entre las lesiones provocadas

por accidentes de tráfico y aquellas relacionadas con otras causas, por lo tanto, es difícil llevar a cabo una vigilancia epidemiológica exclusiva de este tipo lesiones.

Otra fuente de información que ha sido utilizada en algunos de los estudios realizados en México es el certificado de defunción (Híjar-Medina 2000; Híjar, Chu y Kraus 2000; Híjar et al. 2001; Híjar, Trostle y Bronfman 2003; Híjar, Vazquez-Vela Arreola-Risa 2003). Esta fuente suele ser usada con fines académicos ya que ofrece un formato homogéneo a nivel nacional en el que se utiliza la CIE-10⁴ como criterio clasificatorio. Posee además un apartado para capturar el lugar de ocurrencia de la de la defunción. Tomando en cuenta estas características se consideró en un principio llevar a cabo un estudio de análisis espacial de la mortalidad por accidente de tráfico; sin embargo, motivos relacionados con la calidad de los datos y el potencial de la información para el análisis pretendido llevaron a reconsiderar el planteamiento.

Una de las principales dificultades respecto al certificado de defunción es la falta de captura del dato referente al lugar de defunción en la vía pública. Este no es un problema del formato de registro; más bien, se trata de un problema de omisión por parte de los encargados del llenado. De las 79 defunciones por accidente de tráfico posiblemente ocurridas en el espacio urbano de Hermosillo durante el año 2005, tan sólo 7 pudieron confirmarse como ocurridas en la vía pública de la ciudad. Del resto, quedaba duda si se trataba de casos de accidentes ocurridos en Hermosillo, en carretera o en algún otro lugar. Aun cuando se intentó complementar la información de los certificados mediante los registros del Departamento de Medicina Legal, la falta de correspondencia entre los datos y la imposibilidad de identificación de los casos impidió el rescate de información.

Otra limitante de índole estadístico consistió en que, dada la poca cantidad de casos, el estudio de la mortalidad no permitiría la visualización de un patrón

⁴ Clasificación Internacional de Enfermedades

espacial. Además, pensando en las etapas planteadas por Haddon para la prevención de lesiones (ver Cuadro 1.6), el estudio de la mortalidad permitía conocer información únicamente respecto a aquellos casos de accidentes fatales, dejando de lado información sobre aquellos casos de accidentes que acarrearán como resultado lesiones no fatales. Por lo tanto, fue necesario buscar otra fuente de información que proporcionara datos más precisos del fenómeno y que incluyera la mayor cantidad de casos, incluso aquellos accidentes que no implicaran la presencia de lesionados.

En base a estos criterios, se decidió recurrir a fuentes de datos policiales. En el caso de este tipo de fuente de información, la Ley de Tránsito del Estado de Sonora en su artículo 5° indica que es competencia de los ayuntamientos de los respectivos municipios la elaboración y actualización de estadísticas necesarias para el mejor funcionamiento del tránsito (Congreso del Estado de Sonora, 2007), no obstante, no se hace mención específica sobre la recopilación de información de accidentes. Ésta se lleva a cabo con fines administrativos y como apoyo en la toma de decisiones relativas al tránsito. En la revisión bibliográfica llevada a cabo no se encontró ningún estudio epidemiológico realizado en México en el cual se utilizara una fuente de datos policial para el estudio espacial de accidentes de tráfico. Su utilización representa un precedente en Sonora, por lo que fue necesario evaluar primero su pertinencia.

Para ello se solicitó el acceso a la base de datos de la Policía Preventiva y Tránsito Municipal (PPTM). Después de los trámites necesarios, se obtuvieron los archivos de la base de datos de accidentes de tráfico correspondientes al año 2005. Lo primero que se requirió antes de decidir por el empleo de la base de datos fue comprobar que ésta contara con información relacionada al lugar de ocurrencia del accidente en la vía pública. En efecto, la base de datos contaba con la variable "Ubicación del accidente". Después de hacerse una exploración rápida, se verificó

que la variable contara con los datos suficientes para una ubicación precisa de los casos.

A diferencia de la fuente del certificado de defunción, los casos no representan individuos sino el evento del accidente, y las variables correspondientes a cada caso permiten conocer aspectos relacionados con el tipo de accidente y el tipo de vehículo involucrado, así como algunos datos respecto a los tres elementos epidemiológicos de interés para la descripción: la *persona* (con información relacionada a las repercusiones a la salud), el *tiempo* y el *lugar* de ocurrencia del accidente.

Al considerar como unidad de análisis el accidente en lugar del individuo, el grado de complejidad del estudio aumenta y con ello las posibilidades de análisis. Por ejemplo, un mismo caso puede componerse de varias personas involucradas desempeñando distintos roles en la vía pública y con distintas repercusiones para la salud. Además de enriquecer el estudio, trabajar con esta unidad de análisis ayuda a no sobreestimar la distribución. Esto debido a que el análisis de una persona accidentada no siempre representa al accidente como evento completo. Dos personas registradas en la base de datos del certificado de defunción pudieran considerarse como casos separados, más sin embargo, pudieran ser la consecuencia de un mismo accidente ocurrido en un determinado lugar, en determinado tiempo y, por ende, resultados del mismo evento.

Las posibilidades que brindaba la base de datos referida para la descripción según los propósitos del estudio fueron los criterios para decidir su utilización. Sin embargo, previo a su uso fue necesario un proceso de depuración para hacer posible su manejo.

2.1.1. Limpieza de la base de datos

La base de datos original está conformada por doce archivos de Excel correspondientes a los meses de enero a diciembre de 2005. Por lo tanto, fue necesario unir cada uno de estos archivos para formar una base de datos general capaz de importarse al software SPSS versión 12. Una vez importada a este programa, se le asignó a cada caso un número de folio de identificación cuya secuencia obedece al orden de ocurrencia temporal.

Hecho esto, se procedió a analizar la estructura de la fuente de información así como la calidad de los datos para llevar a cabo las correcciones pertinentes. El primer paso consistió en elaborar un libro de códigos dado que no se contaba con uno dentro del departamento de estadísticas de PPTM. Para ello se programó una entrevista con el encargado de captura y mantenimiento de la base de datos. Una a una, se fueron definiendo las variables así como los valores utilizados en la captura de datos. Este proceso ayudó a disipar ciertas dudas en torno a los criterios comunes utilizados por los oficiales de tránsito al momento de registrar un accidente y sus características. Llevar a cabo esta entrevista resultó fundamental para lograr un conocimiento preciso de cada una de las variables y así poder evaluar su calidad y aplicación en función de los objetivos del estudio. No obstante, el libro de códigos elaborado no sería el definitivo; sólo después del proceso de limpieza podría elaborarse el libro de aplicación final.

Después de esto, el siguiente paso fue rescatar la mayor cantidad de casos con posibilidad de perderse debido a inconsistencias en el formato de captura. En algunos casos, en la base de datos original se utilizaban expresiones en formato de texto en lugar de valores numéricos. En otras ocasiones, con el propósito de añadir especificaciones al caso, se agregaba al valor de la variable alguna observación en formato de texto (ver Figura 2.1). Este tipo de irregularidades impedían que el

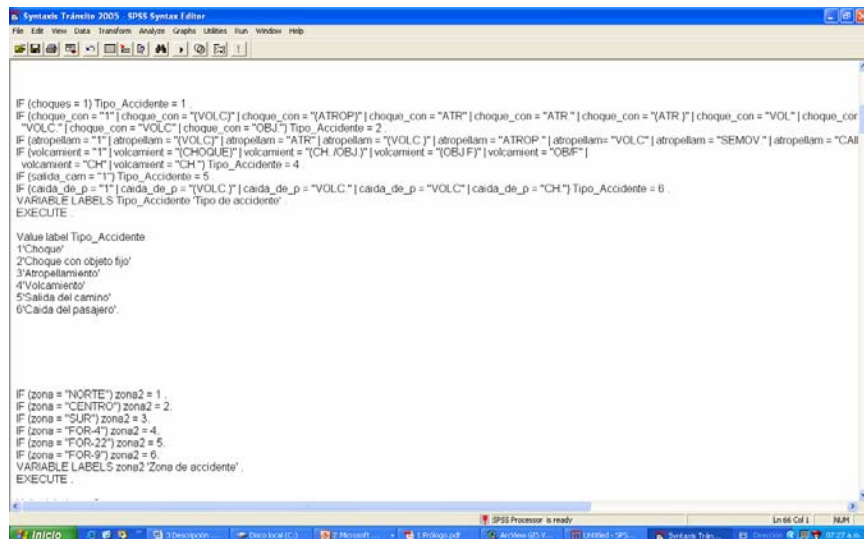
programa reconociera estos valores como casos y por consiguiente se consideraban como valores perdidos. Para corregir esto, después de un proceso de exploración en el que se anotaron todas estas inconsistencias, se crearon instrucciones mediante el editor de sintaxis de SPSS con las cuales se identificaron todos estos casos para ser sustituidos por los valores adecuados para el software (ver Figura 2.2).

En algunos casos, fue necesario crear nuevas variables en sustitución de aquellas cuyo formato no podía ser reconocido por el software para el cálculo de frecuencias. En otros casos, se crearon nuevas variables a partir de cálculos con dos o más de las variables ya existentes con el propósito de generar nueva información. La intención era hacer de la base de datos una fuente versátil y de fácil manejo con las mayores posibilidades para la exploración.

Figura 2.1
Inconsistencias en la información

The image shows a screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet. The spreadsheet has columns labeled U through AK and rows numbered 14 through 34. The data consists of binary values (0s and 1s) scattered across the grid. A specific cell, located at the intersection of column AF and row 24, contains the text '(OBJ F)' and is circled with a red circle. The spreadsheet title bar indicates the file name is 'ACCIDENTES TRANSITO 2005.xls'.

Figura 2.2
Rescate de casos mediante editor de sintaxis de SPSS.



```

SPSS Syntax Editor
File Edit View Data Transform Analyze Graph Utilities Run Window Help

IF (choques = 1) Tipo_Accidente = 1.
IF (choque_con = "1" | choque_con = "VOLC") | choque_con = "ATROP" | choque_con = "ATR" | choque_con = "ATR" | choque_con = "VOL" | choque_con = "VOLC" | choque_con = "VOLC" | choque_con = "OBJ") Tipo_Accidente = 2.
IF (atropellam = "1" | atropellam = "VOLC") | atropellam = "ATR" | atropellam = "VOLC" | atropellam = "ATROP" | atropellam = "VOLC" | atropellam = "SEMOM" | atropellam = "CALLE" | volcamient = "1" | volcamient = "CHOQUE") | volcamient = "CH_OBJ") | volcamient = "OBJ") | volcamient = "OBJ") | volcamient = "OBJ") Tipo_Accidente = 4.
IF (salida_cam = "1") Tipo_Accidente = 5.
IF (caida_de_p = "1" | caida_de_p = "VOLC") | caida_de_p = "VOLC" | caida_de_p = "VOLC" | caida_de_p = "CH") Tipo_Accidente = 6.
VARIABLE LABELS Tipo_Accidente 'Tipo de accidente'.
EXECUTE.

Value label Tipo_Accidente
1'Choque'
2'Choque con objeto tipo'
3'Atropellamiento'
4'Volcamiento'
5'Salida del camino'
6'Caída del pasajero'

IF (zona = "NORTE") zona2 = 1.
IF (zona = "CENTRO") zona2 = 2.
IF (zona = "SUR") zona2 = 3.
IF (zona = "FOR-4") zona2 = 4.
IF (zona = "FOR-22") zona2 = 5.
IF (zona = "FOR-9") zona2 = 6.
VARIABLE LABELS zona2 'Zona de accidente'.
EXECUTE.

```

También fue necesario eliminar algunas variables cuya captura durante el año 2005 fue irregular o de las cuales se desconfiaba sobre la veracidad de la información. Un ejemplo es la variable “Uso de cinturón de seguridad”. Se trataba de una variable que no siempre se capturaba, por lo que su frecuencia era muy irregular; además, debido a la falta de elementos de verificación por parte del oficial al momento de levantar el dato, resultaba ser información relativamente fácil de ser omitida por parte de los involucrados en el accidente. Otra variable que desafortunadamente se tuvo que descartar fue la de “Causa del accidente” debido a que términos como “imprudencia” resultaban ambiguos en su definición.

Una vez que se adecuaron en su formato las variables existentes, se crearon nuevas y se eliminaron aquellas que no aportaban información, se procedió a revisar las etiquetas y los valores de todas las variables y se agregaron definiciones a las nuevas variables con sus respectivos valores. Con esta información se creó el libro de códigos definitivo que sería utilizado durante todo el proceso de análisis.

Con el propósito de hacer más sencilla la estructura de la base de datos así como su manejo, se llevó a cabo el agrupamiento de las variables finales de acuerdo a categorías. De esta forma, las distintas variables quedaron agrupadas en correspondencia a cinco grandes categorías de interés: tipo de accidente, tipo de vehículo, persona, tiempo y lugar. Por último, se identificaron y eliminaron todos aquellos casos ocurridos fuera del área urbana de la ciudad de Hermosillo. Respecto a la variable “Ubicación del accidente”, se dejó pendiente hasta el proceso de georreferenciación. Esto debido a que se requería de una estrategia particular que hiciera posible su manejo de acuerdo al propósito del análisis espacial.

Por lo pronto, se contaba con una base de datos con variables susceptibles para la descripción, en su mayoría mediante frecuencias relativas, de ciertos aspectos referentes a dos de los elementos epidemiológicos: la *persona* y el *tiempo*. Sin duda, poder disponer de información previa respecto a estos elementos resultó fundamental en la comprensión de la distribución espacial. Fue en base a la exploración previa de estas variables que se decidió llevar a cabo el análisis espacial para cuatro distribuciones distintas: el total de accidentes, accidentes en distintos lapsos del día, accidentes causados por conductores ebrios y atropellamientos.

2.1.2. Posibilidades y limitaciones

Al final del proceso de limpieza, lo que quedó fue una base de datos compuesta de 5,100 casos de accidentes de tráfico ocurridos en la zona urbana de la ciudad de Hermosillo durante el 2005. Los grupos de variables aportaron información valiosa al estudio, pero también presentaron limitantes. La variable relacionada con el *tipo de accidente* permitió diferenciar el análisis entre aquellos accidentes de vehículos de motor y los que tenían que ver con atropellamientos, casos de interés por tratarse de un grupo vulnerable de la vía pública.

Debido a que se trata de una descripción general de los accidentes, no fue necesario utilizar las variables relacionadas con el *tipo de vehículo*. No obstante, éstas se dejaron disponibles para posibles análisis posteriores de accidentes de ciertos vehículos en particular, por ejemplo, de aquellos relacionados con los camiones de transporte urbano o de ciclistas. Respecto a información faltante dentro de esta categoría que hubiera contribuido al estudio, pudiera mencionarse la relacionada con el estado legal del vehículo. Esto en consideración al desconocimiento del impacto sobre la incidencia de accidentes a causa de la creciente incursión en los últimos años de vehículos ilegales de procedencia extranjera.

En cuanto a las variables referentes a la *persona*, sólo se pudo obtener información demográfica acerca de la edad del conductor, faltando información fundamental como la edad y el sexo de los demás involucrados. La otra información de gran importancia para el estudio que se pudo obtener mediante estas variables fue las repercusiones para la salud. Los datos disponibles permitieron conocer la frecuencia de lesionados y muertes. En este tipo de casos, sí se pudo disponer de información referente al sexo de los afectados, así como de su rol dentro de la vía pública, es decir, si se trataba de peatones, conductores o acompañantes de vehículo.

Sin embargo, se debe advertir algunos puntos con respecto a la información del resultado de salud. Un accidente de tráfico registrado en la ciudad de Hermosillo por la PPTM, se considera que genera como resultado a una persona lesionada cuando ésta se manifiesta como tal o, en su defecto, cuando el agente de tránsito que registra en el sitio sea testigo de alguna evidencia de lesión. Este criterio para considerar el estado de lesión de una persona presenta ciertas limitantes. En primer lugar, algunas lesiones no son posibles de identificar sino hasta pasadas algunas horas o incluso días después del accidente. En segundo, esta

forma de registrar a los individuos lesionados no aporta información respecto al tipo de lesión ni la severidad. Por lo tanto, se parte del hecho de una subestimación del problema (Planzner 2005, 32). No obstante, considerando que en México son pocos los estudios en relación a la morbilidad y que éstos son los datos disponibles de los cuales se puede echar mano, se decidió considerarlos para el análisis pensando en que posiblemente en otro momento puedan complementarse con estadísticas más específicas como las de Cruz Roja (Hidalgo-Solórzano et al. 2005, 33).

En cuanto a la mortalidad, en la base de datos se registró como defunción el caso de aquellas personas que como resultado de un accidente de tráfico, perdieron la vida en el sitio de ocurrencia o, según informó el responsable de captura, hasta 72 hrs. después de sucedido el evento. Este criterio de antemano puede subestimar la cifra real debido a que no se emplea la “regla de los 30 días” propuesta en la Convención de Tráfico Vial de Viena en 1968 para atribuir una muerte a un accidente de tráfico. Por supuesto, esta situación no es exclusiva para estos datos, es un problema que aqueja a la mayoría de los países de América Latina y el Caribe (Planzner 2005, 18; World Health Organization 2006, 143).

Por último con respecto a la *persona*, se contó con la variable “Estado de ebriedad del conductor responsable”. El criterio utilizado para considerar a un conductor en estado de ebriedad es de 0.08 gramos por decilitro (g/dl.) contenido en la sangre. Este criterio ha sido adoptado por varios países del mundo como el límite legal; sin embargo, éste límite ya ha sido reducido en algunos países hasta 0.05 g/dl. ya que las evidencias muestran que el riesgo de colisión es dos veces mayor en el caso del primer criterio y tres veces más si el límite se fija en 0.10 g/dl. (Peden et al. 2004, 96). Los conductores en estado de ebriedad registrados representan a los causantes del accidente, ya que, según el criterio y los intereses

de la PPTM, este individuo es considerado como conductor “punible” al sobrepasar el límite legal.

Se consideró importante explorar esta información por dos razones. La primera se relaciona con la importancia del consumo de alcohol como factor de riesgo para la ocurrencia de un accidente y las repercusiones a la salud. Algunos estudios reportan que en el 50% de los accidentes fatales y en el 65% de los accidentes en general se encuentra relacionado el alcohol. Así mismo, la ingesta de bebidas alcohólicas puede traer efectos sobre el juicio y la respuesta psicomotora que, a su vez, aumentan las probabilidades de un percance. Aunado a esto, los accidentes de tráfico asociados con el consumo de alcohol se relacionan de forma directa con otros factores de riesgo como el exceso de velocidad y la conducción nocturna (Híjar et al. 1998, 1544).

El otro aspecto que volvió importante la descripción de esta variable consistió en que era la única de índole conductual disponible para valorar un comportamiento de riesgo. En medio de un estudio cuya intención es estimar los posibles efectos del lugar en la distribución espacial de los accidentes, contar con información relacionada con la conducta individual resultó sumamente importante. Se pretendió entonces, que el análisis independiente de los casos con conductores en estado de ebriedad aportara argumentos para señalar los posibles efectos diferenciales de un comportamiento de riesgo sobre la distribución espacial del evento.

En cuanto al *tiempo*, se dispuso de variables cuyos datos proporcionaron información de la distribución de accidentes de acuerdo al mes, al día de la semana y a la hora del día. Esta información resultó de gran valía, no sólo para la descripción epidemiológica, sino además para la reflexión acerca de la dinámica social en el espacio urbano. Con respecto al *lugar*, como se mencionó anteriormente, se requirió de un proceso específico con la variable “Ubicación del

accidente” que hiciera posible el manejo de información geográfica y el análisis espacial. Las particularidades de este proceso llamado aquí georreferenciación merecen una mención aparte.

2.2. La georreferenciación

Antes de mencionar el trabajo con la variable “Ubicación del accidente” es necesario abundar respecto a un concepto que con frecuencia se presta a confusión. Dicho término se refiere a los *Sistemas de Información Geográfica* (SIG). De manera común, se entiende por SIG aquellos paquetes de software útiles para el manejo de mapas y datos geográficos. Si bien estos paquetes computacionales forman parte de los SIG, en términos estrictos éstos últimos comprenden un concepto mucho más amplio (Harries 1999, 92).

De acuerdo a Martínez-Piedra et al. (2004, 1), un SIG es el “conjunto organizado de tecnología informática (equipo computacional, paquetes de programas, datos geográficos y no geográficos en formato digital), métodos, procedimientos y personal, diseñados para la captura, almacenamiento, recuperación, manejo, despliegue y análisis de datos geográficamente referenciados, con el propósito de apoyar la toma de decisión en la solución de problemas que ocurren en un espacio geográfico dado.”

El proceso de georreferenciación, es decir, el proceso de trabajo con la variable “Ubicación del accidente” para convertir la información en datos geográficamente referenciados, fue en cierta forma el paso que integró el resto de base de datos como una parte fundamental dentro de lo que vendría a convertirse en un SIG de accidentes de tráfico. Otra parte del SIG fue conformada por la serie de métodos, procedimientos y personas empleadas en este estudio con el fin de hacer posible la captura, almacenamiento, recuperación, manejo, despliegue y análisis de los datos geográficos, siempre considerando las necesidades de la

investigación así como las limitaciones de la base de datos. Desde luego, para lograr esto fue necesario integrar también al SIG algunas herramientas informáticas que incluyen el hardware, es decir, el uso de la computadora, así como el software ArcGIS 9.1 para el manejo de información geográfica. Como se puede observar, cuando se habla de un SIG, el concepto va más allá de un programa computacional. En realidad, aun cuando decirlo resulta redundante, un SIG es todo un sistema.

Lo primero necesario en el proceso de georreferenciación fue disponer de un mapa digital de la vía pública donde se pudieran ubicar los casos. Por medio de la Unidad de Información Regional (UIR) de El Colegio de Sonora se obtuvo el archivo "Shape" para ArcGIS correspondiente al mapa de las calles de la ciudad de Hermosillo. Dicho archivo contiene información espacial, es decir, información de los rasgos geométricos de la vía pública de Hermosillo constituida en este caso por líneas. Además, el "Shape" dispone de información de los atributos de estos rasgos contenida en una base de datos vinculada al mapa. El principal atributo de interés para el estudio fue el nombre de las calles ya que era la información necesaria para ubicar los casos.

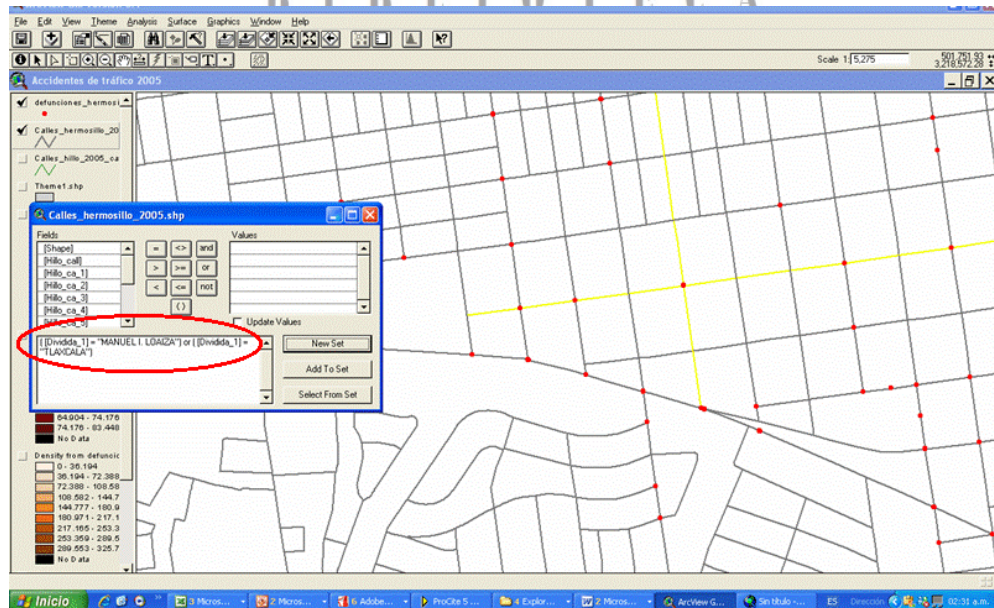
Una vez que se dispuso de un mapa con información de las calles de Hermosillo, inició el trabajo con la variable "Ubicación del accidente". Dado que la variable se encontraba en forma de texto, fue necesario desarrollar una estrategia para ubicar uno a uno los casos en el mapa. Con la información de las calles se procedió a construir una nueva variable la cual consistió en una instrucción en Structured Query Language (SQL). Dicha instrucción ayudó a ubicar de forma más rápida los lugares de ocurrencia de cada caso en el mapa (ver Figura 2.3 y 2.4). El asunto fundamental consistió en depurar la información de la variable "Ubicación del accidente" de tal forma que se mostraran de manera desagregada las calles

involucradas en cada caso y que los nombres de estas calles correspondieran con los nombres contenidos en los atributos del mapa (Levine 2006, 93).

Figura 2.3
Creación de instrucción SQL.

| Folio | Zona | Tipo | UBICACIÓN DEL ACCIDENTE | INSTRUCCIÓN SQL |
|-------|--------|------|---|--|
| 1 | NORTE | 3 | MANUEL I. LOAIZA Y TLAXCALA | { [Dividida_1] = "MANUEL I. LOAIZA" } or { [Dividida_1] = "TLAXCALA" } |
| 2 | NORTE | 3 | JESUS MA. PADILLA E HILARIO GABILONDO | { [Dividida_1] = "GENERAL JESUS MA. PADILLA" } or { [Dividida_1] = "HILARIO GABILONDO" } |
| 3 | NORTE | 3 | 12 DE OCTUBRE Y HUASABAS | { [Dividida_1] = "DOCE DE OCTUBRE" } or { [Dividida_1] = "HUASABAS" } |
| 4 | CENTRO | 3 | BLVD. JUAN B. ESCALANTE Y GRAL. PIÑA | { [Dividida_1] = "JUAN BAUTISTA ESCALANTE" } or { [Dividida_1] = "GENERAL PINA" } |
| 5 | SUR | 3 | QUINTERO ARCE / BLVD. GARCIA MORALES Y BLVD. COLON | { [Dividida_1] = "CARLOS QUINTERO ARCE" } or { [Dividida_1] = "JESUS GARCIA MORALES" } |
| 6 | NORTE | 3 | JOSE S. HEALY Y CALLE JON NACO | { [Dividida_1] = "JOSE S. HEALY" } or { [Dividida_1] = "NACO" } |
| 7 | CENTRO | 3 | HERIBERTO AJA Y TAMAULIPAS | { [Dividida_1] = "HERIBERTO AJA" } or { [Dividida_1] = "TAMAULIPAS" } |
| 8 | SUR | 3 | PERIFERICO SUR Y BLVD. PERISUR | { [Dividida_1] = "PERIFERICO SUR" } or { [Dividida_1] = "PERISUR" } |
| 9 | SUR | 3 | JAVIER MINA Y REVOLUCION FTE. AL NO. 26 | { [Dividida_1] = "FRANCISCO JAVIER MINA" } or { [Dividida_1] = "REVOLUCION FTE. AL NO. 26" } |
| 10 | CENTRO | 3 | BLVD. JOSE MA. MORELOS Y GUILLERMO PRIETO | { [Dividida_1] = "JOSE MARIA MORELOS" } or { [Dividida_1] = "GUILLERMO PRIETO" } |
| 11 | CENTRO | 3 | VERACRUZ Y HERIBERTO AJA | { [Dividida_1] = "VERACRUZ" } or { [Dividida_1] = "HERIBERTO AJA" } |
| 12 | NORTE | 3 | LOPEZ DEL CASTILLO Y OTHON ALMADA | { [Dividida_1] = "LOPEZ DEL CASTILLO" } or { [Dividida_1] = "OTHON ALMADA" } |
| 13 | NORTE | 3 | PERIFERICO NORTE / LOPEZ DEL CASTILLO Y GUSTAVO MORALES | { [Dividida_1] = "PERIFERICO NORTE" } or { [Dividida_1] = "LOPEZ DEL CASTILLO" } or { [Dividida_1] = "GUSTAVO MORALES" } |
| 14 | SUR | 3 | ACCESO AL EJIDO LA YESCA KM 1+200 | { [Dividida_1] = "ACCESO AL EJIDO LA YESCA KM 1+200" } or { [Dividida_1] = "" } |
| 15 | CENTRO | 3 | GUADALUPE VICTORIA Y REBEICO | { [Dividida_1] = "GUADALUPE VICTORIA" } or { [Dividida_1] = "REBEICO" } |
| 16 | NORTE | 3 | BLVD. SOLIDARIDAD Y DE LAS FLORES | { [Dividida_1] = "SOLIDARIDAD" } or { [Dividida_1] = "DE LAS FLORES" } |
| 17 | NORTE | 3 | GRANADOS Y FRANCISCO MONTEVERDE | { [Dividida_1] = "GRANADOS" } or { [Dividida_1] = "FRANCISCO MONTEVERDE" } |
| 18 | SUR | 3 | PERIFERICO SUR Y BLVD. PERISUR | { [Dividida_1] = "PERIFERICO SUR" } or { [Dividida_1] = "PERISUR" } |
| 19 | SUR | 3 | BLVD. SOLIDARIDAD / DEL FUERTE Y CRUZ GALVEZ | { [Dividida_1] = "SOLIDARIDAD" } or { [Dividida_1] = "DEL FUERTE" } or { [Dividida_1] = "CRUZ GALVEZ" } |
| 20 | CENTRO | 3 | BLVD. IGNACIO SOTO Y BLVD. GOMEZ FARIAS | { [Dividida_1] = "IGNACIO SOTO" } or { [Dividida_1] = "GOMEZ FARIAS" } |
| 21 | CENTRO | 3 | BLVD. LUIS ENCINAS Y DE LOS PINOS | { [Dividida_1] = "LUIS ENCINAS JOHNSON" } or { [Dividida_1] = "DE LOS PINOS" } |
| 22 | SUR | 3 | CARRETERA A SAHUARIPA KM 2.5 | { [Dividida_1] = "CARRETERA A SAHUARIPA KM 2.5" } or { [Dividida_1] = "" } |
| 23 | NORTE | 3 | TECNOLOGICO Y BLD. SOLIDARIDAD | { [Dividida_1] = "TECNOLOGICO" } or { [Dividida_1] = "SOLIDARIDAD" } |
| 24 | CENTRO | 3 | GRAL. PIÑA Y BENJAMIN MUÑOZ | { [Dividida_1] = "GENERAL PINA" } or { [Dividida_1] = "BENJAMIN MUNOZ" } |
| 25 | CENTRO | 3 | GUERRERO Y COLOSIO | { [Dividida_1] = "GUERRERO" } or { [Dividida_1] = "LUIS DONALDO COLOSIO MURRIETA" } |
| 26 | SUR | 3 | DE LOS MOLINOS Y CARRETERA 26 | { [Dividida_1] = "DE LOS MOLINOS" } or { [Dividida_1] = "CARRETERA 26" } |
| 27 | SUR | 3 | FRAY TORIBIO DE BENAVENTE Y DR. DOMINGO OLIVARES | { [Dividida_1] = "FRAY TORIBIO DE BENAVENTE" } or { [Dividida_1] = "DOMINGO OLIVARES" } |
| 28 | NORTE | 3 | LOPEZ DEL CASTILLO Y QUINTANA ROO | { [Dividida_1] = "LOPEZ DEL CASTILLO" } or { [Dividida_1] = "QUINTANA ROO" } |
| 29 | SUR | 3 | BLVD. ZAMORANO Y CARRETERA INTERIOR NO.15 | { [Dividida_1] = "GAHUIEL ZAMORANO" } or { [Dividida_1] = "CARRETERA INTERIOR NO.15" } |
| 30 | SUR | 3 | ECO. JAVIER MINA Y AMATISTA Y AGUA MADAMA | { [Dividida_1] = "FRANCISCO JAVIER MINA" } or { [Dividida_1] = "AMATISTA" } or { [Dividida_1] = "AGUA MADAMA" } |

Figura 2.4
Localización del lugar del accidente mediante instrucción SQL



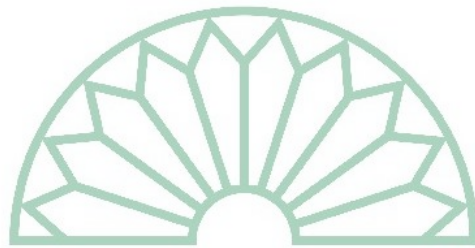
De esta forma, conforme se localizó la ubicación de cada caso, se creó un nuevo “shape” de puntos correspondientes a accidentes de tráfico. Como atributo de cada punto, es decir, de cada accidente, se agregó el número de folio. Una vez que los casos fueron georreferenciados se realizó un vínculo entre la tabla de atributos del nuevo shape y la información contenida en la base de datos por medio del folio asignado a cada caso.

Así es como se logró que la base de datos quedara integrada como un elemento informático más dentro del SIG de accidentes de tráfico construido. Esta integración resultó fundamental puesto que ya no sólo se disponía de información referente a la ubicación espacial de cada caso, sino además, de las características relacionadas con la *personas* involucradas en el accidente, así como información referente a la *temporalidad* del evento. De esta manera, la información disponible resultó adecuada para llevar a cabo la descripción epidemiológica basada en el lugar sin descuidar la relación entre el espacio, las personas y el tiempo; elementos que, como se mencionó, son privilegiados para entender tanto los procesos de salud-enfermedad así como la dinámica urbana (Aschengrau y Seage 2003, 95; Lamy 2006, 212).

En cuanto a los criterios adoptados en el proceso de georreferenciación, éstos fueron los siguientes. En los casos de accidentes ocurridos en la intersección de dos calles, se procuró ubicarlos a una distancia no mayor de un metro del cruce de las calles. Para aquellos casos cuya ubicación se encontraba entre dos calles, se colocó el punto aproximadamente en el punto medio. No se georreferenciaron aquellos casos cuya información no proporcionaba intersecciones, es decir, cuando no se encontraron las calles en el mapa, cuando sólo se disponía del nombre de una calle o cuando las dos calles proporcionadas eran paralelas o nunca se cruzaban.

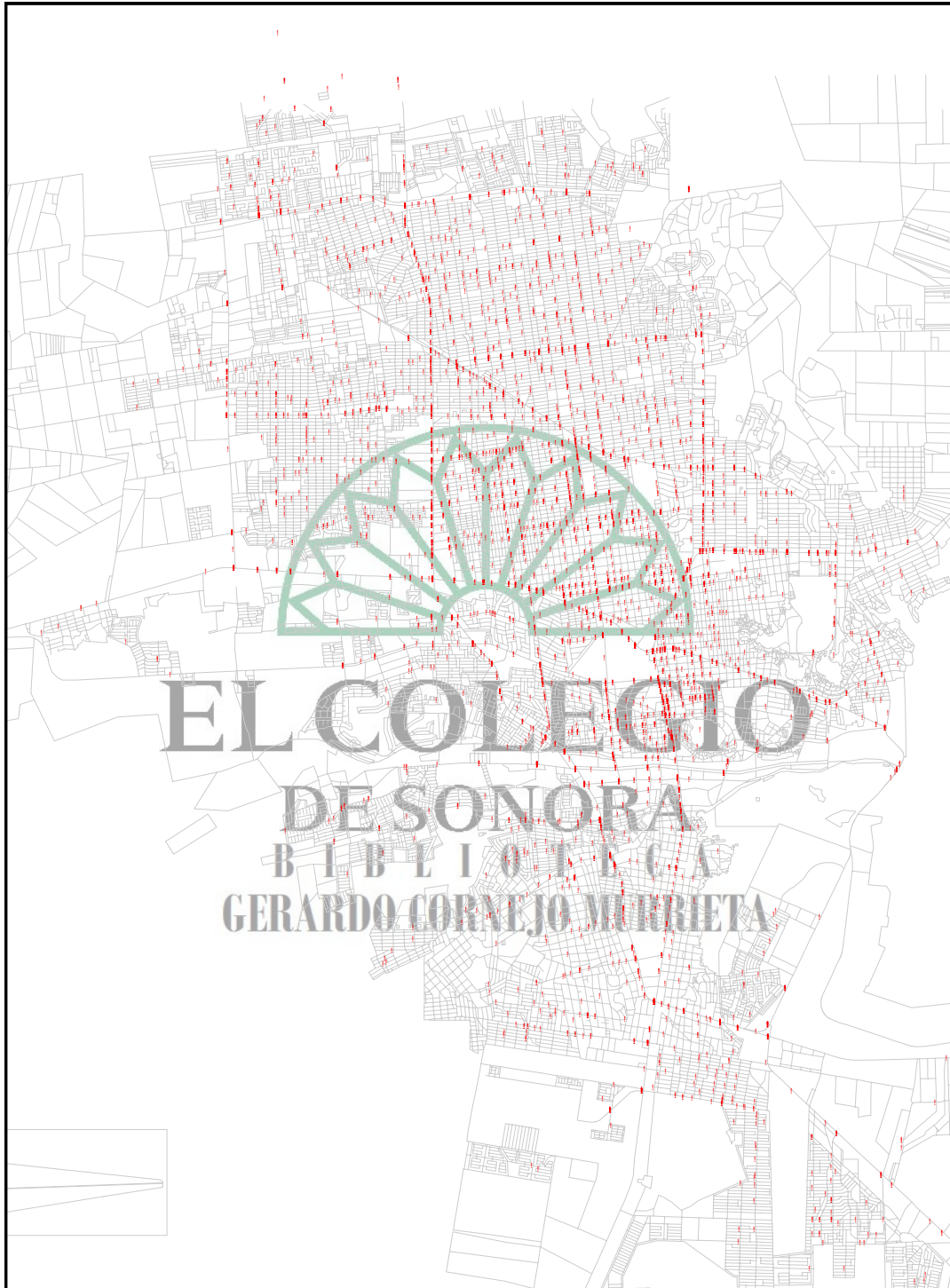
Como resultado de este proceso, se consiguió ubicar en el mapa el 91.04% de los casos (4,641) (ver Mapa 2.1), de los cuales, 911 corresponden a accidentes

causados por conductores ebrios y 241 fueron atropellamientos. Por último, por medio de una función de ArcGIS, se les añadió a la tabla de atributos del nuevo “shape” de accidentes dos nuevos campos con información de las coordenadas “XY” de cada caso, información necesaria para el siguiente proceso: el análisis espacial.



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Figura 2.5
Accidentes de tráfico georreferenciados



2.3. El análisis espacial

Una vez que se llevó a cabo el proceso de georreferenciación fue posible visualizar la ubicación de los accidentes de tráfico distribuidos en la vía pública de la ciudad. La posibilidad de “visualizar la enfermedad” en un mapa es una herramienta bastante útil para la epidemiología. De hecho, muchos estudios de distribución espacial se han basado en el simple análisis visual. Quizás el ejemplo más famoso y representativo se encuentra en el estudio de brote de cólera realizado por John Snow en Londres a mediados del siglo XIX. Utilizando un mapa de las calles de la ciudad, analizó mediante la simple visualización el patrón espacial de los casos, llegando así a determinar la fuente del brote en la ya celebre bomba de agua de Broad Street (Foody 2006, 691).

Sin duda, el ojo humano posee una gran capacidad para detectar patrones espaciales; sin embargo, éste también tiene sus límites (Jones, Langford y Graham 1996, 879). Buscar patrones espaciales en un mapa urbano con 4,641 casos de accidentes de tráfico se vuelve una tarea difícil para la capacidad de visualización humana.

Con regularidad, se asume de manera errónea que el análisis espacial basado en las capacidades gráficas de un programa para SIG es sinónimo de estadística espacial, sin percatarse que el análisis realizado de esta forma, en efecto, es análisis espacial, pero basado en la simple visualización (Vann y Garson 2001, 472). Para trascender esto, y con el fin de lograr un mayor entendimiento de la distribución espacial de la enfermedad, la epidemiología requiere de la combinación de estrategias. Por una parte, del empleo de SIG para el manejo de datos georreferenciados y, por la otra, del empleo de herramientas de estadística espacial que permitan detectar los patrones en la distribución del evento (Brabyn y Wilkins 2001, 207). En base a esto, lo que se requirió para el estudio de la

distribución espacial de los accidentes de tráfico fue un proceso de *análisis espacial* de carácter *estadístico*.

Un aspecto que cabe destacar respecto al análisis espacial es que, aun cuando se haga uso de la estadística, se trata de una metodología para el estudio descriptivo y, por lo tanto, no permite dar respuestas que establezcan relaciones causales. Más bien, mediante el análisis espacial se pretende sugerir posibles influencias causales que actúan sobre la distribución geográfica de la mortalidad y la morbilidad. Otra característica del análisis espacial es que, por medio de éste, pueden develarse patrones espaciales que conduzcan a nuevas teorías referentes a la distribución de la enfermedad (Jones, Langford y Graham 1996, 879). Ambas características de este tipo de análisis contribuyen al logro de los objetivos del estudio.

2.3.1. La elección de la técnica

Cuando se habla de análisis espacial, más que a una forma única, hay que referirse a una serie de técnicas estadísticas entre las cuales se puede escoger dependiendo de las características espaciales del fenómeno a estudiar (Carpenter 2001, 305). Por lo tanto, fue necesario comprender las peculiaridades geográficas implicadas en el evento de los accidentes de tráfico en el espacio urbano que lo diferencian de otros eventos susceptibles al análisis espacial. Sólo así se pudo elegir la opción más adecuada entre el abanico de técnicas disponibles.

Para reconocer un patrón en la distribución espacial de los accidentes de tráfico, es necesario conocer cómo se agrupan los casos en el espacio geográfico de la vía pública. Cuando se pretende conocer esto, lo que se trata de hacer es un *análisis de clustering* o *agrupamientos* (Levine 2004, 6.2). Se dice que existe un *cluster* o *agrupamiento espacial* cuando se presenta un exceso estadísticamente significativo

en la incidencia en un determinado lugar más allá de lo esperado (Steenberghen et al. 2004, 170).

De acuerdo a Carpenter (2001, 307), el análisis de agrupamientos puede clasificarse en tres tipos a partir de la unidad de análisis espacial de interés: 1) *Agrupamiento de área*: cuando se presenta un exceso de incidencia atribuible a una superficie plana, por ejemplo, la colonia o el AGEB⁵. 2) *Agrupamiento lineal*: en los casos en que se presentan agrupamientos de puntos en una línea que podría representar geográficamente una carretera, una costa o un río. 3) *Agrupamiento de puntos*: cuando la unidad de análisis es representada geográficamente mediante puntos (por ejemplo, un individuo, un hogar o un accidente) y se desea conocer cómo se agrupan éstos en un determinado espacio. Para el presente estudio se decidió llevar a cabo un análisis espacial exploratorio enfocado al agrupamiento de puntos.

Con frecuencia, el mapeo de eventos relacionados con la salud trae consigo dificultades éticas. Llevar a cabo un análisis con la precisión que ofrece un mapa de información puntual implica la ubicación específica de personas cuya información debe ser guardada, surgiendo así un problema ético de confidencialidad (Brabyn y Wilkins 2001, 208; Renger et al. 2002, 477). En ocasiones, las dificultades que plantea esta situación es un criterio considerado para decidir hacer análisis espacial asignando cada caso a unidades geográficas más amplias como son la colonia o el AGEB; sin embargo, el caso de los accidentes de tráfico plantea un escenario distinto a muchos otros eventos en salud. El obstáculo de la confidencialidad puede salvarse con mayor facilidad dado que se trata de eventos ocurridos en la vía pública.

Además, tomar como unidad de análisis áreas específicas como la colonia o el AGEB implica segmentar la red vial de acuerdo a criterios de división espacial

⁵ Área geo-estadística básica.

de tipo administrativo, poco relacionados con el flujo del tránsito. Por ejemplo, la intersección formada por dos vías en ocasiones representa la frontera entre dos o más colonias. Bajo el criterio de agrupamiento de área, sería necesario atribuir el agrupamiento a una colonia en particular, quedando ese valor aislado de aquellos casos de accidentes cercanos a la intersección (tal vez sobre el trayecto de una de estas mismas vías) que se encuentran fuera de la colonia.

Por lo tanto, dado que el objetivo era detectar agrupamientos espaciales de accidentes de tráfico dentro de la red vial, fue necesario encontrar un procedimiento que permitiera no sólo identificar la *proximidad* entre puntos (o accidentes), sino también la *conectividad* entre ellos cuando existieran agrupamientos a lo largo de cierta calle (Steenberghen et al. 2004, 170).

Después de probarse una serie de técnicas y de software, se decidió utilizar para el estudio dos procedimientos de *análisis de agrupamientos* (o *Hot Spots*)⁶ disponibles en el software CrimeStat III para análisis espacial (Levine 2004). Este software de distribución gratuita está diseñado para el análisis de la ocurrencia de crímenes; sin embargo, cabe mencionar que en sus inicios, dicho software, bajo el nombre de PointStat, fue concebido para el análisis puntual de accidentes de tráfico, por lo que muchas de sus rutinas estadísticas resultan útiles para el análisis de este tipo de eventos (Martínez-Piedra et al. 2004, 7).

Para poder llevar a cabo los cálculos, el software requiere establecer un vínculo con los datos espaciales del SIG. Este vínculo es posible al proporcionarle la información de la referencia espacial contenida dentro de la tabla de atributos del "shape" de puntos de accidentes de tráfico. Esta información corresponde a los valores numéricos de las coordenadas "XY" generadas durante el proceso de georreferenciación; valores que hacen posible el *análisis espacial estadístico*

⁶ Dentro del análisis espacial de accidentes de tráfico, se denomina *Agrupamiento* o *Hot Spot* a una pequeña área donde los accidentes están concentrados y con frecuencia involucra la interacción de varias calles (Levine 2006, 93).

(Goodchild y Haining 2005, 178). En cuanto a las técnicas, éstas fueron las siguientes.

2.3.1.1. Moda Indeterminada

Esta es una de las técnicas más elementales para determinar la presencia de agrupamientos. El criterio consiste en contabilizar los puntos ubicados en un determinado lugar. De esta forma, por medio de esta rutina se localizaron aquellas intersecciones de la vía pública con mayor frecuencia de casos.

Debido a las dificultades que implica georreferenciar los accidentes que ocurren en una intersección ubicándolos exactamente en las mismas coordenadas del mapa, la técnica brinda la posibilidad de definir un radio en torno de cada punto para incluir todo aquel evento que ocurre alrededor o cerca de éste. A dicho radio se le asignó una distancia de 20 metros la cual se consideró una distancia suficiente para definir la ubicación de accidentes atribuibles a una intersección específica.

Desde la perspectiva del procedimiento de esta rutina, los agrupamientos representan puntos de la ciudad donde se presenta mayor número de accidentes, por lo tanto, dentro de los resultados se presenta una lista con la localización de éstos puntos de la vía pública.

2.3.1.2. Análisis Jerárquico de Agrupamientos de Vecinos más Cercanos (JVC)

Mediante las técnicas jerárquicas es posible detectar agrupamientos de casos en distintos niveles a partir de un criterio determinado. En el caso de la técnica aplicada, el criterio de agrupamiento de puntos es el de “vecinos más cercanos”. Primeramente, CrimeStat realiza el agrupamiento de dos o más puntos en un primer nivel a partir de las distancias entre puntos. Posteriormente, el software

busca agrupamientos de segundo orden a partir de los primeros agrupamientos encontrados y así sucesivamente hasta el nivel más amplio posible. En cierta forma, lo que se lleva a cabo es la detección de agrupamientos de agrupamientos.

De acuerdo a Levine (2004, 6.15), al aplicarse la rutina JVC se necesita definir una distancia umbral que se compara con el umbral de las distancias de todos los pares de puntos. De esta manera, se considera que existe un agrupamiento cuando la distancia entre dos o más puntos es menor a la distancia umbral. Existen dos formas de definir esta distancia: intencionalmente (lo cual implica un criterio subjetivo) o en términos estadísticos mediante el cálculo de la Distancia Media Aleatoria esperada. En este estudio se utilizó la segunda opción, según la cual, la Distancia Media Aleatoria se define como

$$\text{Distancia Media Aleatoria} = d(\text{ran}) = 0.5 \text{ SQRT } [A/N]$$

donde A es el área de la región y N el número de casos. Además, para el presente análisis se estableció un intervalo de confianza de una cola de $p \leq 0.5$ definido como

$$\begin{aligned} \text{Intervalo de Confianza de Distancia Media Aleatoria} &= \text{Distancia Media Aleatoria} \pm t^* \text{ SE } d(\text{ran}) \\ &= 0.5 \text{ SQRT } [A/N] \pm t^* \text{ SE } d(\text{ran}) \end{aligned}$$

donde A es el área de la región, N el número de casos, y t es el valor-t asociado con el nivel de probabilidad en la distribución t de Student. Esto significa que, bajo el supuesto de distribuirse los puntos de manera aleatoria, existe una probabilidad de 50% de que los pares de puntos estén cerca de la Distancia Media Aleatoria y por lo tanto, de ser agrupados.

También se requiere de definir un número mínimo de casos para determinar la presencia de agrupamientos. Se estableció como criterio un número de diez

casos para el análisis del total de accidentes, cinco para los turnos del día y los accidentes causados por conductores ebrios, y tres para los casos de atropellamientos. Para valorar la significancia de los agrupamientos encontrados, se corrieron 1000 simulaciones Monte Carlo. En base a esto, se consideró trabajar con un nivel de confianza de 95%.

CrimeStat III, también permite visualizar los agrupamientos mediante el cálculo de elipses de desviación estándar para cada uno de ellos en los distintos niveles. Estas elipses tienen como fundamento el concepto de desviación estándar común, es decir, proporcionan información visual referente al área en la que se encuentran dispersos los casos de un agrupamiento.

Estadísticamente, el programa construye las elipses de la siguiente manera. En principio se requiere calcular dos desviaciones estándar, una en dirección de "X" y la otra en dirección de "Y", de forma ortogonal una de la otra. Cada desviación estándar se calcula de la siguiente forma

$$S_x = \text{SQRT} \left[2 * \frac{\sum \{(X_i - X) \cos\theta - \sum \{(Y_i - Y) \sin\theta\}^2}{N-2} \right]$$

$$S_y = \text{SQRT} \left[2 * \frac{\sum \{(X_i - X) \sin\theta - \sum \{(Y_i - Y) \cos\theta\}^2}{N-2} \right]$$

donde N es igual al número de puntos que conforma el agrupamiento. El eje "X" y el eje "Y" son definidos por

$$\text{Longitud } x = 2S_x$$

$$\text{Longitud } y = 2S_y$$

Por último, el área de la elipse se calcula de la siguiente manera

$$A = \pi S_x S_y$$

Las elipses de desviación estándar de primer nivel, muestran el área en la que se encuentran dispersos en el mapa los puntos que conforman los agrupamientos encontrados y generalmente cubren el área de una o dos intersecciones específicas de la red vial. Las elipses de segundo nivel, muestran áreas de agrupamiento más amplias que expresan los lugares de conglomeración de las elipses de primer nivel, y así se continúa hasta llegar al máximo nivel posible de los datos.

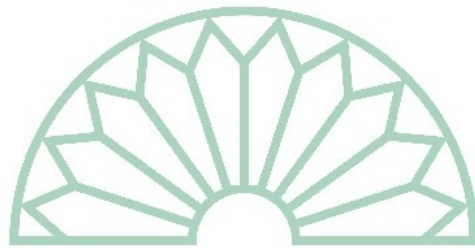
Esto resultó útil dado que permitió detectar zonas geográficas más amplias que simplificaron el análisis, sobre todo en lo que respecta a la reflexión de esas posibles explicaciones del patrón de los accidentes. Además, este procedimiento permitió tener presente la *conectividad* en aquellos casos de agrupamientos que se presentaron en cruces consecutivos a lo largo de un segmento de una avenida, agrupamientos posibles de visualizar al trascender el primer nivel.

2.3.2. *Advertencia*

Con fines de una adecuada comprensión de los resultados, es importante hacer la siguiente aclaración. Los agrupamientos encontrados representan áreas de alta concentración de accidentes; sin embargo, estos no se pueden interpretar como una valoración de riesgo. Con frecuencia, la presencia de altas concentraciones de accidentes es resultado del alto volumen de tráfico (Levine 2006, 93), por lo tanto, se trata de un análisis de agrupamientos que refleja de forma indirecta esta situación. De hecho, se considera que esta forma de realizar el análisis espacial permitió evidenciar aquellos lugares que, de acuerdo a características relacionadas con el uso social de esos espacios, posiblemente expliquen la distribución espacial de los agrupamientos.

Para poder llevar a cabo una correcta evaluación de zonas de riesgo se necesita de un análisis que relativice las concentraciones de accidentes de acuerdo

al volumen de tráfico del lugar de ocurrencia; sin embargo, para el caso de Hermosillo se carece de dicha información para el periodo comprendido. La última evaluación de aforos en la ciudad se realizó en el año 2002 y sólo corresponde a ciertos lugares específicos, por lo tanto, no pudo considerarse esta variable en el presente estudio. Ambos análisis, el de altas concentraciones de accidentes absolutos y la medición relativa, resultan complementarios, no obstante, los resultados presentados se restringen al primer caso y en ningún sentido se pretende presentarlos como una evaluación de agrupamientos de riesgo.



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Capítulo 3

Resultados y discusión

A pesar de las limitaciones de la información, la exploración de la base de datos generó resultados que requirieron un proceso de selección y ordenamiento de la información a fin de dar una secuencia lógica a la descripción. Sin olvidar la perspectiva epidemiológica geográfica y con el propósito de caracterizar mejor el evento, en el presente capítulo se buscó integrar a la redacción aspectos referentes a las *personas* y el *tiempo*, constructos que se consideran relevantes para la complementación y entendimiento del análisis espacial.

Como se señaló en el capítulo anterior, además de la descripción del total de accidentes, se contempló también el análisis de grupos específicos. Este es el caso de los accidentes derivados del consumo de alcohol. Además de la importancia y las implicaciones para la salud que envuelven esta conducta de riesgo, el análisis de estos casos puede contribuir a la discusión acerca de cómo se distribuyen los accidentes de tráfico en el espacio urbano de la ciudad de Hermosillo cuando se encuentra involucrada dicha conducta. El otro grupo lo conforman los casos de atropellamientos; esto con la intención de agregar al análisis algunos resultados acerca de uno de los grupos vulnerables de la vía pública: los peatones.

Como última observación antes de presentar los resultados, se debe recordar que la discusión respecto a posibles explicaciones de la distribución obtenida en la ciudad de Hermosillo no puede pasar más allá de esto. Aun cuando se trata de sustentar los resultados en evidencias empíricas contenidas en la literatura, se debe tener presente que en términos estrictos de estadística espacial, lo único que se puede afirmar es que la distribución del evento no es producto del azar. La

discusión es entonces la invitación hacia la reflexión de los resultados y a nuevas formas de analizarlos.

3.1. Total de accidentes

Como dato inicial, es importante conocer el **tipo de accidentes** que ocurrieron en Hermosillo en el periodo de estudio. Del total de casos registrados, la mayoría la conformaron los accidentes por colisiones entre vehículos, seguidos de las colisiones con objeto fijo, acumulando entre ambos el 91.4% de los casos. El porcentaje de atropellamientos fue tan sólo de 5.3%. El 3.3% restante lo conformaron casos de volcamientos, salidas de camino y caídas de pasajero. Como se puede observar en el Cuadro 3.1, la mayoría de los casos registrados por la policía corresponden a colisiones, por lo que es poco el efecto que produce el resto de accidentes sobre las estadísticas.

El bajo porcentaje de atropellamientos parece concordar con datos obtenidos sobre mortalidad a nivel nacional, los cuales muestran mayores tasas en los estados del norte del país para los accidentes de vehículo de motor, pero no así para los atropellamientos, casos en los que destacan las tasas de los estados del centro, sobre todo en zonas urbanas como la ciudad de México (Híjar, Vazquez-Vela y Arreola-Risa 2003, 39). Sin embargo, aun cuando es pequeña la proporción obtenida de estos casos, vale la pena analizarlos más adelante.

Cuadro 3.1
Tipo de accidente

| Tipo de accidente | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje acumulado |
|--------------------------|------------|------------|----------------------|
| Colisión entre vehículos | 3932 | 77.1 | 77.1 |
| Colisión con objeto fijo | 729 | 14.3 | 91.4 |
| Atropellamiento | 268 | 5.3 | 96.7 |
| Volcamiento | 46 | .9 | 97.6 |
| Salida del camino | 35 | .7 | 98.3 |
| Caída del pasajero | 88 | 1.7 | 100.0 |
| Total | 5098 | 100.0 | |

Fuente: base de datos de PPTM

3.1.1. El perfil del accidentado

Respecto a la **edad** de los conductores involucrados en accidentes de tráfico, debido a que la mayoría de los casos involucran dos vehículos, se distinguió la edad del conductor del vehículo uno (que según el criterio y los fines de la PPTM, corresponde al conductor del vehículo responsable del accidente) y la edad del conductor del vehículo dos. En base a ello, se encontró que cerca de la mitad de los conductores accidentados (49.6%) se ubican entre los 20 y 34 años de edad. Aun bajo el supuesto de que las personas en edades jóvenes fueran mayoría en la vía pública y el comportamiento numérico fuera reflejo de esto, es importante considerar este grupo de edad debido a que mundialmente es el más afectado en términos de salud (Peden et al. 2004, 52). Estos datos también tiene cierta concordancia con los reportados a nivel nacional, los cuales indican a los individuos de 20 a 24 años como el grupo con mayores tasas de accidentes de transporte de vehículos de motor (Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes 2005).

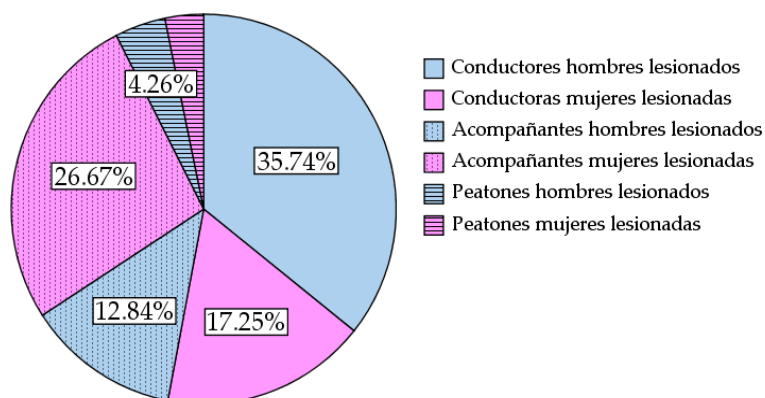
En cuanto a **repercusiones a la salud**, en términos de *lesiones fatales* se registraron 27 defunciones, lo que significó una tasa de mortalidad de 4.2 defunciones por 100,000 hab. Esta cifra parece bastante baja comparada con la tasa reportada a nivel nacional de 14.8 por 100,000 hab. (SSA 2006) y es conveniente que se ajuste por algunas variables como volumen de conductores, número de vehículos, etc.; sin embargo, la tasa estimada sólo incluyó accidentes urbanos, quedando de lado todos aquellos ocurridos en carretera. A pesar de la poca cantidad de casos, se puede señalar una razón de casi seis hombres muertos en estos accidentes por cada mujer.

En relación a los *lesionados no fatales*, se reportó una o más personas lesionadas en el 52.7% de los accidentes, dando como resultado la cantidad de

3,948 afectados. Al analizar las proporciones por **sexo** de estos casos, se observó una distribución equitativa, siendo hombres el 52.8% de los lesionados y 47.1% mujeres (ver Figura 3.1). Este dato contrasta con lo esperado de acuerdo a la literatura. Según el Informe Mundial (Peden et al. 2004, 52), la tasa de morbilidad entre los hombres es netamente superior a la tasa de las mujeres. Los datos también contrastan con estudios como el realizado en la ciudad Cuernavaca, donde se observó que alrededor del 70% de las personas atendidas en cuatro hospitales por lesiones ocasionada por el tráfico eran hombres (Híjar et al. 2004, 39).

No obstante, el análisis más detallado permite encontrar explicaciones de las diferencias encontradas. Al analizar la distribución de estos casos de acuerdo al **tipo de usuario** de la vía pública, se observó que el 52.9% correspondió a conductores, 39.5% a acompañantes y 7.5% a peatones. De esta forma, al considerar de nueva cuenta la distribución por sexo, pero ahora hacia el interior de estos grupos de usuarios, se observó que, mientras en el grupo de los conductores se presentaron dos hombres lesionados por cada mujer, en el grupo de los acompañantes la razón se invirtió a dos mujeres por cada hombre. Esto puede explicarse por qué a nivel general se distribuyeron las personas lesionadas tan equitativamente entre ambos sexos (ver Gráfica 3.1).

Gráfica 3.1
Distribución de lesionados por tipo de usuario y sexo



De lo anterior se pueden desprender algunas reflexiones. Con respecto a los conductores, las explicaciones de las diferencias a favor de los hombres pudieran ser principalmente dos. Por un lado, se puede sugerir una mayor proporción de hombres lesionados debido a sus conductas temerarias en el espacio público. Por otra parte, puede deberse a una mayor exposición de los hombres debido a que proporcionalmente constituyan el mayor volumen de conductores y, por lo tanto, tener una probabilidad mayor de sufrir un accidente (Riquer, Saucedo y Bedolla 1996, 264; Commission for Global Road Safety 2006, 7). No obstante, este argumento es cuestionable si se consideran los recientes cambios en las relaciones de género y la creciente incorporación de la mujer a la fuerza laboral, lo cual plantea un escenario cambiante en el que las mujeres cada vez se desplazan en mayor medida por las ciudades y el país (Keijzer 2003, 2).

Relacionado con los dos argumentos previos se encuentra el caso de los lesionados acompañantes de vehículo. Con frecuencia se asume que el hombre mediante sus conductas temerarias se vuelve un factor de riesgo para la salud, no sólo de ellos mismos, sino también de las mujeres y otros hombres (Keijzer 2003, 5). Si bien dentro de este grupo de los acompañantes la mayoría estuvo conformada por mujeres, la información disponible no permitió conocer si éstas viajaban en un vehículo conducido por un hombre y si la conducta de éste fue la que causó el accidente; por lo tanto, no fue posible valorar en qué medida las repercusiones a la salud de la mujer acompañante fueron responsabilidad de los conductores varones.

En resumen, se puede decir que el perfil dominante de las personas involucradas en accidentes de tráfico fue de conductores jóvenes, siendo varones la mayoría de los lesionados. Dos potenciales explicaciones para este perfil serían las siguientes: por un lado, una mayor proporción de conductores hombres, por el otro, los comportamientos de riesgo de éstos en el espacio público (el análisis de

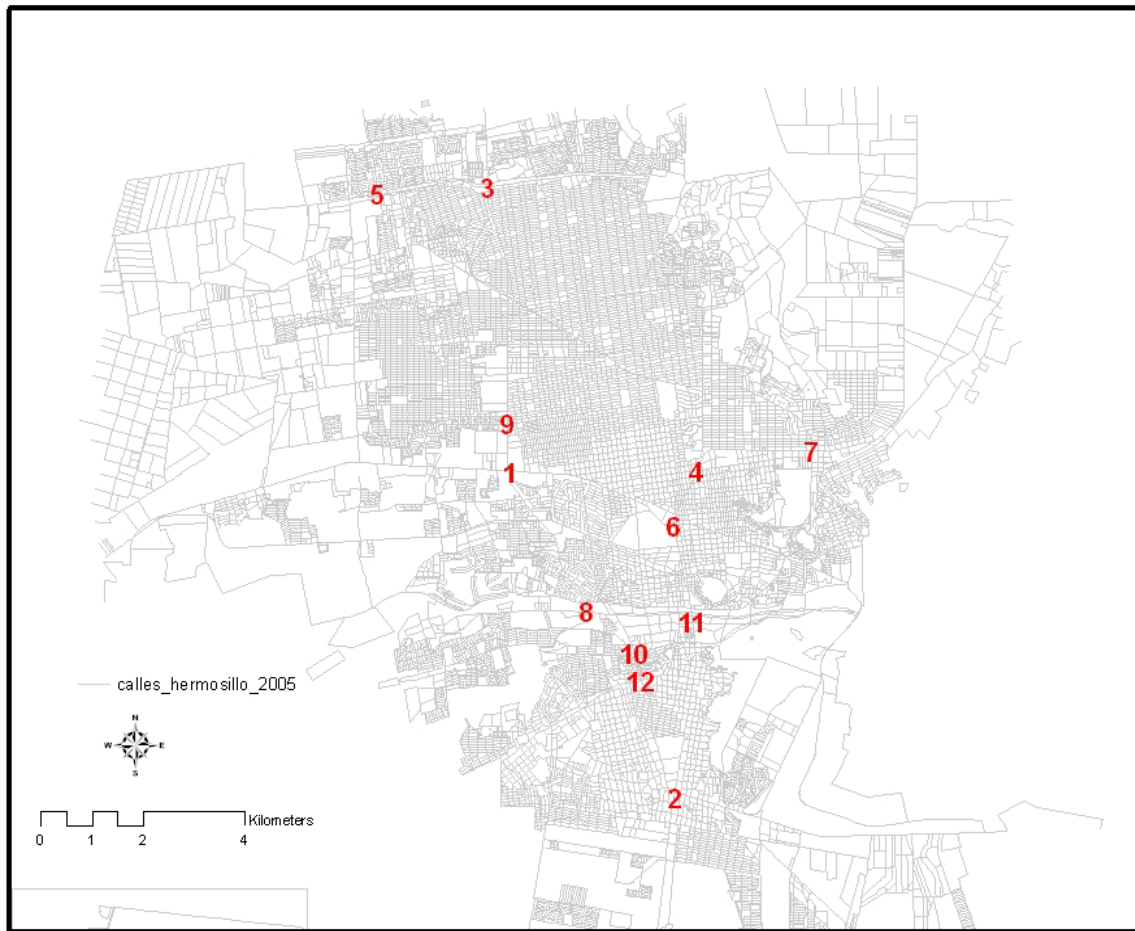
casos de conductores ebrios contribuye a la reflexión al respecto). Por su parte, las mujeres resultan más afectadas en su calidad de acompañantes. Donde parece haber más igualdad es entre aquellos que se desplazan en calidad de peatones; en su condición de vulnerabilidad, ser hombre o mujer parece no representar una diferencia, aunque investigaciones futuras son necesarias al respecto.

3.1.2. La distribución espacial

El análisis más simple de agrupamientos consistió en determinar los lugares específicos que presentaban mayores frecuencias. En la Figura 3.1 y su cuadro anexo se muestra el mapa con los doce cruces de la ciudad con mayor ocurrencia de accidentes. Como se señaló en el capítulo anterior, en la medición no se controló el volumen de tráfico. Debido a ello, es fácil identificar la influencia que tienen sobre la distribución de accidentes vías con alta densidad vehicular como el Blvd. Solidaridad.

Las tres intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes se encuentran sobre esta avenida, en su cruce con Blvd. Luis Encinas Johnson, así como en su extremo norte (en su cruce con el Blvd. Progreso) y sur (en la intersección con el Blvd. Agustín de Vildósola). Esto muestra como el Blvd. Solidaridad, de acuerdo a la tendencia de crecimiento hacia el nor-poniente de la ciudad, se va convirtiendo en un eje central de la ciudad (IMPLAN 2007). Seguido de estos cruces, también se puede mencionar la intersección de Blvd. Rodríguez, Av. Veracruz y Av. Mariano Matamoros, la del Blvd. Progreso y Lázaro Mercado (al nor-poniente de la ciudad), la de Luis Encinas J. y Av. Rosales, entre otras; todas ellas ubicadas sobre corredores principales de la ciudad.

Figura 3.5
Intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes. Hermosillo, 2005.



| Ubicación | Frecuencia |
|--|------------|
| 1. Blvd. Luis Encinas Johnson y Solidaridad | 31 |
| 2. Blvd. Agustín de Vildosola y Solidaridad | 25 |
| 3. Blvd. Progreso y Blvd Solidaridad | 25 |
| 4. Blvd. Abelardo L. Rogríguez, Av. Veracruz y Av. Mariano Matamoros | 22 |
| 5. Blvd. Progreso y Av. Lázaro Mercado | 22 |
| 6. Blvd. Luis Encinas Johnson y Rosales | 21 |
| 7. Blvd. Ignacio Soto y Blvd. Francisco Eusebio Kino | 19 |
| 8. Paseo Rio Sonora Sur y Domingo Olivares | 18 |
| 9. José María Mendoza y Blvd. Solidaridad | 18 |
| 10. Blvd. Solidaridad y Eje Camino del Seri | 18 |
| 11. Blvd.Cultura y Blvd. Agustín de Vildosola | 17 |
| 12. Blvd. Solidaridad y Carlos Balderrama | 17 |

Considerando que con frecuencia los agrupamientos (o Hot Spots) suelen estar cercanos unos de otros, es importante conocer la forma en que se agrupan los

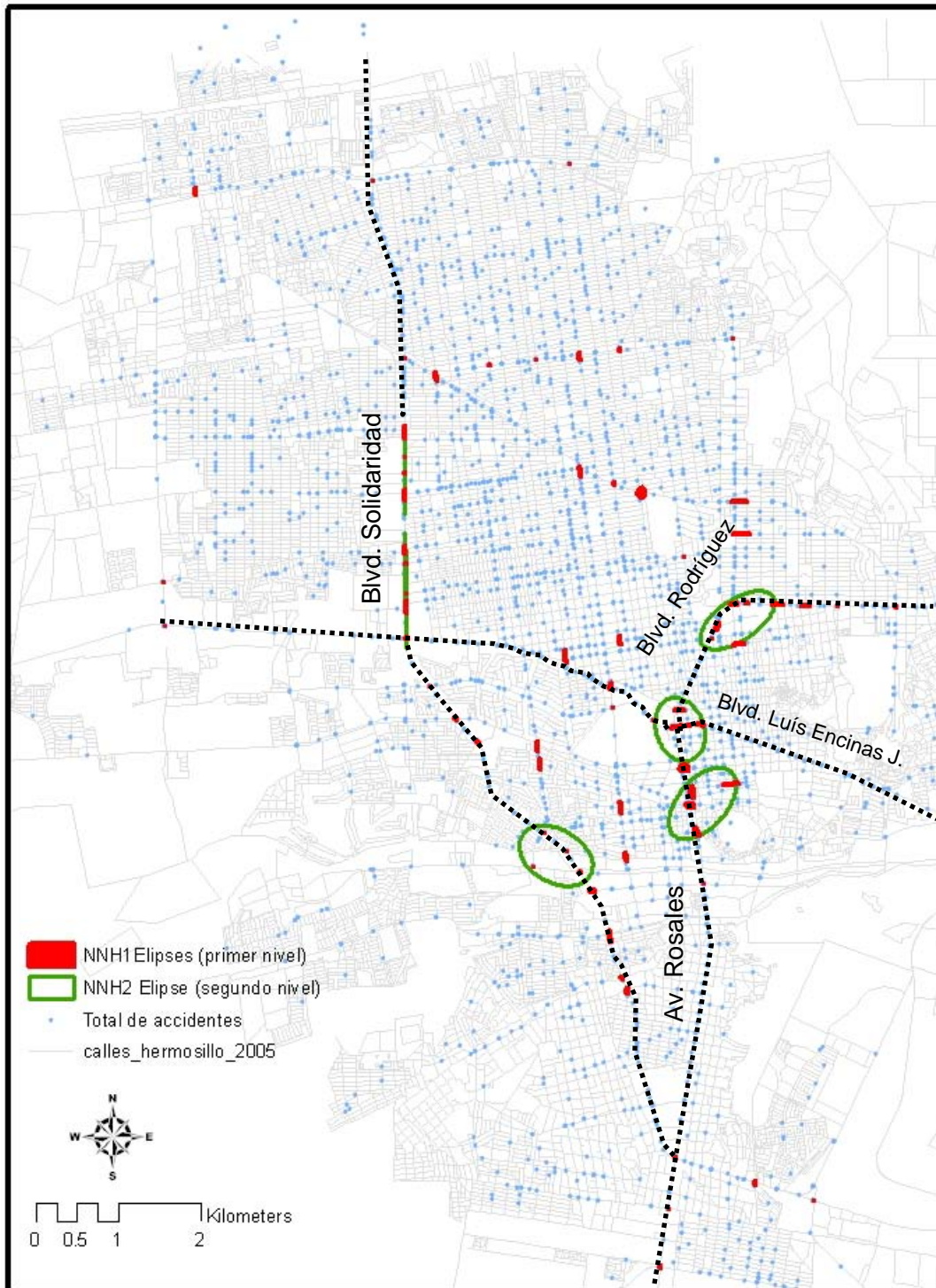
accidentes en una forma más amplia de acuerdo a criterios de *proximidad* y *conectividad* (Levine 2004, 6.27). Esto corresponde a los resultados de la rutina JVC⁷. Dicha rutina genera como archivo de salida un mapa (ShapeFile) que permite hacer visibles los agrupamientos en forma de elipses de desviación estándar. Como se mencionó, estas elipses ilustran el área en la que se encuentran dispersos los accidentes que conforman el agrupamiento. A los agrupamientos de primer nivel se les asignó el color rojo, a los de segundo nivel el verde y en los casos en que se presentaron agrupamientos de tercer nivel se les asignó el color azul.

La diferencia sustancial entre agrupamientos de distintos niveles es el tamaño del área que comprenden. Centrar la atención en determinado nivel conduce a vincular la distribución a factores más próximos a la extensión geográfica analizada (Eck et al. 2005, 2). El primer nivel por lo regular se conformó por intersecciones concretas de la vía pública, un nivel ya cubierto por la técnica de Moda Indeterminada; por lo tanto, con fines de dar una visión más amplia, la atención se centró a partir del segundo nivel, donde fue más fácil visualizar zonas cuyo análisis ayudó a la reflexión sobre explicaciones tentativas de la distribución.

En este primer análisis del total de accidentes se encontraron 71 agrupamientos de primer nivel y seis de segundo nivel. Como muestra del efecto del volumen del tráfico sobre la distribución espacial, en la Figura 3.2 se puede observar que los agrupamientos encontrados de segundo nivel se ubican sobre segmentos de vías principales amplias con alto volumen de tráfico. Es el caso del Blvd. Solidaridad (la vía con mayores volúmenes de tráfico norte-sur), Blvd. Luis Encinas Johnson (el de mayor volumen de tráfico oriente-poniente) y Av. Rosales junto con su prolongación en Blvd. Abelardo L. Rodríguez, uno de los puntos con mayores conflictos de saturación en la red vial de la ciudad (IMPLAN 2007) (ver Figura 1.4).

⁷ Análisis de Jerárquico de Agrupamientos de Vecinos más Cercanos

Figura 3.6
Análisis de agrupamientos JVC



3.1.3. El factor tiempo

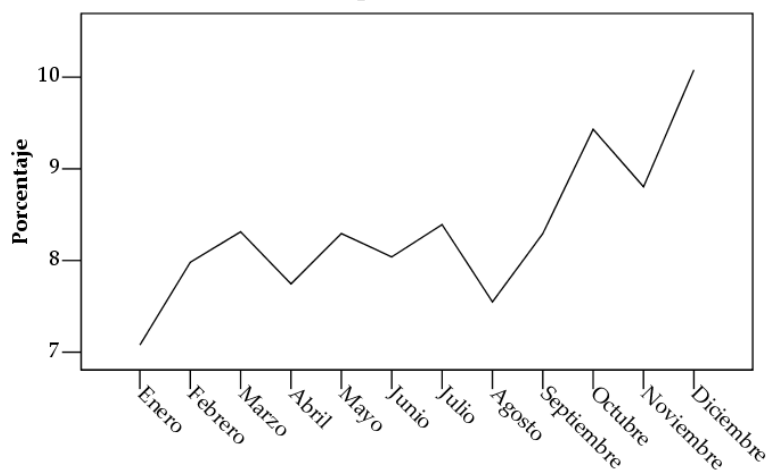
El mapa anterior aporta una primera visión de cómo se agrupan espacialmente los accidentes en la vía pública. No obstante, si se pretende generar información que conduzca a vincular la distribución espacial con una dinámica social, es necesario tomar en cuenta que los accidentes de tráfico son eventos espacio-temporales (Whitelegg 1987, 162); por lo tanto, en la búsqueda de patrones de localización que pretende la perspectiva de la epidemiología geográfica, es de gran importancia considerar la distribución espacial en función al tiempo.

Como se mencionó en el capítulo metodológico, las variables temporales disponibles aportaron información respecto a la distribución de accidentes por mes del año, día de la semana y hora del día. En relación a la ocurrencia de accidentes por **mes**, los datos mostraron un aumento significativo en el último trimestre, observándose un claro incremento a partir del mes de octubre y alcanzándose la frecuencia más alta en el mes de diciembre (10.1%). Llama la atención que después de este mes, se observó un descenso en el mes de enero presentando la frecuencia más baja del año (7.1%) (ver Gráfica 3.2). En cuando a la distribución por **día de la semana**, el 51% de los accidentes ocurrieron en fin de semana, observándose mayores frecuencias los días sábado y domingo (ver Cuadro 3.2).

Con respecto a la ocurrencia de accidentes por **hora del día**, la distribución muestra un patrón predominantemente vespertino, concentrándose el 45.7% de los accidentes en este lapso del día (ver Gráfica 3.3). La presencia de estas variaciones en la ocurrencia temporal condujo a suponer que las diferencias también estarían reflejadas en la distribución de agrupamientos en el espacio urbano de la ciudad de Hermosillo, revelándose así zonas concretas de agrupamiento de accidentes en periodos de tiempo determinados. En este sentido, los hallazgos más interesantes

en relación a la distribución espacial, se encontraron al considerar las horas de ocurrencia, es decir, la distribución de los accidentes en la rutina cotidiana.

Gráfica 3.2
Accidentes por mes del año

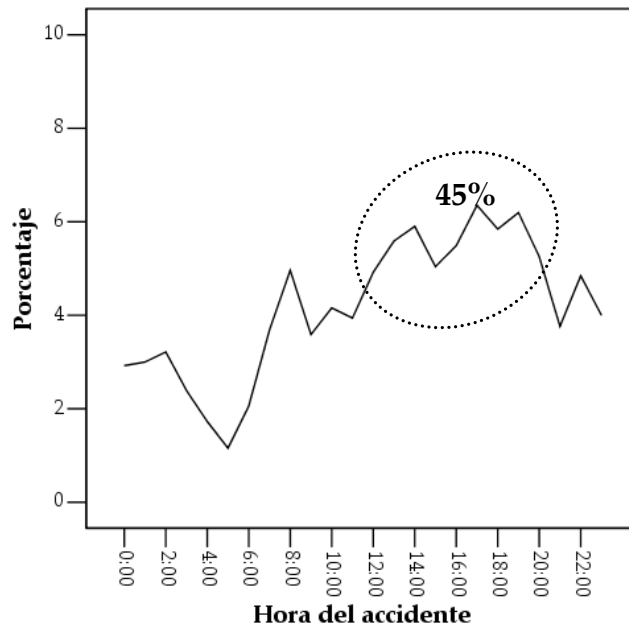


EL COLEGIO
DE SONORA

Cuadro 3.2
Accidentes por día de la semana

| Días de la semana | Frecuencia | Porcentaje |
|---------------------------|------------|------------|
| Lunes a Jueves | 2477 | 48.6 |
| Viernes, sábado y domingo | 2622 | 51.4 |
| Total | 5099 | 100.0 |

Gráfica 3.3
Accidentes según hora de ocurrencia



Dadas las limitaciones que implica para la tecnología actual de los SIG la representación de una variable continua como el tiempo (Goodchild y Haining 2005, 184), se optó por dividir la base de datos de acuerdo a rangos temporales para poder analizar la distribución de accidentes a lo largo de día. En base a ello, se elaboraron tres mapas correspondientes a distintos lapsos del día: matutino (5:00 a.m. a 12:59 p.m.), vespertino (de 1:00 p.m. a 8:59 p.m.) y nocturno (de 9:00 p.m. a 4:59 a.m.). De esta forma, se obtuvo una secuencia de mapas a manera de cuadros de película. Sobre estos mapas se trabajó con la rutina de JVC en la búsqueda de agrupamientos espaciales.

Aun cuando la cantidad de casos de accidentes varió en forma considerable en los tres lapsos del día, se decidió mantener como criterio el mismo número de casos (5) para considerar la presencia de un agrupamiento. Bajo el supuesto de que volumen de tráfico está influyendo en las altas frecuencias de accidentes, al conservar como criterio el mismo número de casos en periodos iguales de tiempo

se puede evidenciar el incremento de agrupamientos en relación al volumen de tráfico en los distintos lapsos del día.

En la Figura 3.3, 3.4 y 3.5 se muestran los mapas de agrupamientos correspondientes a los tres lapsos mencionados. En el caso del lapso matutino, de los 1,318 casos ocurridos (28% del total de accidentes), se obtuvieron 37 agrupamientos de primer nivel, distribuidos en mayor medida en el centro (lugar que se caracteriza por atraer la mayor cantidad de traslados) y en el norte de la ciudad (donde se genera la mayor cantidad de viajes) (IMPLAN 2007). Con respecto a los agrupamientos de segundo nivel, se obtuvieron tres elipses de desviación estándar.

El lapso vespertino se presenta como un periodo de tiempo más complejo. Los 2,139 casos representan casi la mitad de los percances (45.7%). Quizás por ello la distribución espacial de los agrupamientos encontrados sea muy similar a la mostrada por el total de accidentes. El análisis de JVC dio como resultado un total de 74 agrupamientos de primer nivel, ocho de segundo y uno de tercero.

En cuanto al tránsito en el lapso nocturno, se presentó un total de 1,184 accidentes (25.5%), cifra equiparable a la de los accidentes matutinos; sin embargo, se observó una disminución considerable en los agrupamientos. El análisis espacial arrojó 29 agrupamientos de primer nivel y sólo uno de segundo. Este hecho sugiere un patrón un poco más disperso al matutino, no sólo por la menor cantidad de agrupamientos, sino también porque éstos se componen de menos casos. Por otra parte, este mismo aspecto puede ser el reflejo de la baja en el volumen de tráfico que se registra a partir de las 21:00 hrs. (IMPLAN 2007)

Agrupamientos de accidentes por lapsos del día
Técnica JVC

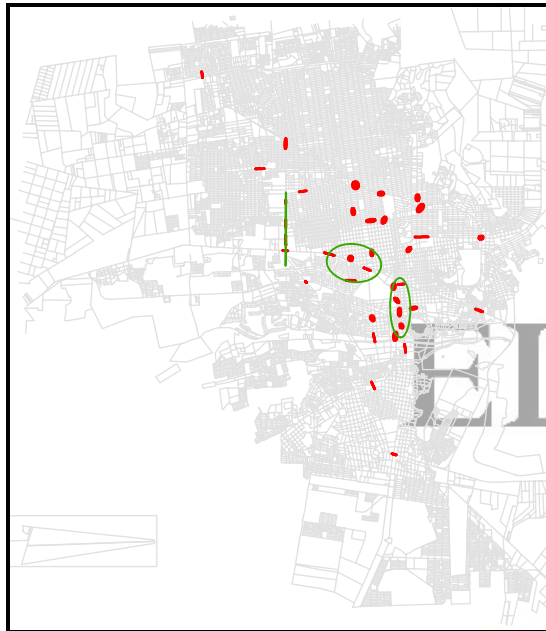


Figura 3.7 (5:00 AM - 12:59 PM)

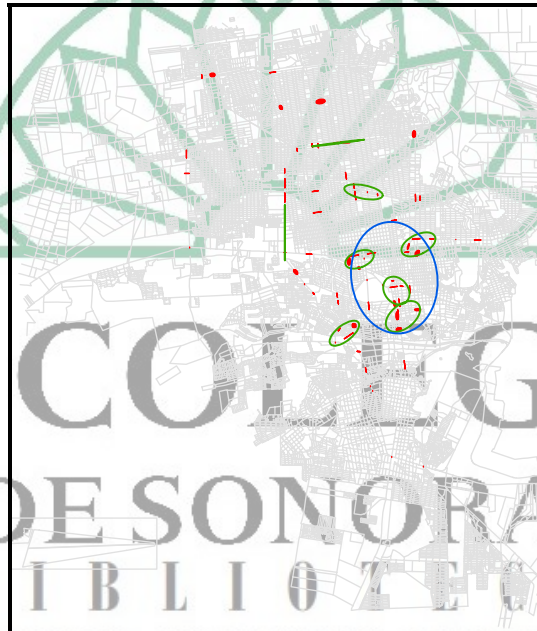


Figura 3.8 (1:00 PM - 8:59 PM)

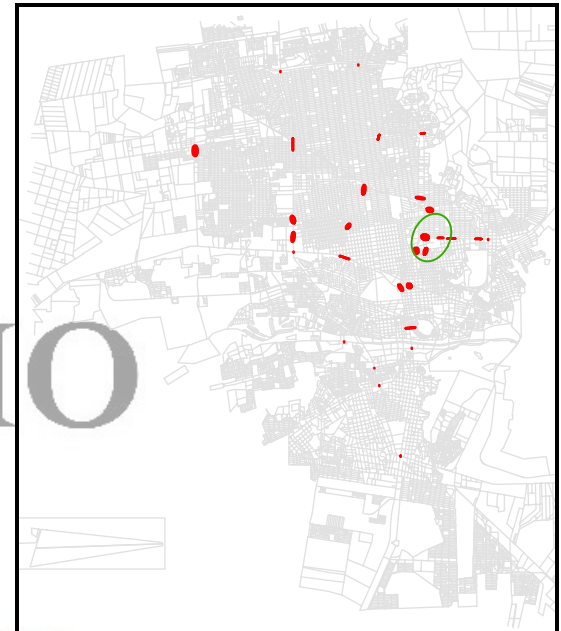


Figura 3.9 (9:00 PM - 4:59 AM)

3.1.4. Posibles interpretaciones de la distribución

El análisis de agrupamientos de JVC proporciona una visión estructural que aporta algunos elementos para explicar la distribución espacial de los accidentes en la ciudad de Hermosillo. Al hacerse visibles los agrupamientos de segundo nivel es posible identificar zonas amplias que facilitan el análisis de la distribución. Asimismo, realizar el análisis diferenciado para los distintos lapsos del día, contribuye a abordar el fenómeno como un evento relacionado con la dinámica social cotidiana.

De acuerdo a Juan (2000, 125), la vida cotidiana de las sociedades modernas se ve fragmentada en tiempo y espacio como reflejo de un principio general: la división del trabajo. De esta forma, los espacios se ven fragmentados al adquirir funciones diferenciadas dando lugar al fenómeno de la zonificación del espacio. Según el autor, dichas funciones corresponden a las cinco principales lógicas institucionales que, a su vez, corresponden a cinco figuras del actor: la producción (el trabajador), la vivienda (el habitante), el comercio (el consumidor), el equipamiento público (el usuario) y el ocio (el *homo sapiens-ludens*).

En base a esta lógica institucional del espacio, se puede intentar explicar la distribución encontrada de agrupamientos de accidentes. Los resultados obtenidos muestran ciertas zonas que, desde la perspectiva epidemiológica, evidencian la ocurrencia de la enfermedad; pero además, conocer estas zonas brinda la posibilidad de someterlas al análisis en relación a la función institucional asignada a dichas áreas. En términos técnicos, este tipo de análisis se refiere a la asociación entre la distribución de los accidentes de tráfico y el uso de suelo asignado al espacio urbano (Khisty y Ayvalik 2003, 61; Whitelegg 1987, 1662).

Como se mencionó al inicio del capítulo, en términos de estadística espacial, demostrar esta asociación rebasa el cometido y las posibilidades de este estudio; no

obstante, es factible hablar de posibles explicaciones para el caso de Hermosillo a partir de lo que sugieren los resultados. De acuerdo al Informe Mundial, se debe tener presente que la circulación vial responde a los requerimientos de las actividades residencial, comercial e industrial asignadas al suelo (Peden et al. 2004, 87). En el caso de Hermosillo, pareciera que la distribución de los agrupamientos de accidentes se ajusta en gran medida a las funciones comerciales del espacio. Por ejemplo, al analizar la distribución de accidentes en el lapso matutino, se puede observar la elipse de segundo nivel formada en el Blvd. Solidaridad dentro de la cual se concentran varios centros comerciales (ver Figura 3.6). Así mismo, continuando por esta misma vía hacia el sur, pero ahora en el lapso vespertino, se puede apreciar otra zona de concentración de accidentes que coincide con otro nodo comercial (ver Figura 3.7).

Estas concordancias de ubicación tienen cierta lógica si se toma en cuenta que en los años ochenta, los cambios en la estructura comercial de Hermosillo condujeron a la creación de plazas comerciales en bulevares periféricos con fines de aprovechar el tránsito vehicular (Gálvez 1997, 68). Otro punto que respalda la explicación a la distribución observada, se encuentra en la elipse azul de tercer nivel en el lapso vespertino formada en centro de la ciudad, zona que atrae el mayor número de traslados (28.2%), principalmente por motivos de compras (IMPLAN 2007). Además, dicha elipse concuerda en su ubicación con la zona de máxima centralidad comercial encontrada por Gálvez (1997, 82) y que se muestra con contorno punteado en la Figura 3.7.

Con respecto a la distribución del lapso nocturno, sólo se obtuvo una elipse de segundo nivel, la cual tiene como eje el Blvd. Abelardo L. Rodríguez y su prolongación hacia el oriente por el Blvd. Francisco Eusebio Kino (ver Figura 3.8). Esto es reflejo del descenso drástico en la ocurrencia de accidentes, que coincide con el descenso del volumen de tráfico que experimenta la ciudad a partir de las

21:00 hrs. (IMPLAN 2007) (ver Gráfica 3.3). Este cambio en el patrón temporal probablemente indica el descenso de la dinámica comercial y de trabajo ubicada en las zonas de agrupamiento de los lapsos anteriores, dando paso a otro tipo de tráfico de menor densidad. La nueva elipse correspondiente al lapso nocturno se ubica sobre una de las vías de mayor valor comercial (IMPLAN 2007). La localización de actividad hotelera con acceso a la carretera internacional sugiere una posible asociación entre la ocurrencia de accidentes y las funciones de *consumo* de este tipo de servicios. Por otra parte, este agrupamiento pudiera también estar vinculado con funciones de *ocio* a juzgar por el tráfico de esparcimiento llevado a cabo en esta zona durante horarios nocturnos.

Además de proporcionar elementos para explicar la distribución de los accidentes, el análisis de agrupamientos a partir de las funciones asignadas a los espacios, permite también hipotetizar sobre cierta información faltante en la base de datos referente a los motivos de traslado de las personas involucradas, es decir, la figura de los actores accidentados en la vía pública en relación al espacio y tiempo en el que se accidentaron.

Por supuesto, de inicio se entiende que todos los individuos cumplen la función de *usuarios* de la vía pública, aunque también pudiera entenderse por usuarios aquellos individuos que transitan hacia lugares de equipamiento público como escuelas, hospitales, parques, etc. Con respecto al lapso matutino, además de la función de *consumidor* evidenciada en la distribución espacial, el marcado incremento de la frecuencia a las 8:00 a.m. y 1:00 p.m. llevan a suponer para esos momentos específicos, motivos de traslado relacionados con el vínculo de la función de *habitante* con las funciones de *trabajador* y *usuario* (en el caso de estudiantes), es decir, movimientos de traslado de zonas residenciales hacia lugares de trabajo y estudio (ver Gráfica 3.3). Esto coincidiría con el estudio realizado por IMPLAN (2007), en el cual se plantea que los viajes entre 6:00 a.m. y

8:00 a.m. se realizan principalmente hacia zonas escolares y de trabajo; de las 8:00 a.m. a las 10:00 a.m. por motivos de trabajo, compras y hacia zonas escolares, y de las 12:00 p.m. a las 2:00 p.m. por motivos de estudio y compras.

En cuanto al lapso vespertino, posiblemente sea el tiempo más relacionado con la función de *consumidor* de los transeúntes. La distribución espacial presenta mayores concordancias con lugares comerciales y la distribución temporal es más frecuente y regular en comparación a los otros dos lapsos, hasta observarse un descenso drástico a las 9:00 p.m., donde posiblemente empieza a cobrar más peso la función de *habitante* (ver Gráfica 3.3). Por su parte, la distribución espacial del lapso nocturno, de acuerdo a su ubicación, hace suponer motivos de traslado más relacionados con la función de *consumidor* de ciertos bienes y servicios; por ejemplo los propios de la actividad hotelera y de esparcimiento nocturno realizado en la zona, lo cual podría implicar en ciertos casos un vínculo con la función *lúdica* de los transeúntes.

Esta forma de abordar el análisis de los accidentes, conduce a intentar explicar la distribución desde una perspectiva estructural, en donde la estadística espacial evidencia ciertas regularidades que sugieran un patrón de la distribución de los accidentes en la ciudad de Hermosillo. De acuerdo a lo que indica la literatura y esta primera impresión de los resultados, el patrón parece ajustarse a funciones institucionales asignadas al espacio urbano que determinan ciertos usos que la dinámica cotidiana vuelve rutinarios (Juan 2000, 123). Si bien se requiere de una estrategia de análisis más elaborada para evidenciar en que medida está asociada la distribución de los accidentes con el uso que se hace de los espacios urbanos, por lo pronto se puede afirmar lo conveniente que resulta para la epidemiología el enriquecerse de la perspectiva geográfica para intentar explicar la distribución de la enfermedad.

Agrupamientos de accidentes en distintos lapsos del día y ubicación de actividad comercial

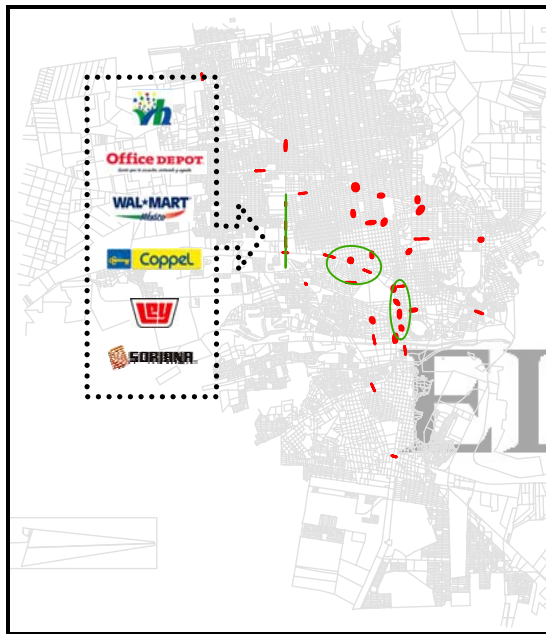


Figura 3.10 (5:00 AM – 12:59 PM)



Figura 3.11 (1:00 PM – 8:59 PM)

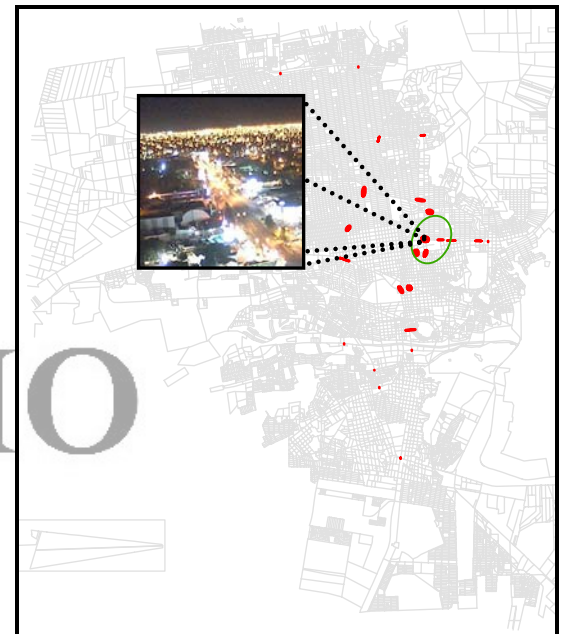


Figura 3.12 (9:00 PM – 4:59 AM)

3.2. Una conducta de riesgo en el espacio: accidentes con conductores ebrios

Hasta el momento, los resultados sugieren aspectos estructurales de la sociedad (por ejemplo la actividad comercial y de producción) que determinan la ocurrencia de accidentes en el espacio urbano. La distribución de los accidentes influenciada por el volumen del tráfico pareciera mostrar geográficamente una dinámica social. Esta vertiente de análisis conduce a indagar con respecto a la relación entre los accidentes de tráfico, los movimientos de traslado y el ambiente geo-social (Forsström 1984, 59).

Sin embargo, un elemento de suma importancia en la ocurrencia de accidentes de tráfico es el individuo mismo como actor de la vía pública. El consumo de alcohol refiere a un aspecto conductual que aumenta los riesgos en la ocurrencia de accidentes. Estos riesgos apuntan hacia factores micro relacionados a la conducta, la cual se ve afectada debido a los efectos del alcohol sobre la respuesta psicomotora aumentando así las probabilidades de un percance. Además, el consumo de alcohol mantiene una relación directa con otros factores de riesgo conductuales como el exceso de velocidad y la conducción nocturna (Híjar et al. 1998, 1544).

Dentro de la distribución total de casos registrados en Hermosillo en el periodo de estudio, los ocasionados por conducción en estado de ebriedad representaron el 20.1% (1023), es decir, en uno de cada cinco accidentes estuvo involucrado como causa el consumo de alcohol. Este dato concuerda con el obtenido en el estudio en Cuernavaca, según el cual, el 15.3% de los lesionados por accidente de tráfico habían consumido alcohol (Híjar et al. 2004, 39). Los resultados presentados a continuación se concentran en los casos de accidentes ocasionados

por conductores ebrios con el principal interés de mostrar peculiaridades que los diferencian del total de la distribución, incluso espacialmente.

3.2.1. El perfil del conductor ebrio

En términos demográficos, el conductor accidentado a causa del estado de ebriedad estuvo representado principalmente por hombres jóvenes. Con respecto a la **edad**, el 53.2% de estos conductores se encontró entre los 20 y los 34 años. En relación al **sexo**, se obtuvo una razón de 29 hombres por cada mujer conductora. Esta proporción tan grande de hombres en estado de ebriedad es una muestra de las conductas temerarias que caracterizan a los varones en la vía pública (Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1536).

Según Connel (citado en Sabo 2002, 4), la masculinidad hegemónica es aquella forma de socializar a los hombres que resulta prevalente y mayormente valorada en un contexto histórico determinado. Se sustenta en elementos estructurales, psicosociales y culturales que han legitimado formas de ser “hombres”. Dichos elementos dispusieron las condiciones para la formación de la identidad genérica de lo masculino. De esta forma, el consumo de alcohol se constituye como un aspecto importante en la construcción de la masculinidad (Jayne et al. 2006, 452). Los resultados obtenidos parecen indicar esta forma prevalente de ser “hombre” en la que el consumo de alcohol los vuelve un riesgo para la salud de hombres y mujeres que transitan en la vía pública, además de la de ellos mismos (Keijzer 2003, 5).

Las estrategias de intervención dirigida al cambio de esta conducta deben partir del reconocimiento y estudio de los mecanismos de socialización respecto al consumo de alcohol que, dicho sea de paso, además de corresponder a un contexto histórico, se reproducen en un espacio social (Jayne et al. 2006, 456; Pyne et al. 2002, 13). En este sentido, los resultados de la distribución espacial de estos casos

podrían sugerir zonas de la vía pública que en determinados momentos se vuelven “espacios masculinos de riesgo”.

3.2.2. La conducción en estado de ebriedad y el tiempo

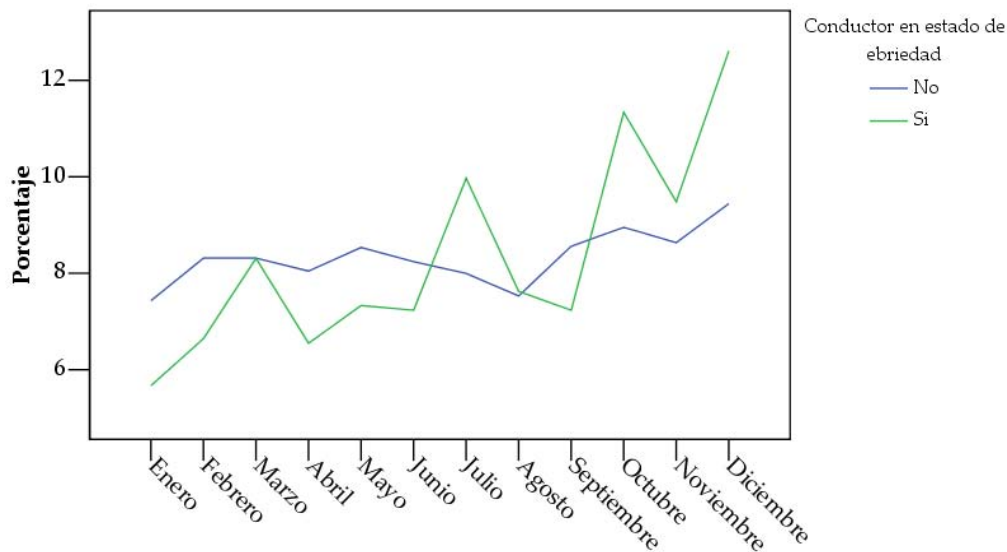
Con frecuencia se asume que la proporción de involucrados en accidentes de tráfico relacionados con el alcohol es invariable a través del tiempo; sin embargo, esto no es así (Regidor et al. 2002, 108). Los resultados de la distribución temporal de estos accidentes, no sólo mostraron variaciones en el tiempo, sino también una distribución distinta al resto de los accidentes. Por ejemplo, mientras la distribución de accidentes que no involucraban el consumo de alcohol mostró mayor estabilidad en la frecuencia por mes, los casos ocasionados por conductores ebrios presentaron una tendencia creciente conforme avanzaba el año, hasta alcanzar la frecuencia más alta en el mes de diciembre (ver Gráfica 3.4).

Los accidentes según el **periodo de la semana** también presentaron diferencias. Mientras que los accidentes que no involucraban consumo de alcohol se distribuyeron de forma más equitativa entre el fin y el resto de la semana, el 74% de los casos ocasionados por conductores ebrios acontecieron en fin de semana, es decir, tres de cada cuatro accidentes sucedieron en viernes, sábado o domingo (ver Cuadro 3.3).

En cuanto a la ocurrencia de accidentes según la **hora del día**, la Gráfica 3.5 muestra la distribución porcentual diferenciada para ambos tipos de casos. Por un lado, los casos que no involucraban alcohol reafirmaron el patrón vespertino encontrado en la distribución general al concentrar alrededor de 49.6% de los casos. Por su parte, los accidentes vinculados con el consumo de alcohol presentaron un patrón predominantemente nocturno al concentrar el 58.3% de casos en dicho lapso. De esto se infiere la relación del consumo de alcohol con un

tránsito motivado por actividades de *ocio* y *esparcimiento* durante meses vacacionales como diciembre, en fines de semana y durante horarios nocturnos.

Gráfica 3.4
Distribución de accidentes por mes del año

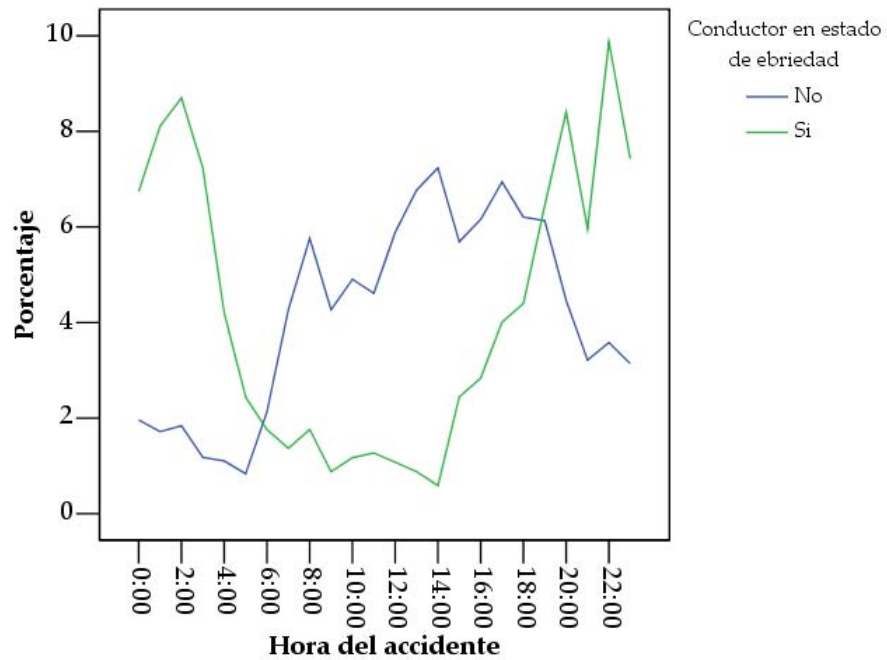


Cuadro 3.3
Periodo de la semana y conducción en estado de ebriedad

| Periodo de la semana | Conductor en estado de ebriedad | | Total |
|---------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| | No | Si | |
| Lunes a Jueves | 54.6% | 24.7% | 48.6% |
| Viernes, sábado y domingo | 45.4% | 75.3% | 51.4% |
| Total | 100.0% | 100.0% | 100.0% |
| Absolutos | 4077 | 1022 | 5099 |

Fuente: Base de datos de PPTM

Gráfica 3.5
Accidentes por hora del día y conducción en estado de ebriedad



Estas peculiaridades que plantea la distribución temporal pueden sugerir el patrón de consumo de alcohol del mexicano, caracterizado por su poca frecuencia, pero también, por las grandes cantidades de consumo al momento de llevarse a cabo (Medina-Mora, Natera y Borges 2002, 15; Skog, Ole-Jorgen 2003, 884). Los accidentes relacionados con consumo de alcohol no son constantes en el tiempo porque tampoco es constante el porcentaje de conductores con altas concentraciones de alcohol (Regidor 2002, 108). En otras palabras, periodos como los fines de semana durante la noche no sólo parecen representar los tiempos de mayor frecuencia de este tipo de accidentes, sino también, los puntos clave del patrón de consumo de alcohol en altas cantidades, sobre todo por parte de conductores jóvenes.

3.2.3. La distribución espacial

Los contrastes en la frecuencia temporal planteada por la conducta de consumo de alcohol condujeron a suponer que los accidentes derivados de este comportamiento también mostrarían una distribución particular en el espacio, presentando zonas de agrupamiento diferentes a la distribución general. Para corroborar esto, primeramente se realizó un análisis de agrupamientos mediante la rutina de Moda Indeterminada. Con ella se encontraron los puntos con mayor ocurrencia de accidentes ocasionados por alcohol.

En el cuadro anexo a la Figura 3.9 se muestran las 16 primeras intersecciones ordenadas de forma descendente. Nueve de estas intersecciones involucran al Blvd. Solidaridad, entre las que destacan las primeras cinco de la lista. Esto señala de nueva cuenta los efectos del volumen de tráfico en la medición de la frecuencia. Otro aspecto que evidenció esta situación es el hecho de que ocho de las intersecciones encontradas también se presentaron en los resultados correspondientes al total de accidentes (ver Figura 3.1).

Considerando que se trata de accidentes derivados de una conducta de riesgo, se intentó reordenar la lista tratando de mitigar en cierta forma la influencia de las altas frecuencias de accidentes debidas al volumen del tráfico. Esto fue posible mediante el cálculo del porcentaje de accidentes causados por alcohol en cada intersección tomando como referencia el total de accidentes ocurridos en el mismo punto. En base a este porcentaje, se calculó la razón de proporciones tomando como referencia la proporción menor. Los resultados de estas razones permitieron reordenar la lista.⁸

⁸ Este procedimiento es sólo un intento de acercamiento a la valoración del riesgo de accidentes por consumo de alcohol a partir de los casos presentados en la tabla. En términos de riesgos más estrictos, es probable que alguna intersección no presente entre los datos expuestos suponga un mayor riesgo.

Figura 3.13
Intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes ocasionados por consumo de alcohol



| Ubicación | Accidentes por alcohol | Total de accidentes | % | Razón | Nuevo orden |
|---|------------------------|---------------------|-------|-------|-------------|
| 1. Blvd. Progreso y Blvd. Solidaridad | 11 | 25 | 44.0% | 1.9 | 7 |
| 2. Blvd. Luis Encinas Johnson y Solidaridad | 10 | 31 | 32.2% | 1.4 | 10 |
| 3. Blvd. Solidaridad y Eje Camino del Seri | 8 | 18 | 44.4% | 2.0 | 6 |
| 4. Blvd. Agustín de Vildosola y Solidaridad | 8 | 25 | 32.0% | 1.4 | 11 |
| 5. Blvd. Lazaro Cárdenas y Blvd. Solidaridad | 7 | 12 | 58.3% | 2.6 | 3 |
| 6. Blvd. José López Portillo y Gral. Bernardo Reyes | 7 | 10 | 70.0% | 3.1 | 2 |
| 7. Blvd. Progreso y Gral. Piña | 6 | 13 | 46.1% | 2.0 | 5 |
| 8. Blvd. Jesús García Morales y Carlos Quintero Arce | 6 | 8 | 75.0% | 3.3 | 1 |
| 9. Blvd. Solidaridad y Perimetral Norte | 6 | 16 | 37.5% | 1.7 | 9 |
| 10. Blvd. Abelardo L. Rogríguez, Av. Veracruz y Av. Mariano Matamoros | 5 | 22 | 22.7% | 1.0 | 15 |
| 11. Blvd. Solidaridad y Carlos Valderrama | 5 | 17 | 29.4% | 1.3 | 13 |
| 12. Blvd. Progreso y Av. Lázaro Mercado | 5 | 22 | 22.7% | 1.0 | 16 |
| 13. Blvd. Ignacio Soto y Blvd. Francisco Eusebio Kino | 5 | 19 | 26.3% | 1.2 | 14 |
| 14. Dr. Antonio Quiroga y Blvd. Lázaro Cárdenas | 5 | 9 | 55.5% | 2.4 | 4 |
| 15. Blvd. Solidaridad y Av. Camelia | 5 | 16 | 31.2% | 1.4 | 12 |
| 16. Blvd. Solidaridad y Av. Ignacio Salazar | 5 | 12 | 41.7% | 1.8 | 8 |

Cuatro de las primeras cinco intersecciones obtenidas en el nuevo orden no incluyen al Blvd. Solidaridad. Por ejemplo, el cruce con la razón más alta (3.3) fue el formado por el Blvd. Jesús García Morales y el Blvd. Carlos Quintero Arce. Dicho cruce se ubicada en la salida poniente de la ciudad, con acceso al aeropuerto, la costa y Bahía de Kino. El cruce del Blvd. José López Portillo y Gral. Bernardo Reyes ubicado hacia el norte de la ciudad, pasó del sexto al segundo lugar. Al poniente de este punto se encuentra el cruce del Blvd. Dr. Quiroga y Blvd. Lázaro Cárdenas, pasando de la posición catorce al cuarto lugar. Por último, se reposicionó del séptimo al quinto lugar la intersección del Blvd. Progreso y Gral. Piña. En términos generales, se puede decir que los puntos ubicados en las primeras posiciones se distribuyeron cerca de la periferia de la zona urbana con orientación hacia el norte, nor-poniente y poniente de la ciudad.

Con respecto a los resultados del análisis de JVC, éstos mostraron una distribución particular diferente la distribución general de accidentes (ver Figura 3.10). A diferencia de la distribución general, no se presentaron agrupamientos de ningún nivel en el centro de la ciudad, situación probablemente asociada a la ocurrencia de accidentes en función al patrón predominantemente nocturno de estos casos poco relacionados con las funciones de *comercio* y *producción* antes mencionadas.

La distribución de agrupamientos de segundo nivel evidenció dos elipses de desviación estándar al nor-poniente de la ciudad. La primera de ellas ubicada sobre el Blvd. Solidaridad comienza desde el Blvd. Luis Encinas Johnson hasta la Av. Saturnino Campoy. Al norte de este agrupamiento se encontró la segunda elipse que abarca un área extensa delimitada por el triángulo que forma el Blvd. Solidaridad, Periférico Norte y el Blvd. Lázaro Cárdenas. Si bien se mencionó el patrón nocturno de este tipo de accidentes, la ubicación sobre todo de esta última

elipse resulta diferente a la del total de accidentes, incluso de aquellos ocurridos en el lapso nocturno (ver Figura 3.5).

Esto muestra las variaciones que puede causar una variable conductual como el consumo de alcohol en la distribución de los agrupamientos espaciales. Según Berry (citado en Rushton 1969, 392), hay una compleja interdependencia entre la estructura espacial y el comportamiento espacial, por lo tanto, cambios en el comportamiento dentro de los procesos espaciales pueden conducir a cambios en la estructura. Pareciera que el comportamiento espacial de conducción en estado de ebriedad se expresa geográficamente de forma particular en la distribución de agrupamientos de accidentes, aún a pesar de no controlar una variable estructurante como el volumen de tráfico.

Aún cuando el consumo de alcohol es identificado como un elemento importante de la “economía nocturna” (Mark, Holloway y Valentine 2006, 452), los estudios dirigidos a buscar la posible asociación entre lugares de venta y accidentes ocasionados por consumo de alcohol han mostrado resultados contradictorios. Incluso algunos de estos estudios realizados en Estados Unidos no han encontrado dicha relación (Meliker et al. 2004, 1130). Estas evidencias debilitan el argumento de una posible asociación de la distribución de estos accidentes con la distribución espacial de puntos de venta de alcohol (por ejemplo, expendios de cerveza); sin embargo, se requiere de más investigación al respecto.

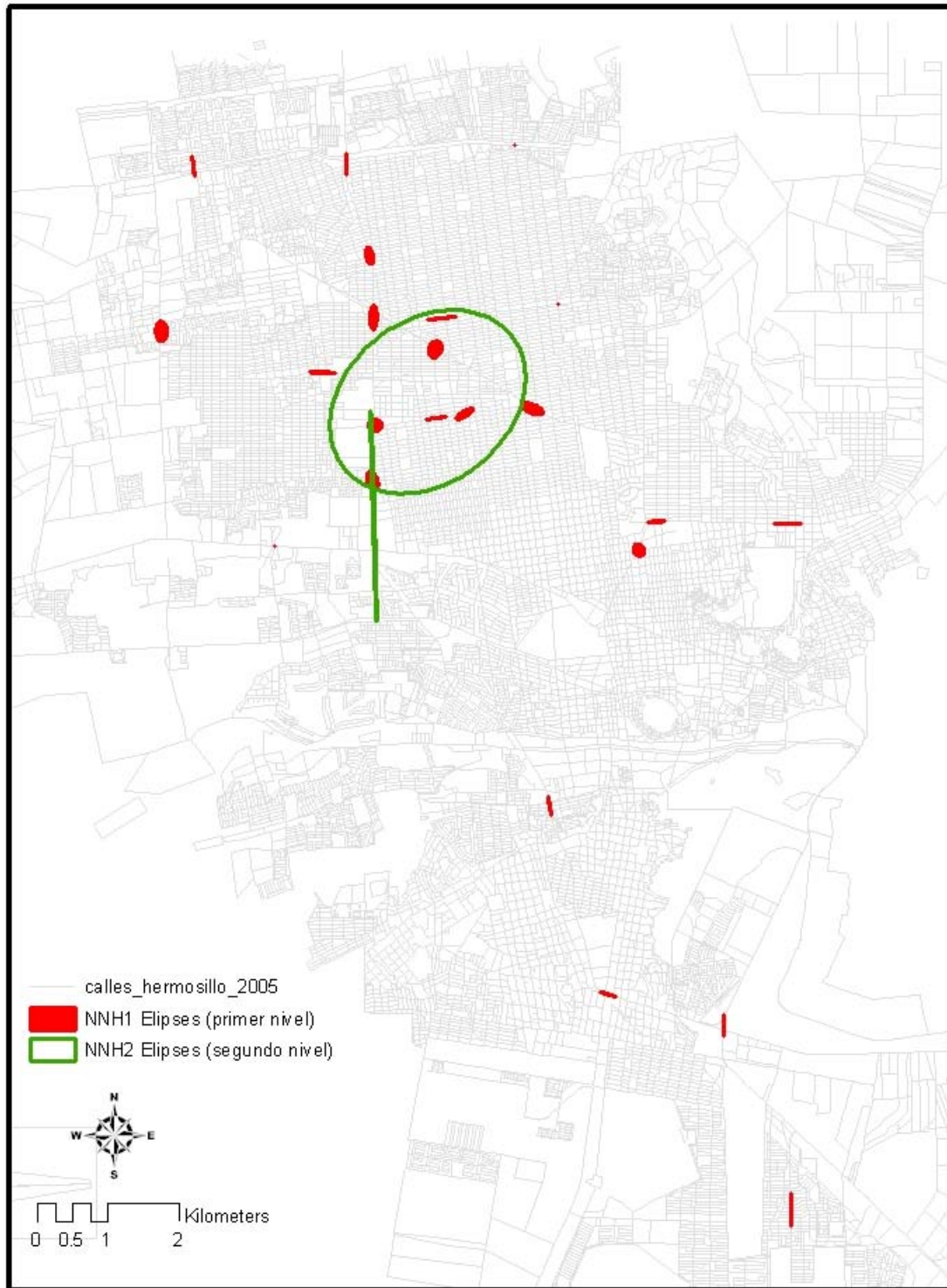
Tratándose de casos que son producto de una variable individual, sería conveniente continuar indagando sobre este mismo tipo de factores con en fin de describir las particularidades de las personas a partir de la zona de ubicación. Por ejemplo, la evidencia empírica encontrada en estudios con hispano-americanos muestra una mayor probabilidad de conducir después de beber entre hombres jóvenes con hábitos de alto consumo de alcohol, desempleados o sub-empleados, y con niveles bajos de educación (Fiorentino et al. 2007, 16).

Bajo el supuesto de que las personas involucradas en casos de accidentes ocasionados por consumo de alcohol residan cerca de las zonas encontradas, pudiera intentarse caracterizar el tipo de población a partir de indicadores socio-demográficos a nivel de AGEB como educación, nivel de ingresos y ocupación. Por supuesto, antes de proceder a realizar un análisis de este tipo, hay que tener presente una estrategia aún más fácil y práctica, la cual consiste en capturar este tipo de información al momento de registrar el accidente. Es por ello que resulta fundamental el mejoramiento de la calidad de la información.



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Figura 3.14
Accidentes por conducción en estado de ebriedad JVC



3.3. Accidentes peatonales

Abordar el análisis de los accidentes peatonales implica tener presente que el actor social involucrado, es decir, el peatón, conforma junto con el ciclista y el motociclista uno de los grupos más vulnerables de la vía pública (Commission for Global Road Safety 2006, 7). Del total de casos, sólo el 5.3% correspondieron a atropellamientos; sin embargo, proporcionalmente hay una diferencia sustancial en términos de **repercusiones a la salud**. Mientras que en la distribución del total de los accidentes el 52.7% dejó como consecuencia uno o más lesionados, en el caso de los peatones las consecuencias a la salud se presentaron en el 90.7%. Esto muestra la gran vulnerabilidad y el riesgo al que está expuesto este usuario de la vía pública (Híjar-Medina 2000, 189).

3.3.1. Características generales

Debido a que no se contó con la variable edad para este caso, no fue posible confirmar si, tal como lo muestran algunos datos referentes a mortalidad obtenidos en la Ciudad de México y en otros países de ingresos medios y bajos, las personas de 60 años y más representan al peatón más vulnerable (Híjar, Chu y Kraus 2000, 719; Peden et al. 2004, 54). En cuanto a la distribución por **sexo**, la suma total de lesionados asciende a 257 personas, de las cuales el 55.6% fueron hombres y el 44.4% mujeres; por lo tanto, el sexo parece no ser una variable que establezca alguna diferencia sustancial.

En cuanto al tiempo en el que se presentan este tipo de accidentes, la distribución por **día de la semana** no mostró diferencias significativas entre los casos ocurridos entre semana (59%) y los del fin de semana (41%). En cambio, respecto al **lapso del día**, si bien se mantuvo el patrón predominantemente vespertino (54.9%), resalta el bajo porcentaje de casos ocurridos durante la noche

(14.9%). Estos rasgos temporales pudieran deberse al tipo de dinámica social del peatón, probablemente poco vinculada con funciones de *ocio* y más con funciones de tipo *comercial* y de *producción*, es decir, con actividades de consumo y trabajo.

3.3.2. La distribución espacial

Después de realizar un primer análisis mediante la técnica de Moda Indeterminada, se obtuvieron las diez intersecciones con mayor incidencia de accidentes durante el año (ver Figura 3.11). Los dos primeros cruces de la lista registraron tres accidentes cada uno. El primero se encuentra ubicado en la zona centro de la ciudad, en el cruce formado por la Av. Rosales, Manuel Zazueta C. y Pino Suárez. El segundo se presentó al norte de la ciudad, en la intersección del Blvd. José M^a Morelos y Ángel García Aburto. El resto de las intersecciones que conformaron la lista presentaron una frecuencia de dos accidentes. Cabe señalar que cuatro de las intersecciones de la lista se presentaron en la zona centro de la ciudad, localizándose tres de éstas sobre la Av. Rosales; por lo tanto, estos primeros resultados indican una posible zona de agrupamiento en el centro de la ciudad.

Para corroborar esto, se aplicó la técnica de JVC. Una vez llevado a cabo este análisis, se obtuvieron diez agrupamientos de primer nivel y dos de segundo nivel (ver Figura 3.12). Con respecto a los de primer nivel, sólo dos de ellos ubicados al norte de la ciudad no fueron reagrupados por elipses del siguiente nivel. Los otros ocho agrupamientos se dividieron de forma equitativa para ser agrupados a su vez por dos elipses de desviación estándar de segundo nivel. De esta forma, cada una de estas elipses de segundo nivel se conformó por cuatro agrupamientos. La elipse más extensa ubicada al nor-poniente de la ciudad agrupó 15 casos ubicados la mayoría sobre vías principales como el Blvd. Solidaridad, el Periférico Norte y las avenidas Francisco Monteverde y José María Mendoza.

La segunda elipse conformada por 26 casos se ubicó en el centro de la ciudad. En contraste con la anterior, esta elipse concentró un mayor número de casos en un área mucho menor, por lo tanto, la densidad de atropellamientos resultó más alta en esta zona. Este hecho confirma al centro de la ciudad como el área más problemática en lo que a accidentes peatonales se refiere.

El mayor agrupamiento de casos se presenta en la parte sur de la elipse y tiene como eje la Av. Rosales desde la Av. Jesús María Ávila hasta la Av. Aquiles Serdán. Los datos emanados del análisis de Moda Indeterminada concuerdan con lo obtenido en este análisis, ya que la zona que abarca esta elipse de segundo nivel incluye dentro de su área a los cuatro cruces ubicados en el centro de la ciudad mencionados en un inicio (ver Figura 3.11).

Es importante considerar las características del contexto de la zona. El centro de la ciudad denota la ubicación de establecimientos que favorecen la presencia de tránsito peatonal. Además de ser una zona con gran demanda de uso comercial, se caracteriza por su cercanía con oficinas de la administración municipal y del Gobierno del Estado, además de instituciones educativas como la Universidad de Sonora. Esto genera una necesidad de uso y consumo de bienes y servicios tanto de personas locales y foráneas (Gálvez 1999, 83). Estas condiciones, además de la baja frecuencia de este tipo de accidentes durante la noche, indican una probable asociación entre la ocurrencia de accidentes peatonales y motivos de traslado relacionados con funciones de *consumo*, *trabajo* y *uso* de equipamiento público.

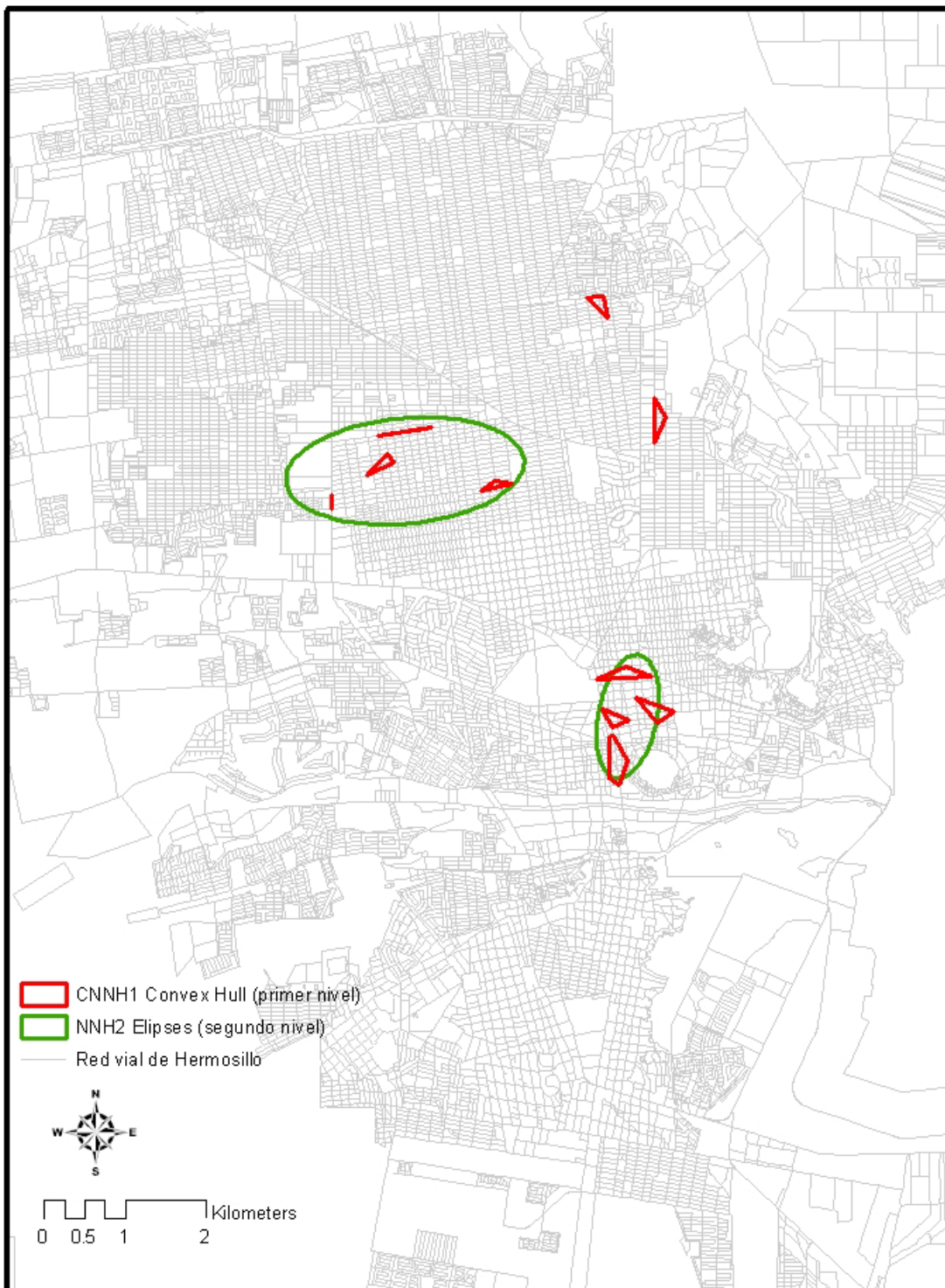
Hasta aquí llega la presentación de resultados. A continuación se plantean las conclusiones y recomendaciones derivadas de lo que hasta el momento se ha expuesto.

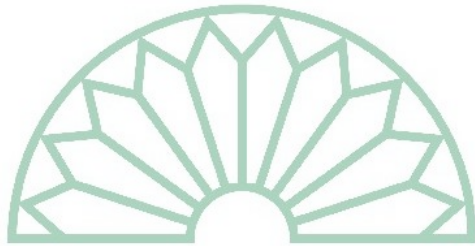
Figura 3.15
Intersecciones con mayor ocurrencia de accidentes peatonales



| Ubicación | Frecuencia |
|---|------------|
| 1. Av. Rosales, Av. Manuel Zazueta Cubillas y Av. Pino Suárez | 3 |
| 2. Blvd. José María Morelos y Av. Ángel García Aburto | 3 |
| 3. Av. Rosales y Av. Aquiles Serdán | 2 |
| 4. Av. Garmendia y Av. Monterrey | 2 |
| 5. Av. Rosales y Av. Jesús María Ávila | 2 |
| 6. Blvd. Agustín de Vildosola y Av. Cultura | 2 |
| 7. Blvd. Solidaridad y Manuel Ojeda | 2 |
| 8. Blvd. Luis Encinas Johnson y Blvd. Villa del Pitic | 2 |
| 9. Blvd. Solidaridad y Blvd. Agustín de Vildosola | 2 |
| 10. Blvd. Solidaridad y José María Mendoza | 2 |

Figura 3.16
Agrupamientos de accidentes peatonales. Técnica JVC.





EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Capítulo 4

Conclusiones

Llevar a cabo la descripción epidemiológica de los accidentes de tráfico en la ciudad de Hermosillo desde la perspectiva espacial, fue posible sólo después de construir un proceso metodológico adecuado para los objetivos de investigación. Considerando lo anterior, en las siguientes conclusiones se abordan por una parte los principales hallazgos del estudio, y por otra, aspectos importantes relacionados con el proceso metodológico empleado, así como las principales limitantes de la investigación.

En relación a los resultados obtenidos, lo primero por concluir respecto a **la distribución general** de los accidentes de tráfico en la ciudad de Hermosillo es que ésta no es resultado del azar. Por el contrario, detrás de ella parecen existir factores que en contraste a la postura de la epidemiología tradicional, no sólo se relacionan con el error humano. El hecho de que los accidentes se agrupen en determinados espacios lleva a suponer que la interacción de diversos factores contextuales e individuales puede explicar la ocurrencia de la enfermedad.

El análisis realizado a partir de las funciones institucionales asignadas a los espacios (Juan 2000, 125) proporciona a la epidemiología geográfica de los accidentes una forma adecuada de interpretar los resultados en el entorno social urbano. Partiendo de un principio general como es la división del trabajo, el análisis basado en las cinco principales lógicas institucionales no sólo permite categorizar el lugar donde ocurre la enfermedad, sino también asociarla con el tipo de actor involucrado. En el presente estudio, este último aspecto resultó muy útil debido a la falta de información relacionada con los motivos de traslado de los individuos accidentados.

En el caso de Hermosillo, los resultados parecen indicar como un posible determinante la influencia de las *funciones comerciales* de ciertos espacios en los lapsos matutino y vespertino, sobre todo en la zona centro y el Blvd. Solidaridad. Respecto a los accidentes nocturnos, el comercio y los servicios vinculados con la actividad hotelera y el tránsito de esparcimiento ubicados en la zona de agrupamiento, apuntan hacia una posible influencia de las *funciones comerciales* y de *ocio* derivadas de este tipo de actividades. Si bien el tipo de técnica empleada impide establecer afirmaciones categóricas, lo sugerido anteriormente encuentra sustento en evidencias empíricas contenidas en la literatura científica, las cuales muestran que las decisiones respecto al uso del suelo se reflejan en la ocurrencia de accidentes y sus consecuencias adversas para la salud (Khisty y Ayvalik 2003, 61; Tiwari, Geetam. 2003, 447; Whitelegg 1987, 162). Por lo tanto, este resultado sobre la distribución espacial de los accidentes en un área urbana no constituye un aporte innovador para el conocimiento en la materia, pero sí brinda un conocimiento específico útil como sustento para la evaluación e intervención de este problema de salud en la ciudad.

En cuanto a la distribución temporal, los accidentes son más frecuentes durante el último trimestre del año (principalmente en el mes de diciembre), los fines de semana y durante el horario vespertino. En relación a este punto, es importante señalar la utilidad de la información relativa al tiempo, la cual aporta elementos para entender la distribución geográfica de los accidentes. La ocurrencia temporal de acuerdo al lapso del día proporcionó valiosa información para interpretar la dinámica urbana cotidiana. En un futuro próximo, la adopción de formatos de captura adecuados de esta variable puede permitir realizar análisis más completos mediante la utilización de índices como el de Knox y Mantel para valorar la interacción de tiempo y espacio en la presencia de agrupamientos (Carpenter 2001, 314).

Con respecto a las repercusiones a la salud, los datos disponibles en la ciudad de Hermosillo aún son escasos cuando se pretende ir más allá del estudio de la mortalidad. Es fundamental conocer aspectos relacionados con el tipo de lesión y la severidad para tener un panorama más completo. Sin embargo, los datos disponibles aportaron información importante respecto a cómo se distribuyen las repercusiones en función al sexo y tipo de usuario de la vía pública, aspectos en los que el hombre conductor y la mujer acompañante resultan mayormente afectados. La mayor proporción de conductores hombres es un resultado esperado, pero el hecho de que se presente un mayor número de lesionadas acompañantes invita a investigar acerca de la dinámica existente entre hombres y mujeres que transitan en Hermosillo, en donde el uso y conducción del automóvil pudiera ser un elemento que establezca diferencias de género.

En cuanto a los accidentes relacionados con la **conducción en estado de ebriedad**, éstos mostraron una distribución espacio-temporal distinta a la del total de accidentes. Por lo que respecta al tiempo, el patrón fue predominantemente nocturno, con mayor ocurrencia en fines de semana y en el último trimestre del año. Por su parte, la distribución espacial evidenció intersecciones específicas como la del Blvd. Jesús García Morales y Carlos Quintero Arce, y la del Blvd. López Portillo y Gral. Bernardo Reyes en donde aproximadamente tres de cada cuatro accidentes tuvieron como causa el consumo de alcohol por parte del conductor.

En general, el nor-poniente de la ciudad es la zona que presentó mayor concentración de este tipo de accidentes. Si bien la distribución temporal y el contexto que plantea el consumo de alcohol sugieren motivos relacionados con el esparcimiento, la ubicación espacial de los agrupamientos encontrados presentó diferencias con la distribución del total de accidentes, incluso con aquellos que pudieran estar más vinculados con funciones de *ocio*, es decir, los accidentes nocturnos.

Aun cuando no se dispone de elementos para determinar las causas precisas de las diferencias encontradas, los resultados muestran los efectos que tiene una variable conductual sobre la distribución espacial del fenómeno; por lo tanto, es fundamental conocer al individuo involucrado en estos casos. El perfil del conductor ebrio encontrado en los datos, sugieren los efectos de una masculinidad construida en un ambiente social que estimula el consumo de alcohol entre los hombres jóvenes, los principales causantes de estos accidentes. Los resultados obtenidos son un claro ejemplo de cómo el varón, mediante su conducta, se vuelve un factor de riesgo para la salud comunitaria (Keijzer 2003, 5). Estudiar estos casos desde una perspectiva sociocultural podrá ser de gran ayuda para entender la distribución espacial y sus determinantes.

Ambas distribuciones (la espacial y la temporal) proporcionan indicios respecto a dónde y cuándo se accidenta el conductor ebrio, información útil para fines de intervención; sin embargo, aún hacen falta más datos que permitan describir mejor a esta persona. Información relacionada con la ocupación, la escolaridad o el lugar de residencia, puede ayudar a entender los determinantes existentes detrás de esta distribución.

Por último, con respecto a los **accidentes peatonales**, éstos presentaron una baja proporción en relación al resto de los accidentes; sin embargo, los resultados confirmaron al actor social involucrado, es decir, al peatón, como una de las personas más vulnerables de la vía pública al resultar lesionado en casi el total de casos (Híjar-Medina 2000, 189). La escasa ocurrencia de este tipo de accidentes en el lapso nocturno sugiere un vínculo con funciones de tipo *comercial* y de *producción*, es decir, con actividades de consumo y trabajo por parte de los peatones. Esto lo reafirma la distribución espacial encontrada, la cual mostró una mayor densidad de agrupamientos en el centro de la ciudad, donde, de acuerdo a

sus características, se presenta una dinámica relacionada con las actividades antes mencionadas.

Lo anterior señala al centro de la ciudad como el área más problemática en lo que a accidentes peatonales se refiere, resaltando puntos concretos encontrados en la Av. Rosales, sobre todo el de la intersección formada con la Av. Manuel Zazueta Cubillas y Pino Suárez, un sitio de alta ocurrencia de accidentes peatonales además de una alta saturación vehicular. Al igual que en los grupos de análisis anteriores, se requiere de más información que permita construir un perfil más preciso del peatón con variables demográficas como edad, ocupación y nivel educativo, así como datos referentes al tipo y gravedad de la lesión.

En términos generales, las principales limitaciones en el presente estudio se refieren a la calidad de los datos, lo que en ocasiones llevó a descartar información fundamental, por ejemplo, la causa del accidente. Otro aspecto importante que se debe tener presente es el subregistro de aquellos casos no atendidos por la policía, por lo tanto, los datos obtenidos se deben valorar bajo esas condiciones. Además, la ausencia de ciertos datos demográficos indispensables para el despliegue de los distintos grupos analizados dificultó la descripción de las personas involucradas, por lo tanto, no fue posible crear un perfil completo de éstos individuos.

Los estudios realizados mediante certificados de defunción tienen como una de sus principales limitantes considerar solamente el componente de la mortalidad (consecuencia última del evento), dejando de lado el otro elemento fundamental, la morbilidad (Híjar 2000, 192). En el presente estudio, se procedió desde una perspectiva más amplia, es decir, se consideró la totalidad de casos de accidentes registrados en la fuente de información. Si bien se consiguió estimar un porcentaje de lesionados y su distribución por sexo y tipo de usuario, debido al tipo de fuente de información de índole policial, fue imposible estimar la severidad y el tipo de lesión. Por lo tanto, continúa existiendo un vacío de información entre la

morbilidad por accidentes y el resultado último posible, es decir, la muerte. En consecuencia, el componente de la morbilidad sigue siendo un aspecto que requiere ser explorado con mayor profundidad (Hidalgo-Solórzano et al. 2005, 31).

Una última limitante, consistió en las dificultades para contrastar los resultados obtenidos debido a la ausencia de estudios de este tipo en entornos urbanos del país similares al de esta investigación. Salvo algunos estudios realizados en la ciudad de Cuernavaca, no se encontraron investigaciones epidemiológicas relacionadas con accidentes de tráfico en ciudades de tamaño similar a Hermosillo; mucho menos realizadas a partir de fuentes policiales y desde la perspectiva de la epidemiología geográfica.

Por lo señalado anteriormente, el presente estudio constituye un precedente regional para el análisis espacial de accidentes de tráfico; no sólo en lo referente a los resultados generados, sino además, en la exploración de fuentes de información no convencionales como la utilizada. En este sentido, es importante mencionar que para poder hacer uso de este tipo de fuentes, se requirió de un proceso metodológico que en sí mismo se espera sea una aportación.

El proceso metodológico representó una parte fundamental en la realización de este estudio. Las necesidades propias de una investigación con información geográfica y las limitantes de los datos disponibles demandaron gran parte del tiempo invertido en el estudio; no obstante, gracias a la serie de estrategias implementadas, en términos generales el proceso realizado para la obtención de resultados respondió a los propósitos de análisis descriptivo y espacial.

Utilizar la base de datos de la PPTM fue una decisión acertada ya que, por razones propias de sus funciones públicas, el departamento de policía lleva a cabo el registro más amplio de casos de accidentes de tráfico comparado con cualquier otra institución. El hecho de que los resultados encontrados en Hermosillo sugieran que la distribución obtenida no difiere a lo esperado en los entornos

urbanos, permite afirmar la pertinencia del uso de esta fuente de información para el estudio espacial de los accidentes de tráfico en la localidad.

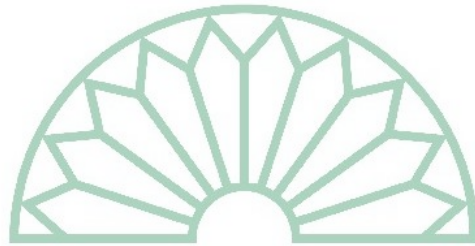
El análisis de la base de datos permitió obtener un conocimiento general del problema, sin embargo, resulta evidente que esta fuente de información fue concebida para fines administrativos más que para propósitos de investigación. Esta incompatibilidad de propósitos, además de las deficiencias en la calidad de los datos, planteó limitantes al estudio e incluso la pérdida de información; sin embargo, las estrategias empleadas permitieron detectar y corregir la mayor cantidad posible de deficiencias, así como organizar la base de datos para agilizar la exploración.

En cuanto al proceso de georreferenciación, éste permitió el análisis epidemiológico desde la perspectiva geográfica adoptada. De acuerdo al informe sobre *La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe* (Planzner 2005, 24), los SIG representan en la actualidad una herramienta útil para el almacenamiento y consulta de información. Su uso permite disponer de mapas de accidentalidad y muchos otros datos de interés. El conocimiento de estas bondades fue lo que estimuló el proceso de georreferenciación, el cual sin duda fue el momento más laborioso y extenso del estudio. Las dificultades presentadas para la ubicación geográfica de los casos debidas al formato de la variable "Ubicación del accidente" de la base de datos original requirió de soluciones creativas. El más claro ejemplo de esto es la instrucción SQL construida a partir de la información contenida en dicha variable y que sirvió para agilizar la localización de los sitios de ocurrencia. Georreferenciar uno a uno los casos representó una gran inversión de tiempo, pero mucho menor del requerido de no haber contado con este recurso.

La experiencia obtenida durante el proceso de georreferenciación reafirma la utilidad de la fuente de información empleada ya que, a pesar de las dificultades que planteó la variable "Ubicación del accidente", la información contenida fue lo

suficientemente completa para alcanzar una cantidad aceptable de casos georreferenciados (91%); no obstante, es información susceptible a mejoras.

Otro aspecto importante es el uso de técnicas para el análisis espacial. Estas facilitaron el análisis de los datos geográficos referentes a la distribución espacial de los accidentes. En este sentido, el empleo de las técnicas Moda Indeterminada y JVC mediante el manejo de software CrimeStat III representan también un precedente. En términos generales, la investigación realizada constituye un primer acercamiento al estudio de una epidemiología espacial de los accidentes de tráfico en la localidad.



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Capítulo 5

Recomendaciones

El estudio de eventos relacionados con la salud con frecuencia se ve influenciado por posturas ideológicas que enfatizan la responsabilidad individual por encima de los factores contextuales. La visión individualista supone que la persona funciona como el factor principal en la ocurrencia del fenómeno. Por su parte, la visión estructural presume factores extrínsecos ubicados en el ambiente físico y social como los causantes de los percances (Roberts y Coggan 1994, 749).

En el presente estudio, más que otorgarle mayor peso a uno sobre el otro, se partió del supuesto planteado por el modelo sistémico de Haddon de que ambas dimensiones (además de aquellos relacionados con el automóvil) son fundamentales en la explicación de la ocurrencia de accidentes de tráfico así como en el diseño de estrategias de prevención (Plasencia y Borrell 2001, 853). Fue precisamente este abordaje multifactorial de concebir el objeto de estudio lo que llevó a considerar la adopción de una perspectiva específica, la epidemiología geográfica, como una metodología para estudiar los factores ambientales frecuentemente descuidados por la epidemiología tradicional.

Se reconoce que la intervención a nivel individual es indispensable, sin embargo, una perspectiva de intervención a nivel colectivo en materia de salud pública en la que se considere el contexto físico y social puede ser más efectiva en sus alcances. Por ejemplo, la experiencia de países con éxito en el descenso en la mortalidad por atropellamiento, muestra que la modificación de ambientes inseguros es más efectiva que las intervenciones sobre las habilidades de los peatones para evitar percances (Híjar 2000, 193). Partiendo de esto, a continuación

se presenta una serie de recomendaciones sobre distintos aspectos derivadas de los resultados y la experiencia obtenida durante el proceso de investigación⁹.

5.1. Recomendaciones para la investigación

En principio, para poder realizar mejores investigaciones de epidemiología geográfica es indispensable *mejorar el sistema de recolección de datos*. En la medida de que esto ocurra podrá profundizarse en el conocimiento del fenómeno sobre aspectos que quedaron fuera del alcance del presente estudio debido a la falta de información. La evaluación del riesgo en determinados lugares, información del lugar de procedencia y destino, y una mejor descripción de las características sociodemográficas y repercusiones a la salud de los involucrados es información que puede contribuir en gran medida al estudio del fenómeno.

En relación a la exploración de aspectos espaciales, para poder confirmar de forma precisa la asociación, si hubiera alguna, de la distribución de accidentes con el tipo de usos del suelo en Hermosillo, sería conveniente *emplear otro tipo de técnicas estadísticas como la autocorrelación espacial, utilizando información del censo económico de INEGI relativa a empleos y establecimientos*. Otro aspecto necesario es *profundizar en las repercusiones a la salud valorando el tipo de lesión y la severidad*, pero para ello, es indispensable que se vincule dinámicamente la información que generan las instituciones de salud y otras instancias vinculadas con el tráfico vehicular. Desde la perspectiva del análisis espacial, indagar sobre el impacto de los accidentes permitirá conocer aquellas zonas que representan un mayor riesgo para la salud.

Con respecto a la investigación de accidentes causados por conductores en estado de ebriedad, a falta de elementos biológicos que sustenten las diferencias

⁹Varias pueden ser las recomendaciones encaminadas a la prevención de accidentes; las mencionadas aquí sólo son algunas adecuadas al contexto y delimitación del estudio.

entre hombres y mujeres, es importante *investigar respecto a los factores socioculturales que sostienen esta tendencia de los hombres por conducir bajo los efectos del alcohol*. En términos concretos, además de datos demográficos como sexo, edad, ocupación o nivel educativo, se requiere de información que permita entender mejor el patrón de comportamiento y consumo de alcohol entre hombres conductores respondiendo preguntas como: qué bebidas consumen las personas accidentadas, dónde beben antes de conducir en estado de ebriedad (por ejemplo, el hogar, bares, fiestas, etc.) o con quiénes comparten la conducta de conducción en estado de ebriedad (Pyne et al. 2002, 34). Posiblemente las respuestas a estas preguntas ayuden a entender la distribución espacial encontrada y el diseño de mejores estrategias de intervención.

En relación a los accidentes peatonales, se recomienda *realizar estudios en las intersecciones encontradas (sobre todo en el tramo de la Av. Rosales) utilizando técnicas de observación*. Esto con el propósito de analizar condiciones ambientales, así como patrones de tráfico y comportamiento que puedan ayudar a entender y prevenir la ocurrencia de accidentes en esta zona de alta incidencia de atropellamientos. Además, queda como asunto pendiente *realizar el estudio de otros grupos vulnerables como son los ciclistas y motociclistas*.

Por último, es necesario *promover el estudio constante de los accidentes de tráfico en la ciudad*. La presente investigación, además de significar una primera descripción del problema, puede utilizarse como un punto de referencia para evaluar intervenciones en la vía pública en el corto plazo. Análisis posteriores a una determinada intervención podrán contrastarse con los resultados del presente estudio.

5.2. Recomendaciones de política pública

Una de las recomendaciones planteadas por el Informe Mundial consiste en designar un organismo coordinador de las actividades en materia de seguridad vial. En Sonora, dicha recomendación ya ha sido cubierta mediante la creación del Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes (COEPRA). Las estrategias llevadas a cabo por este organismo van dirigidas a aspectos preventivos como el uso de cinturón de seguridad, no conducir bajo los efectos del alcohol, no utilizar el teléfono celular, la utilización de sillas especiales para niños y el respeto a los señalamientos viales y límites de velocidad (Gobierno del Estado de Sonora 2007). Todos ellos son aspectos fundamentales que se deben *sancionar y hacerse respetar por medio del cumplimiento de las leyes correspondientes*¹⁰, así como mediante el diseño de *estrategias de educación vial* (Ameratunga, Híjar y Norton 2006, 1537).

Sin rebatir su pertinencia, cabe señalar que todos estos puntos buscan incidir en la conducta del individuo. Debido a ello, es fundamental *incorporar a las estrategias de prevención la perspectiva de la seguridad vial dentro de la planificación del transporte y el uso del suelo*. Con frecuencia, las políticas de planeación van orientadas a mejorar la fluidez del tráfico y en menor medida a mejorar la seguridad vial, resultando perjudicados sobre todos los grupos más vulnerables. Un ejemplo a considerar es el de Bogotá, Colombia, donde se han llevado a cabo una serie de intervenciones entre las que destacan la creación de un sistema unificado de información de accidentes de tráfico, el diseño de políticas públicas a partir de datos estadísticos, la creación de un sistema de transporte público, obras de mejoramiento de la infraestructura vial, la transformación de espacios en zonas peatonales, además de medidas dirigidas al cambio de comportamientos por parte

¹⁰ Además de la Ley de Tránsito del Estado de Sonora, en la ciudad de Hermosillo se cuenta con el Reglamento de Tránsito elaborado por el ayuntamiento municipal.

de los usuarios. Como resultado de estas disposiciones, en un periodo de ocho años lograron reducir el número de defunciones en un 50%, hecho que muestra la eficacia en la disminución de los riesgos del tránsito cuando se hace de la seguridad vial una herramienta de planificación (Peden et al. 2004, 17; Fraser 2005, 704; Levine 2006, 92).

En este sentido, es indispensable para la realización de intervenciones eficaces *promover el estudio sistemático e interdisciplinario del problema de los accidentes de tráfico como estrategia de evaluación*. La epidemiología, mediante su visión orientada a la salud pública y la utilización de estrategias como el análisis espacial, puede aportar información útil para aquellos encargados de hacer del sistema vial un espacio más seguro. Una evaluación constante de la distribución geográfica de los accidentes y las repercusiones a la salud tiene que ser parte fundamental de los indicadores utilizados para valorar la eficacia de las intervenciones y políticas de planeación.

5.3. Recomendaciones técnicas

Para llevar a cabo un monitoreo regular de accidentes de tráfico y repercusiones a la salud a nivel local, es indispensable contar con un buen sistema de información. El SIG utilizado en este estudio respondió al propósito planteado; no obstante, éste surgió de las condiciones de la información disponible y, por consiguiente, muchos de los recursos empleados obedecieron a las necesidades del momento. Por lo tanto, para plantear recomendaciones que superen lo realizado, es necesario contar con mejores condiciones desde la concepción misma del sistema.

Cuando se dispone de varias fuentes de datos, el mejor de los escenarios consiste en contar con un SIG que integre la mayor cantidad de información, sobre todo de aquella procedente de fuentes policiales y médicas (Peden et al. 2004, 67). En Hermosillo, como en muchas otras ciudades, dicho vínculo no existe. Partiendo

de esto, es conveniente pensar primero en recomendaciones dirigidas a mejorar la fuente de información empleada, es decir, la proporcionada por la PPTM, y después hablar sobre las posibilidades de vínculo de información.

Retomando la definición de los SIG utilizada en el capítulo metodológico, hay que recordar que, además de los programas computacionales, éstos se conforman por el conjunto de métodos, procedimientos y personas, así como por el cúmulo de datos geográficos y no geográficos (Martínez-Piedra et al. 2004, 1). Para darle orden a las recomendaciones se tomará como referencia estos elementos.

1. Herramientas computacionales. En primera instancia, es indispensable *disponer de las herramientas computacionales necesarias*. En lo que se refiere a hardware, el área de estadísticas de la PPTM cuenta con computadoras útiles para estas funciones. Más importante resulta la disposición de software. Entre los programas comerciales existentes en el mercado se pueden mencionar MapInfo y ArcGIS, posiblemente los dos más utilizados.

2. Personas, métodos y procedimientos. Para poder hacer uso de esta tecnología informática, es necesario *capacitar personal en el manejo de un programa de tecnología SIG específico, así como en el proceso de captura*. Además, es indispensable *capacitar a las personas encargadas de recolectar la información en la vía pública*, es decir, a los oficiales de tránsito, para llevar a cabo el llenado correcto de los datos; no sólo de los relacionados con el sitio del accidente, sino también de todos aquellos que quedarán incluidos en la tabla de atributos. Esto facilitará en gran medida el proceso de captura y aumentará la calidad del análisis de la información.

3. Información geográfica. Una vez dadas las condiciones técnicas y de personal, es indispensable contar con información geográfica útil y de calidad. Considerando que los accidentes de tráfico ocurren en un espacio específico, es importante *contar con mapas digitales de la ciudad de Hermosillo*. El más

importante es el de la red vial, el cual por lo menos deberá contener información del nombre de las calles. Además, se pueden incluir mapas de delimitación por colonia o de las zonas administrativas utilizadas por la PPTM. Cualquier información que se pueda ir añadiendo a la tabla de atributos relacionada con las características ambientales será de gran utilidad; por ejemplo, volumen de tráfico en puntos específicos, señalización, etc.

Respecto a la georreferenciación de los casos, es importante *realizar una captura adecuada de la ubicación del sitio de ocurrencia del accidente*. Según lo observado durante el estudio, en términos generales, la información capturada por los oficiales suele ser completa. El punto clave consiste en que los nombres de las calles coincidan con los contenidos en la tabla de atributos del mapa de la red vial de la ciudad. Si bien el proceso de captura durante la investigación fue bastante extenso, esto se debió a que se georreferenció el total de accidentes acumulados durante un año. La captura constante y sistemática por parte de los encargados del SIG hará más práctico el proceso.

Otra estrategia que cada vez es más utilizada en la actualidad es el uso de los *Sistemas de Posicionamiento Global* (GPS por sus siglas en inglés), los cuales, mediante triangulación satelital, permiten la localización geográfica con una precisión de centímetros. Esta tecnología suele ser implementada en los vehículos de los oficiales de tránsito o portada por ellos mismos, siendo registrada la información al momento de acudir al sitio de ocurrencia de un accidente para después ser exportada al programa del SIG (Harries 1999, 164). La implementación de una tecnología como ésta requiere de cierta inversión económica, pero vale la pena ser evaluada debido a las posibilidades que ofrece.

4. Información no geográfica. Adjunto a la información geográfica, es fundamental *contar con la mayor cantidad de datos relacionados con el evento*. Esta

información puede agregarse al SIG creando campos en la tabla de atributos de los accidentes georreferenciados, o bien, ser contenida en una base de datos independiente en formato *dbf*, la cual puede vincularse a la información geográfica mediante el folio asignado, tal como se hizo en este estudio.

Un aspecto que complicó el trabajo con la base de datos fue las inconsistencias en el formato de captura. Es importante *adoptar un formato uniforme (de preferencia numérico) para cada variable, procurando llenar todos los espacios*. Esto hará posible el análisis en programas estadísticos como SPSS. En los casos donde la frecuencia sea "0" es conveniente capturar el valor, y en aquellos en que se presenten valores perdidos, éstos pueden capturarse utilizando valores improbables de acuerdo a los criterios adoptados, por ejemplo, "99", "999", etc. También es recomendable *elaborar un libro de códigos* que contenga la definición de cada variable así como el significado de los valores numéricos asignados.

Otro punto importante es *ordenar y agrupar las variables por categorías de interés*. Puede utilizarse como ejemplo las categorías utilizadas en este estudio, las cuales fueron: tipo de accidente, tipo de vehículo, y los tres elementos epidemiológicos (persona, tiempo y lugar). También puede agruparse como otra categoría toda la información de carácter administrativo. Esto facilitará el proceso de exploración y análisis de la base de datos.

En lo que respecta a la variable "Causa del accidente" (eliminada por motivos de ambigüedad) es importante *definir claramente los términos utilizados para determinar las causas teniendo presente el modelo sistémico de Haddon* (ver Cuadro 1.6). De esta forma, se podrá distinguir entre factores relacionados con el comportamiento del individuo, los del entorno y, en la medida de lo posible, los del vehículo (Plasencia y Borrell 2001, 853; Planzner 2005, 20).

Como se mencionó antes, uno de los principales problemas detectados durante el estudio fue la ausencia de cierta información sobre las personas involucradas en el accidente. Alguna de esta información pudiera no ser de interés para la PPTM, pero sin duda contar con ella ayudaría bastante a la investigación en prevención de accidentes. Es esencial *capturar datos demográficos de todas las personas involucradas en el accidente, distinguiendo a conductores, pasajeros, peatones, ciclistas y motociclistas. Las características mínimas indispensables por conocer son sexo, edad, ocupación, nivel educativo y lugar de residencia.*

También es de gran ayuda contar con datos sobre los motivos de traslado. Para ello es necesario *recabar información acerca del lugar de procedencia y destino al momento de ocurrir el accidente;* por ejemplo, trayectos de zonas residenciales hacia lugares de actividad laboral y viceversa.

En cuanto a las repercusiones a la salud, es evidente que los oficiales de tránsito no son las personas indicadas para valorar el tipo de lesión ni la severidad. Es por ello que sólo pueden determinar la presencia de lesiones cuando éstas son evidentes o cuando la persona accidentada se manifiesta lesionada. Es aquí donde se vuelve fundamental el vínculo de información entre las fuentes policiales y médicas para lograr un adecuado seguimiento de los casos (Planzner 2005, 25).

Lograr establecer un vínculo entre fuentes de información es un objetivo deseable, pero también complicado; sobre todo porque se requiere de una actitud de cooperación entre las diversas instituciones involucradas. Posiblemente la opción más viable para conseguir este vínculo sea mediante la intervención del *Centro de Control, Comando, Comunicaciones y Cómputo (C4).*

Más que buscar que C4 asuma tareas de recolección de información, el propósito sería aprovechar los recursos computacionales y de comunicación para

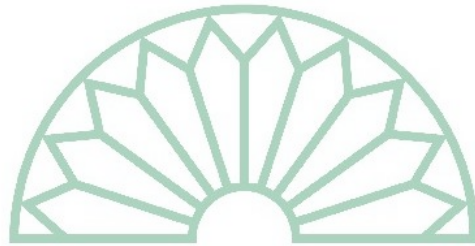
lograr un vínculo entre las fuentes de información recabada por instituciones de policía y médicas. Esto requiere de un proceso de análisis para valorar las posibilidades. Por lo pronto, como una primera idea se sugiere *identificar cada caso de accidente mediante un folio asignado por C4 al momento de ocurrir un percance*. Dicho folio podrá ser compartido principalmente por PPTM, Cruz Roja y Hospitales. Esto haría posible un vínculo entre bases de datos y, por consiguiente, el seguimiento de casos con información amplia sobre morbilidad y mortalidad.

Estas son sólo algunas recomendaciones que se pueden adoptar para mejorar el sistema de información de accidentes de tráfico. Todas han sido planteadas pensando en el beneficio comunitario, pero desde luego, a partir de la perspectiva de investigador, para quien las fuentes de datos son el insumo de su labor. Para lograr persuadir sobre la importancia de contar con buenos sistemas de información, es importante *establecer un vínculo entre las instituciones relacionadas con la seguridad vial y aquellas dedicadas a la investigación*. En la medida de que el ámbito académico retribuya a la sociedad y a instituciones como la PPTM con información útil, tendrá mayor sentido para estas últimas realizar las mejoras pertinentes a sus fuentes de información.

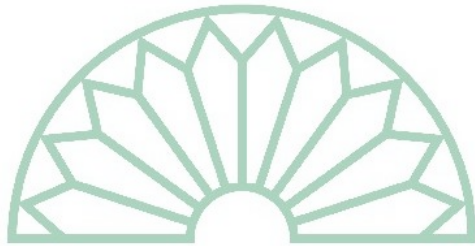
5.4. Comentario final

Como último comentario, hay una idea que se desea recalcar. Los accidentes de tráfico son un problema de salud pública que en gran medida se puede prevenir. Modelos como el de Haddon brindan los principios generales acerca de los factores y momentos fundamentales a considerar al llevar a cabo una intervención. No obstante, la nueva perspectiva en materia de prevención y control de accidentes señala la importancia de contar con conocimientos locales como un sustento racional de las soluciones por aplicar en la localidad (Peden et al. 2004, 9). Al concluir este estudio realizado en la ciudad de Hermosillo, se espera que el

conocimiento generado promueva la discusión técnica acerca del problema y constituya parte de una solución integral que haga más seguro el espacio en el que cotidianamente vehículos e individuos convergen.



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Bibliografía

- Ameratunga, Shanthi, Martha Híjar y Robyn Norton. 2006. Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global-health problem. *The Lancet* 367: 1533-40.
- Aschengrau, Ann y George R. Seage. 2003. Descriptive Epidemiology. En *Essentials of Epidemiology in Public Health*, editado por Ann Aschengrau y George R Seage, 95-133. Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- Brabyn, Lars y Duane Wilkins. 2001. Mapping health events - a comparison of approaches. *Health Informatics Journal* 7: 207-13.
- Carpenter, Tim E. 2001. Methods to investigate spatial and temporal clustering in veterinary epidemiology. *Preventive Veterinary Medicine* 48: 303-20.
- Comisión de Salud Fronteriza México-Estados Unidos. 2003. Frontera Saludable 2010. Una agenda para mejorar la salud en la Frontera México-Estados Unidos. <http://www.saludfronteriza.org> (8 de mayo de 2007).
- Commission for Global Road Safety. 2006. *Make Roads Safe. A new priority for sustainable development*. London: FIA Foundation.
- Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes. Sin fecha. Panorama epidemiológico de los accidentes en Sonora, material sin publicar.
- Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes. 2005. Epidemiología de los accidentes. <http://conapra.salud.gob.mx> (18 de septiembre de 2007).
- Cuzick, J. y P. Elliott. 1992. Small-area studies: purpose and methods. En *Geographical & Environmental Epidemiology. Methods for Small-Area Studies*, editado por P. Elliott, J. Cuzick, D. English y R. Stern, 14-21. New York: Oxford University Press.

- Eck, John, Spencer Chainey, James Cameron, Michael Leitner, y Ronald Wilson. 2005. *Mapping Crime: Understanding Hot Spots*. Washington, DC: National Institute of Justice, <http://www.ojp.usdoj.gov/nij>.
- English, D. 1992. Geographical epidemiology and ecological studies. En *Geographical & Environmental Epidemiology. Methods for Small-Area Studies*, editado por P. Elliot, J. Cuzick, D. English y R. Stern, 3-13. New York: Oxford University Press.
- Fiorentino, Dary D., Dale E. Berger y Juan R Ramirez. 2007. Drinking and driving among high-risk young Mexican-American men. *Accidents Analysis & Prevention* 39: 16-21.
- Foody, G. M. 2006. GIS: health applications. *Progress in Physical Geography* 30 (5): 691-95.
- Forsström, Ake. 1984. Methodological approach to the study of commuting accidents. *Geografiska Annaler. Series B, Human Geography* 66 (1): 59-70.
- Fraser, Barbara. 2005. Traffic accidents scar Latin America's roads. *The Lancet* 366: 703-4.
- Frenk, Julio, José L. Bobadilla, Claudio Stern, Tomas Frejka y Rafael Lozano. 1991. Elementos para una teoría de la transición en salud. *Salud Pública de México* 33 (5): 448-462.
- Fuentes, Luis. 1989. *Técnicas en geografía médica*. México, D.F.: Editorial LIMUSA.
- Gálvez, Mieles. 1997. La organización espacial del sector terciario en la ciudad de Hermosillo. En *Ensamblados modernos. Rutas urbanas de la modernización hermosillense a fin de siglo*, coordinado por Eloy Méndez, 59-117. Hermosillo, Son.: El Colegio de Sonora.

- Goodchild, Michael y Robert Haining. 2005. SIG y análisis espacial de datos: perspectivas convergentes. *Investigaciones Regionales* 6: 175-201.
- H. Congreso del Estado de Sonora. 2007. Ley de Salud del Estado de Sonora. <http://www.congresoson.gob.mx> (11 de septiembre de 2007).
- H. Congreso del Estado de Sonora. 2007. Ley de Tránsito del Estado de Sonora. <http://www.congresoson.gob.mx> (11 de septiembre de 2007).
- Harries, Keith. 1999. *Mapping Crime: Principle and Practice*. Washington, DC: National Institute of Justice, <http://www.ojp.usdoj.gov>.
- Hasselberg, L., L. Laflamme y G. Fingbäck-Weitof. 2001. Socioeconomic differences in road traffic injuries during childhood and youth: a closer look at different kinds of road user. *Journal of Epidemiology and Community Health* 55: 858-62.
- Hidalgo-Solórzano, Elisa del Carmen, Martha Híjar, Julia Blanco-Muñoz y María de la Luz Kageyama-Escobar. 2005. Factores asociados con la gravedad de lesiones ocurridas en la vía pública en Cuernavaca, Morelos, México. *Salud Pública de México* 47 (1): 30-38.
- Híjar, M., M. Flores, M. V. López y H. Rosovsky. 1998. Alcohol intake and severity of injuries on highways in Mexico: a comparative analysis. *Addiction* 93 (10): 1543-51.
- Híjar-Medina, Martha. 2000. Utilidad del análisis geográfico en el estudio de las muertes por atropellamiento. *Salud Pública de México* 42: 188-93.
- Híjar, Marta, Lawrence Chu y Jess Kraus. 2000. Cross-national comparison of injury mortality: Los Angeles County, California and Mexico City, Mexico. *International Journal of Epidemiology* 29 (4): 715-21.

- Híjar, Martha C., Jess F. Kraus, Victor Tovar y Carlos Carrillo. 2001. Analysis of fatal pedestrian injuries in Mexico City, 1994-1997. *Injury, International Journal of the Care of the Injured* 32: 279-84.
- Híjar, Martha, Eduardo Vazquez-Vela y Carlos Arreola-Risa. 2003. Pedestrian traffic injuries in Mexico: A country update. *Injury Control and Safety Promotion* 10 (1-2): 37-43.
- Híjar, Martha, Armando Arredondo, Carlos Carrillo y Luis Solórzano. 2004. Road traffic injuries in an urban area in Mexico. An epidemiological and cost analysis. *Accident Analysis & Prevention* 36: 37-42.
- Hyder, Adnan A. y Margie Peden. 2003. Inequality and road-traffic injuries: call for action. *The Lancet* 362: 2034.
- IMPLAN Hermosillo. 2004. Plan de mejoramiento y modernización vial de Hermosillo. <http://www.hermosillo.gob.mx> (15 de octubre de 2006).
- IMPLAN. 2007. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Hermosillo. Actualización 2006. <http://www.implanhermosillo.gob.mx> (7 de septiembre de 2007).
- INSP. 2004. Panorama epidemiológico 1998-2002. <http://www.insp.mx> (3 de mayo de 2007).
- INEGI. 2004. *Cuaderno Estadístico Municipal. Hermosillo, Sonora*. Aguascalientes, Ags: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.
- INEGI. 2005. Series históricas de la Encuesta Nacional de Empleo Urbano. <http://www.inegi.gob.mx> (13 de septiembre de 2007).
- INEGI. 2006. II Conteo de Población y Vivienda 2005. <http://www.inegi.gob.mx> (4 de julio de 2006).

- INEGI. 2007. Principales resultados por localidad 2005 (ITER). <http://www.inegi.gob.mx> (17 de septiembre de 2007).
- Jayne, Mark, Sara L. Holloway y Gill Valentine. 2006. Drunk and Disorderly: Alcohol, Urban Life and Public Space. *Progress in Human Geography* 30 (4): 451-68.
- Jones, Andrew P., Ian Langford y Bentham Graham. 1996. The application of K-Funtion analysis to the geographical distribution of road traffic accident outcomes in Norfolk, England. *Social Science & Medicine* 42 (6): 879-85.
- Juan, Salvador. 2000. Las tensiones espacio-temporales de la vida cotidiana. En *La vida cotidiana y su espacio-temporalidad*, coordinado por Alicia Lindón, 123-46. España: Anthropos Editorial.
- Kaplan, George A. 2004. What's Wrong with Social Epidemiology, and How Can We Make It Better? *Epidemiologic Reviews* 26: 124-35.
- Keijzer, Beno. 2003. Hasta donde el cuerpo aguante: Género, cuerpo y salud masculina. En *La salud como derecho ciudadano*, coordinado por C. Cáceres, M. Cueto, M. Ramos y S. Vallenas, 137-52. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Khisty, C. Jotin y Cemal K. Ayvalik. 2003. Automobile Dominance and the Tragedy of the Land-Use/Transportation System: Some Critical Issues. *Systemic Practice and Action Research* 16 (1): 53-73.
- Lamy, Brigitte. 2006. Sociología urbana o sociología de lo urbano. *Estudios Demográficos y Urbanos* 21 (1): 211-25.
- Lawrence, Roderick J. 2005. Building Healthy Cities. The World Health Organization Perspective. En *Handbook of urban health: populations, methods*

and practice, editado por Sandro Galea y David Vlahov, 479-501. EUA: Springer.

Levine, Ned. 2004. *CrimeStat III: A Spatial Statistical Program for the Analysis of Metropolitan Crime Locations*. Washington, D.C.: Ned Levine & Associates and National Institute of Justice, <http://www.icpsr.umich.edu/crimestat>.

Levine, Ned. 2006. Houston, Texas, Metropolitan Traffic Safety Planning Program. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1969: 92-100.

Martínez-Piedra, Ramón, Enrique Loyola-Elizondo, Manuel Vidaurre-Arenas y Patricia Nájera. 2004. Paquetes de Programas de Mapeo y Análisis Espacial en Epidemiología y Salud Pública. *Boletín Epidemiológico* 25 (4): 1-8.

McIlvenny, Shirley et al. 2004. Rear seat belt use as an indicator of sage road behaviour in a rapidly developing country. *The Journal of The Royal Society for the Promotion of Health* 124 (6): 280-283.

Medina, Luis A. 2005. Proceso para autos modelo 1990 y anteriores. Protegerán 'carcachas'. *El Imparcial*, 20 de octubre, <http://www.elimparcial.com>.

Medina-Mora, Ma. Elena, Guillermina Natera y Guilherme Borges. 2002. Alcoholismo y abuso de bebidas alcohólicas. *Observatorio Mexicano en Tabaco, Alcohol y otras Drogas* : 11-25.

Meliker, Jaymie R., Ronald F. Maio, Marc A. Zimmerman, Hyungjin Myra Kim, Sarah C. Smith y Mark L Wilson. 2004. Spatial analysis of alcohol-related motor vehicle crash injuries in southeastern Michigan. *Accident Analysis & Prevention* 36: 1129-35.

- Mock, Charles, Olive Kobusingye, Le Vu Anh, Francis Afukaar y Carlos Arreola-Risa. 2005. Human resources for the control of road traffic injury. *Bulletin of the World Health Organization* 83 (4): 294-300.
- Pan American Health Organization y Health Analysis and Statistics Unit. 2006. *Health Situation in the Americas: Basic Indicators 2006*. Washington, D.C.: PAHO/WHO.
- Paulozzi, Leonard, George W. Ryan, Victoria E. Espitia-Hardeman y Yongli Xi. 2007. Economic development's effect on road transport-related mortality among different types of road users: A cross-sectional international study. *Accident Analysis & Prevention* 39: 606-17.
- Peden, Margie, Richard Scurfield, David Sleet, Dinesh Mohan, Adnan A. Hyder, Eva Jarawan, y Colin Mathers, eds. 2004. *Informe mundial sobre la prevención de los traumatismos causados por el tráfico*. Washington, D.C: Organización Panamericana de la Salud.
- Planzner, Rosemaire. 2005. *La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe. Situación actual y desafíos*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Plasencia, Antoni y Carme Borrell. 2001. Reducing socioeconomic inequalities in road traffic injuries: time for a policy agenda. *Journal of Epidemiology and Community Health* 55: 853-54.
- Puentes, Esteban. 2005. Accidentes de tráfico. Letales y en aumento. *Salud Pública de México* 47 (1): 3-4.
- Pyne, Hnin H., Mariam Claeson, y Maria Correia. 2002. *Dimensiones de Género del Consumo de Alcohol y Problemas Afines en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Mundial.

- Regidor, Enrique, Agustín Reollo, Ma. Elisa Calle y Vicente Domínguez. 2002. Fracaso en el control de víctimas por accidentes de tráfico en España. ¿La respuesta correcta a la pregunta equivocada? *Revista Española de Salud Pública* 76: 105-13.
- Renger, Ralph, Adriana Cimetta, Sydney Pettygrove y Rogan Seumas. 2002. Geographic Information Systems (GIS) as an Evaluation Tool. *American Journal of Evaluation* 23 (4): 469-79.
- Riquer, Florinda, Irma Saucedo y Patricia Bedolla. 1996. Agresión y violencia contra el género femenino: un asunto de salud pública. En *Sexualidad y salud reproductiva en México*, editado por A. Langer y K. Tolbert, 247-88. México: The Population Council, EDAMEX.
- Roberts, Ian y Carolyn Coggan. 1994. Blaming Children for Child Pedestrian Injuries. *Social Science & Medicine* 38 (5): 749-53.
- Rushton, Gerard. 1969. Analysis of spatial behavior by revealed space preference. *Annals of the Association of American Geographers* 59 (2): 391-400.
- Sabo, Don. 2000. *Comprender la salud de los hombres. Un enfoque relacional y sensible al género*. EUA: Harvard Center for Population and Development Studies.
- Sandoval, Sergio y Pablo Wong-González. 2005. Especialización regional, integración de proveedores e impactos locales. El nuevo proyecto de expansión de Ford-Hermosillo. *Región y Sociedad* 17 (33): 3-32.
- Simons-Morton, Bruce G. y Flaura Koplin. 2006. Translational research in child and adolescent transportation safety. *Evaluation & The Health Professions* 29 (1): 33-64.
- Skog, Ole-Jorgen. 2003. Alcohol Consumption and fatal accidents in Canada, 1950-98. *Addiction* 98: 883-93.

- SSA. 2006. Dirección General de Información en Salud. <http://www.salud.gob.mx> (26 de noviembre de 2006).
- Tapia, José A. 1998. La reducción del tráfico de automóviles: una política urgente de promoción de la salud. *Revista Panamericana de Salud Pública* 3 (3): 137-51.
- Tiwari, Geetam. 2003. Transport and land-use policies in Delhi. *Bulletin of the World Health Organization* 81 (6): 444-50.
- Toroyan, Tami y Margie Peden, eds. 2007. Youth and road safety. Geneva: World Health Organization, www.who.int/violence_injury_prevention/publications.
- Vann, Irvin B. y Garson G. David. 2001. Crime Mapping and Its Extension to Social Science Analysis. *Social Science Computer Review* 19 (4): 471-79.
- Whitelegg, J. 1987. A geography of road traffic accidents. *Transactions of the Institute of British Geographers* 12 (2): 161-76.
- World Health Organization. 2005. *Milestone in international road safety: World Health Day 2004 and beyond*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. 2006. *Helmets: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. Geneva: WHO, www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/en/index.html



EL COLEGIO
DE SONORA
B I B L I O T E C A
GERARDO CORNEJO MURRIETA

Anexo

Libro de códigos

| | Grupo | Variable | Definición | Valores | |
|----|--------------------------------|----------------------|--|---|--|
| 1 | Id | Folio | Folio de caso | | |
| 2 | Tipo de accidente | Tipo de accidente | Tipo de accidente | 1 = Colisión entre vehículos en mov. 2 = Colisión con objeto fijo 3 = Atropellamiento 4 = Volcamiento 5 = Salida del camino 6 = Caída del pasajero | |
| 3 | Medio de transporte o vehículo | Tipo de vehículo | unid_pat | Patrulla | |
| 4 | | | tipo_sedan | Tipo sedán | |
| 5 | | | tipo_pick | Tipo Pick up | |
| 6 | | | tipo_tonel | Tipo Tonelada | |
| 7 | | | camion_urb | Camión urbano | |
| 8 | | | tipo_taxi | Tipo taxi | |
| 9 | | | camion_par | Camión particular | |
| 10 | | | tipo_torto | Tipo torton | |
| 11 | | | tracto_ | Tractocamión (trailer) | |
| 12 | | | tipo_moto | Tipo Motocicleta | |
| 13 | | | tipo_bicic | Tipo Bicicleta | |
| 14 | | | carro_de_m | Carro de manos | |
| 15 | | | tren | Tren | |
| 16 | | | otros | Otros | |
| 17 | | | veh_nal | Vehículo nacional | |
| 18 | | | veh_ext | Vehículo extranjero | |
| 19 | | | veh_sp | Vehículo sin placas | |
| 20 | | Vehículo responsable | res_nac | Vehículo responsable nacional | |
| 21 | | | res_ext | Vehículo responsable extranjero | |
| 22 | | | res_sp | Vehículo responsable sin placas | |
| 23 | | | res_vehículo | Situación del vehículo responsable del accidente | |
| 24 | | | no_res_nac | Vehículo no responsable nacional | |
| 25 | | | no_res_ext | Vehículo no responsable extranjero | |
| 26 | | | no_res_sp | Vehículo no responsable sin placas | |
| 27 | | Tiempo | Mes | Mes del año en que ocurrió el accidente | 1 = Enero 2 = Febrero 3 = Marzo 4 = Abril 5 = Mayo 6 = Junio 7 = Julio 8 = Agosto 9 = Septiembre 10 = Octubre 11 = Noviembre 12 = Diciembre |
| 28 | | | Día_2 | Día de la semana en que ocurrió el accidente | 1 = Lunes 2 = Martes 3 = Miércoles 4 = Jueves 5 = Viernes 6 = Sábado 7 = Domingo |
| 29 | Día_3 | | Periodo de la semana en que ocurrió el accidente | 1 = Entre semana 2 = Fin de semana | |

| | | | | |
|----|--|-------------|---|--|
| 30 | | Hora2 | Hora de ocurrencia del accidente | 1:00 a 24:00 hrs. |
| 31 | | Hora3_rango | Lapso del día en que ocurrió el accidente | 1 = Matutino 2 = Vespertino 3 = Nocturno |

| | Grupo | Variable | Definición | Valores | |
|----|---------|--------------------|--|---|--|
| 32 | Lugar | Zona3 | Tipo de área (urbana o foránea) donde ocurrió el accidente | 1 = Zona urbana 2 = Zona foránea | |
| 33 | | Ubicación | Calles que indican la ubicación de la intersección en que ocurrió el accidente | | |
| 34 | Persona | Lesionados | pers._les | Total de personas lesionadas en accidente | |
| 35 | | | per.les.dicotom | Presencia de personas lesionadas en accidente | 1 = Si 2 = No |
| 36 | | | pers.les.hombre | Total de hombres lesionados en un accidente | |
| 37 | | | pers.les.mujeres | Total de mujeres lesionadas en un accidente | |
| 38 | | | les.cond.H.total | Total de hombres conductores lesionados | |
| 39 | | | les.cond.M.total | Total de mujeres conductoras lesionadas | |
| 40 | | | les.cond.total | Total de conductores lesionados | |
| 41 | | | les.acom.H.total | Total de hombres acompañantes lesionados | |
| 42 | | | les.acom.M.total | Total de mujeres acompañantes lesionadas | |
| 43 | | | les.acom.total | Total de acompañantes lesionados en accidente | |
| 44 | | | les.peat.H.total | Total de peatones hombres lesionados | |
| 45 | | | les.peat.M.total | Total de mujeres peatonas lesionadas | |
| 46 | | | les.peat.total | Total de peatones lesionados | |
| 47 | | | Defunciones | pers._muer | Número de personas muertas en el accidente |
| 48 | | occ.con.H | | Total de conductores hombres muertos en accidente | |
| 49 | | occ.con.M | | Total de conductoras mujeres muertas en accidente | |
| 50 | | occ.con.total | | Total de conductores muertos en accidente | |
| 51 | | occ.aco.H | | Total de acompañantes hombres muertos en accidente | |
| 52 | | occ.aco.M | | Total de acompañantes mujeres muertas en accidente | |
| 53 | | occ.acom.total | | Total de acompañantes muertos en accidente | |
| 54 | | occ.peat.H | | Total de peatones hombres muertos en accidente | |
| 55 | | occ.peat.M | | Total de peatones mujeres muertas en accidente | |
| 56 | | occ.peat.total | | Total de peatones muertos en accidente | |
| 57 | | Conductores ebrios | cond.ebrio.dicotomica | Conductor en estado de ebriedad | 1 = Si 2 = No |
| 58 | | | cond.ebrio2 | Sexo del conductor responsable en estado de ebriedad | 1 = Hombre 2 = Mujer |
| 59 | | | edad.38.rangos | Edad del conductor ebrio responsable (Grupos de edad) | Mismos valores que la variable #60 |
| 60 | Edad | edad.cond1.rango | Edad del conductor responsable (Grupos de edad) | 1 = 10 a 14 años 2 = 15 a 19 años 3 = 20 a 24 años 4 = 25 a 29 años 5 = 30 a 34 años 6 = 35 a 39 años 7 = 40 a 44 años 8 = 45 a 49 años 9 = 50 a 54 años 10 = 55 a 59 años 11 = 60 a 64 años 12 = 65 a 69 años 13 = 70 años y más | |
| 61 | | edad.cond.veh2 | Edad del conductor del vehículo 2 | Mismos valores que la variable #60 | |