

# LA RELACIÓN ENTRE LA CENTRALIDAD URBANA Y LOS ATROPELLAMIENTOS EN CIUDAD JUÁREZ, MÉXICO

Vladimir Hernández-Hernández\*  
Liliana De Haro-De León\*\*

Recibido en julio 7 de 2014, aceptado en octubre 23 de 2014

---

## Citar este artículo así:

Hernández-Hernández V, De Haro-De León L. La relación entre la centralidad urbana y los atropellamientos en Ciudad Juárez, México. *Hacia promoc. salud.* 2014; 19(2): 81-94.

---

## Resumen

**Objetivo:** Evaluar la relación espacial y estadística entre los usos de suelo comercial y de servicios y los atropellamientos en Ciudad Juárez. **Método:** Estudio longitudinal que utiliza datos de la Dirección General de Tránsito Municipal de Ciudad Juárez del 2008 al 2011. Se identifican las intersecciones de mayor riesgo mediante el análisis espacial. Se construyó una base de datos socioeconómicos y se realiza una correlación de Spearman para conocer la relación que existe entre las variables: atropellados y concentración de actividades productivas. **Resultados:** Se obtuvieron ocho zonas de análisis de tránsito. Los resultados indican que hay más riesgo de ser atropellado donde se presenta una mayor densidad de empleo en servicios y comercio, así como para la población de 60 años y más. **Conclusiones:** Existe un alto riesgo de atropellamientos en las zonas con alta jerarquía intraurbana asociadas con usos de suelo con vocación al comercio y servicios. La densidad de atropellamientos es mayor a lo largo de las principales vialidades urbanas.

## Palabras clave

Accidentes de tránsito, usos del suelo, estudios longitudinales, estadísticas no paramétricas (*fuentes: DeCS, BIREME*).

---

\* Licenciado en Geografía. Doctor en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, México. Autor para correspondencia. Correo electrónico: vladimir.hernandez@uacj.mx

\*\* Licenciada en Sociología. Estudiante de Doctorado en Ordenamiento Territorial y Geografía. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. Correo electrónico: liliana.deharo@uacj.mx

## THE RELATIONSHIP BETWEEN URBAN HIERARCHY AND PEDESTRIAN INJURY COLLISIONS IN CIUDAD JUÁREZ, MEXICO

### Abstract

**Objective:** To assess the spatial and statistical relationships between commercial land uses and pedestrian injury collisions in Ciudad Juárez. **Method:** Cross sectional study using data from the Municipal Transit Police from 2008 to 2011. Increased risk intersections are identified by spatial analysis. A socio-economic database and Spearman correlation were constructed to know the relationship between the variables: ran over and concentration of productive activities. **Results:** Eight traffic analysis zones were obtained. The results indicate that there is more risk of being hit where there is a higher density of employment in services and shops, as well as for over 60 years old people. **Conclusions:** There is a high risk of collisions in areas with high intra-urban hierarchy associated with land uses with a vocation to shops and services. The density of collisions is higher along major urban roads.

### Key words

Traffic accidents, land use, longitudinal studies, non-parametric statistics (*source: DeCS, BIREME*).

## A RELAÇÃO ENTRE A CENTRALIDADE URBANA E OS ATROPELAMENTOS EM CIDADE JUÁREZ, MÉXICO

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar a relação espacial e estatística entre os usos de solo comercial e de serviços e os atropelamentos em Cidade Juarez. **Método:** Estudo longitudinal que utiliza dados da Direção Geral de Trânsito Municipal de Cidade Juarez de 2008 até 2011. Identificaram se as intersecções de maior risco mediante a análise espacial. Construiu uma base de dados socioeconômicos e se realiza uma correlação de Spearman para conhecer a relação que existe entre as variáveis: atropelados e concentração de atividades produtivas. **Resultados:** Obtiveram se oito zonas de análise de trânsito. Os resultados indicam que há mais risco de ser atropelado onde se apresenta uma maior densidade de emprego em serviços e comercio, assim como para a povoação de 60 anos e mais. **Conclusões:** Existe um alto risco de atropelamentos nas zonas com alta jerarquia intra-urbanas associadas com usos de solo com vocação ao comercio e serviços. A densidade de atropelamentos é maior ao longo das principais viabilidades urbanas.

### Palavras chave

Acidentes de trânsito, usos do solo, estudos longitudinais, estatísticas não paramétricas (*fonte: DeCS, BIREME*).

## INTRODUCCIÓN

Los atropellamientos son una de las principales causas de mortalidad en el mundo, representan entre el 40 y 75% de las lesiones causadas por el tránsito, estos eventos impactan tanto a los países en desarrollo como a los desarrollados (1). A pesar de la universalidad, las mayores tasas de mortalidad se registran en los países de ingresos bajos y medios. Además de los sociales también implican importantes costos económicos, por lo anterior la Organización Mundial de la Salud (OMS) definió al tema como un gran problema de salud pública que es necesario atender (2).

A nivel agregado y mundial, más de la mitad de las muertes notificadas por accidentes de tránsito se registran en 10 países, en orden de magnitud: India, China, Estados Unidos, Federación de Rusia, Brasil, Irán, México, Indonesia, Sudáfrica y Egipto; en total los países previamente mencionados representan el 56% de la población mundial (2). La tasa de mortalidad por siniestros viales que registra México es una de las más altas del mundo. Mientras en México se registra una tasa de mortalidad de 20,7 fallecimientos por cada 100.000 habitantes, países como Suiza, Japón, Suecia y el Reino Unido tienen tasas inferiores a 5,0, incluso países latinoamericanos como Colombia (11,7) y Chile (13,7) tienen menores valores de mortalidad (1).

De acuerdo con el reporte emitido por la OMS en el 2009 en la región denominada de las Américas y el Caribe, las muertes por atropellamiento son más frecuentes en Latinoamérica y el Caribe; en contraste, el problema en Estados Unidos y Canadá gira, en gran parte, en torno a los ocupantes de vehículos. En la región de las Américas la mortalidad por accidentes de tránsito se coloca como la primera y segunda causa en los grupos de edad de 5 a 44 años. Lo anterior, según la OMS, se ha vinculado a un crecimiento urbano que no se acompaña de una adecuada planificación y provisión de transporte accesible y seguro, sino por

el contrario promueve la utilización de transporte privado e individual (3).

Los atropellamientos son endémicos en las principales zonas urbanas del mundo (4, 5), incluidas las ciudades de México (6-9) entre ellas Ciudad Juárez (10). En los estudios revisados el riesgo por atropellamiento es atribuido a factores del entorno urbano, ambientales y sociodemográficos. Así mismo, en la literatura del tema se destaca la necesidad de identificar los aspectos y la relación del ambiente urbano que influyen en la distribución de los atropellamientos en las zonas urbanas (6-10). En este contexto, es pertinente analizar la distribución espacial de los atropellamientos en Ciudad Juárez y su relación con los usos de suelo. Diversos estudios en el Reino Unido, Estados Unidos, integrantes de la Unión Europea y países en desarrollo como México señalan la influencia de los usos de suelo en conjunto con algunas características sociodemográficas en la incidencia de los accidentes de tránsito, y en especial de los atropellamientos (9-14, 15).

En cuanto a los aspectos demográficos, el principal grupo de riesgo en la actualidad lo representan los jóvenes. Los trabajos en este ítem señalan que el rango de edad comprendido entre los 17 y 24 años es aquel en el que se observan mayores consecuencias. El riesgo en este grupo es entre dos y tres veces mayor que el de cualquier conductor, además de que por cada conductor joven que muere, 1,3 personas, ya sean peatones o acompañantes, fallecen (15, 16). Esto debido a que desplazarse en automóvil es de siete a nueve veces más seguro que hacerlo en bicicleta o a pie; sin embargo, los ocupantes de vehículos corren un riesgo 10 veces mayor que los pasajeros de autobuses (2).

En Ciudad Juárez, el área urbana se expande de una manera rápida y dispersa, una de las causas es resultado de la dinámica demográfica, concatenado a las políticas de industrialización y de vivienda (17). Durante los últimos 50 años la población se incrementó en cerca de un millón de

habitantes, en el 1960 se contabilizó en la ciudad un total 262.119 habitantes, con una densidad de 215,08 habitantes por hectárea; para 2010 la zona urbana acumulaba un total de 1'321.111 habitantes con una densidad de 42 habitantes por hectárea. En suma, la superficie urbana se quintuplicó y la densidad de población disminuyó, lo cual presenta un escenario disperso que implica el recorrido de distancias y tiempo mayores para acceder a los lugares de empleo, de servicios y comercios (18).

El Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadana del Municipio de Juárez señala que los atropellamientos son el segundo tipo de incidentes viales (en primer lugar se ubican los choques). Sin embargo, los atropellamientos tienen impactos sociales y económicos muy importantes, así como consecuencias de largo plazo, es decir, los afectados presentan lesiones graves e irreparables o la muerte (19). Las referencias consultadas sobre los trabajos realizados en la ciudad se centran en utilizar como unidad espacial de análisis a zonas censales; sin embargo, a nivel de las intersecciones no se tienen referencias de trabajos. En consecuencia, este trabajo buscará aportar al estudio de los accidentes de tránsito tomando como unidad de análisis a las intersecciones con mayor riesgo para los peatones.

Debido a la importancia del tema, esta investigación llevó a cabo un estudio entre la centralidad urbana y los atropellamientos. Se entiende por centralidad la distribución espacial jerárquica de los principales centros de Ciudad Juárez, estos generalmente definidos por las actividades económicas y su nivel de accesibilidad física (14). Considerando que los peatones son los más vulnerables a sufrir accidentes de tránsito o están en riesgo de sufrirlos. La propuesta fue indagar la relación entre el factor físico-urbano con el factor social en el área de estudio, identificando las variaciones espaciales. Si se conoce la influencia de estos elementos o características urbanas es probable que se pueda disminuir el riesgo y prevenir los accidentes con propuestas preventivas (20, 21).

Para los países como México el reto es lograr un mayor crecimiento económico y que este, a su vez, se conjugue con un mayor desarrollo. Según las estimaciones, el crecimiento económico se asocia con una mayor demanda de transporte, lo cual es especialmente visible en el uso de automóviles. Se estima que para 2030 habrá en el mundo cerca de dos mil millones de vehículos con un mínimo de cuatro ruedas (incluyendo automóviles, camiones y autobuses). De estos, cerca del 56% se localizarán en los países en desarrollo (22), lo que implica que, de no tomarse las medidas adecuadas, la situación de inseguridad vial se agravará. Este punto ilustra la importancia de mantener una visión integral del problema en su definición y solución.

El objetivo de este estudio fue establecer la asociación espacial y estadística entre los atropellamientos como variable dependiente, y los usos de suelo con funciones de comercios y servicios como variables independientes. La consideración empírica de las variables puede tener al menos dos aplicaciones prácticas. La primera, cuantificar el peso específico de variables de tipo urbano en la incidencia de los atropellamientos, lo anterior es una aportación para todos aquellos con injerencia en la definición de políticas públicas, incluidas la de salud. La segunda es la promoción de la salud para favorecer comportamientos más seguros, reducir el riesgo por accidentes de tránsito.

### **Zona de estudio**

Los datos de accidentes de tránsito y las variables independientes corresponden a la zona urbana de Ciudad Juárez. Esta se localiza al norte de México, en el estado de Chihuahua, colindante con la ciudad de El Paso, Texas (Estados Unidos). El total de población censada en la ciudad durante 2010 ascendió a 1'321.111 habitantes; mientras la superficie urbana se estima en 353 km<sup>2</sup>. Por su nivel de población, la ciudad se posiciona como una de las 10 principales ciudades en México.

## MATERIALES Y MÉTODO

Se diseñó un estudio longitudinal con información de accidentes de tránsito proporcionada por la Dirección General de Tránsito Municipal (DGTM) de Ciudad Juárez durante el período de enero de 2008 a julio de 2011. Para la construcción de las variables independientes se utilizaron los datos del Censo Económico 2004 y del Censo de Población y Vivienda 2005, ambas bases recopiladas y procesadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Se utilizaron técnicas espaciales para la estimación de densidad de puntos y estadística no paramétrica.

### Recopilación de los datos

Los datos proporcionados por la DGTM consistieron en cuatro bases de datos: tres con información para los años de 2008, 2009 y 2010, y el correspondiente al 2011 con registros hasta julio. Las bases de datos de accidentes contienen la intersección de calles y avenidas del evento, información recopilada por los peritos de tránsito. De las bases de datos se seleccionaron los registros de atropellamientos los cuales se geocodificaron con un programa de información geográfica comercial (ArcMap 10.1®).

Del Censo Económico 2004 se recopiló la variable población ocupada en los sectores de comercios y servicios, estos corresponden al sector terciario, entendiéndose por sector secundario a los empleos de la industria y al primario los dedicados a la agricultura y pesca. La decisión de considerar el empleo en comercios y servicios se debió a la disponibilidad de esta información y su utilización en trabajos previos (9-11, 14, 18, 20). Del censo de población se recopilaron las variables demográficas concernientes a población menor a cinco años, y mayor a 65 años. Lo anterior para evaluar el riesgo en estos grupos de edad considerados los más vulnerables (9-11). La información de los censos agregada a nivel de las denominadas áreas geostadísticas básicas conocidas como ageb (unidad mínima de información censal).

### Definición de zonas de análisis de tránsito

A partir de los datos de atropellamientos geocodificados se definió el criterio de más de cuatro eventos por intersección para construir zonas de análisis de tránsito (ZAT). A partir de cada intersección identificada se delimitó un área de influencia de 1.000 metros, esto se denominó ZAT. El siguiente paso consistió en la integración de los datos del Censo de Vivienda y Población del 2005 y del Censo Económico del 2004 y de los atropellamientos en el área de influencia. Las variables consideradas fueron: a) total de atropellamientos, b) población total y por grupos quinquenales, c) empleo total de comercio y servicios.

Una ZAT puede incluir una proporción de una o más ageb, con el propósito de homogenizar la información a nivel de la unidad de análisis (ZAT) se utilizó la siguiente fórmula:  $(E_i = \sum_j \frac{A_{j,i}}{A_j} * E_j)$  para conocer el total de empleo y de población en las ZAT. Partiendo del supuesto de una repartición homogénea del empleo y la población en el ageb.

Donde:

$E_i$  = Total de empleo o población en la ZAT.

$E_j$  = Total de empleo o población en el ageb.

$A_{j,i}$  = Área del bloque del ZAT en el ageb.

$A_j$  = Área del ageb.

Para conocer el valor de asociación entre los atropellados, la población y el empleo terciario se utilizó la correlación de Spearman (22). Esta modalidad de correlación no paramétrica se utiliza para conocer la relación entre dos variables.

$$rs = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2-1)}$$

Donde:

$rs$  = Coeficiente de correlación entre variables.

$D^2$  = Diferencias entre los rangos ("X" y "Y").

$N$  = Número de datos.

La información se procesó con dos programas especializados. Por una parte, para el análisis espacial se hizo uso de un sistema de información geográfico (ArcMap 10.1®); mientras que para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v.19®.

## RESULTADOS

En esta sección se analiza estadísticamente y se muestran cartográficamente los resultados del trabajo de investigación. Durante el período de estudio se registraron 1.248 atropellamientos. En primer lugar, se realizó un análisis temporal y derivado del mismo se determinó que los meses enero, abril y mayo del período considerado son los de mayor riesgo pues en conjunto concentran el 30% de los atropellamientos. Por lo que respecta a los días de mayor frecuencia de atropellamientos estos son los viernes y sábados donde el porcentaje se eleva en un 19,5%. En cuanto al período del día de mayor riesgo el 42% de los atropellamientos ocurren entre las 14:00 y las 20:00 horas.

Identificar la distribución temporal de los atropellamientos puede orientar a los hacedores de políticas públicas porque les ayuda a responder el cuestionamiento de: ¿Cuándo poner en práctica planes de acción preventivos? A partir de los resultados, los atropellamientos se registran en mayor medida durante las horas de mayor flujo vehicular del día. En Ciudad Juárez y en la mayoría de las principales ciudades de México los horarios escolares coinciden con el inicio de las jornadas laborales. Lo cual induce mayor tráfico en las principales avenidas y cerca de las zonas escolares.

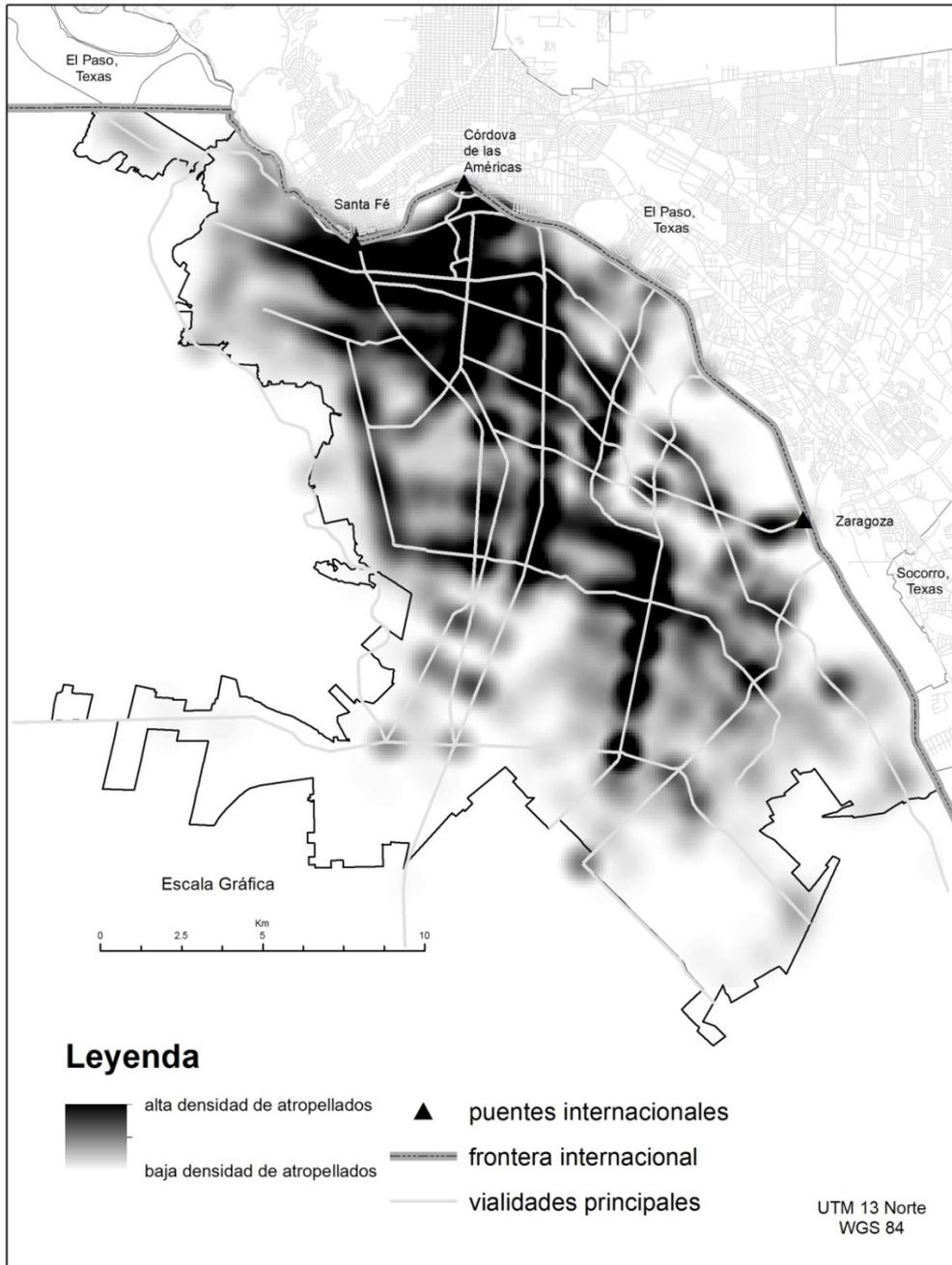
En segundo lugar, se analiza el resultado del proceso de densidad de puntos (densidad de Kernel), el Mapa 1 es útil porque permite visualizar y analizar patrones espaciales que no son posibles

analizarlos con los elementos individuales. El análisis mostró la concentración de los eventos en zonas muy específicas de la ciudad: zonas centro-norte; sur-oriente. La zona centro-norte se caracteriza por concentrar las principales fuentes de empleo de comercios y servicios en la ciudad, es la zona con alta accesibilidad y de mayor consolidación urbana. Mientras que en la zona sur-oriente predomina más mezcla de usos de suelo, principalmente de tipo industrial, residencial y en menor medida de comercios y servicios.

El patrón espacial de la densidad de atropellamientos coincide con el trazo suroriente de la expansión urbana de la ciudad (condicionado por la frontera internacional con Estados Unidos y la Sierra de Juárez al oeste de la ciudad). Este análisis si bien no es exhaustivo ya permite visualizar la concentración de los atropellamientos, en términos de políticas de prevención ya es un insumo porque una vez identificados los agrupamientos de peligro, podrían realizarse acciones específicas; por ejemplo, auditorías viales en las zonas conflictivas.

Hasta el momento se ha dado respuesta a dos cuestionamientos: cuándo y dónde se registran la mayor cantidad de atropellados en la zona urbana de Ciudad Juárez. A partir del análisis de densidad de puntos se esbozó la relación que existe entre los atropellamientos y características del entorno urbano, y que se han probado en otros trabajos de investigación como son la densidad de población y los usos de suelo.

La georreferenciación de los atropellamientos dio como resultado ocho intersecciones con mayor riesgo para los peatones. En el Mapa 2 se pueden identificar las intersecciones peligrosas, un dato interesante es el total acumulado de atropellados en las zonas de análisis de tránsito que equivale al 25% del problema en la ciudad. Por lo tanto, si se toman medidas puntuales en esos sitios el impacto en la salud y bienestar de la población será importante.



Fuente: Elaboración propia con datos de la DGTM, Ciudad Juárez.

**Mapa 1. Densidad de atropellamientos en Ciudad Juárez, 2008-2011.**

Ahora bien, las intersecciones se ubican en las principales centralidades de la ciudad. Aquellas donde predominan usos de suelo comercial y de servicios, bajas densidades de población. La primeras tres zonas de conflicto se localizan a lo largo del eje principal de la ciudad, la sección urbana de la carretera Panamericana. La primera en la sección tradicional de la ciudad, el centro histórico, que se caracteriza por una alta concentración de peatones, y un intenso flujo vehicular. La siguiente zona se ubica en la zona de más alta centralidad en la ciudad conocida como Pronaf. Y la tercera en la intersección de la Avenida Tecnológico y La Raza.

El segundo eje de mayor riesgo en la ciudad es la Avenida Manuel Gómez Morín, esta zona se está convirtiendo en una nueva centralidad urbana con vocación central en los servicios de diversión, bares y restaurantes. Estas condiciones deberán tomarse en cuenta por el riesgo que implica y que se puede esbozar ya con los datos de este estudio. El tercer eje de mayor riesgo es el Boulevard

Zaragoza, este a diferencia de los dos ejes viales anteriores se caracteriza por la mezcla de usos de suelo –industrial, de comercios y servicios, y residencial–.

En cuanto al análisis de las variables de población y de empleo se obtuvieron los siguientes resultados (véase Tabla 1). En la densidad de población el mayor valor se registró en la ZAT del Boulevard Zaragoza y Av. De las Torres con 104 habitantes/hectárea; en contraste, la intersección de el Boulevard Manuel Gómez Morín y Francisco Villareal registró 12 habitantes/hectárea. En general, las zonas de estudio se caracterizan por densidades bajas de población. En cambio para la densidad de empleo, las condiciones se presentan diferentes como en el caso de la ZAT 6 (Av. 16 de Septiembre y Benito Juárez) y 7 (Paseo Triunfo de la República y Adolfo López Mateos) que registran muy alta densidad de empleo, con 44 y 36 empleos por hectárea; en general, la densidad de empleo se mantiene en el rango medio.

**Tabla 1. Densidad de población y empleo en las ZAT**

Número de la ZAT	Intersecciones	Densidad de población	Densidad de empleo
1	Bulv. Zaragoza e Independencia	58	24
2	Bulv. Zaragoza y Oscar Flores Sánchez	51	10
3	Manuel Gómez Morín y Francisco Villareal	12	3
4	Manuel Gómez Morín y Paseo de la Victoria	28	32
5	Bulv. Zaragoza y De las Torres	104	27
6	16 de Septiembre y Benito Juárez	68	44
7	Paseo Triunfo y López Mateos	24	36
8	Tecnológico y De la Raza	35	27

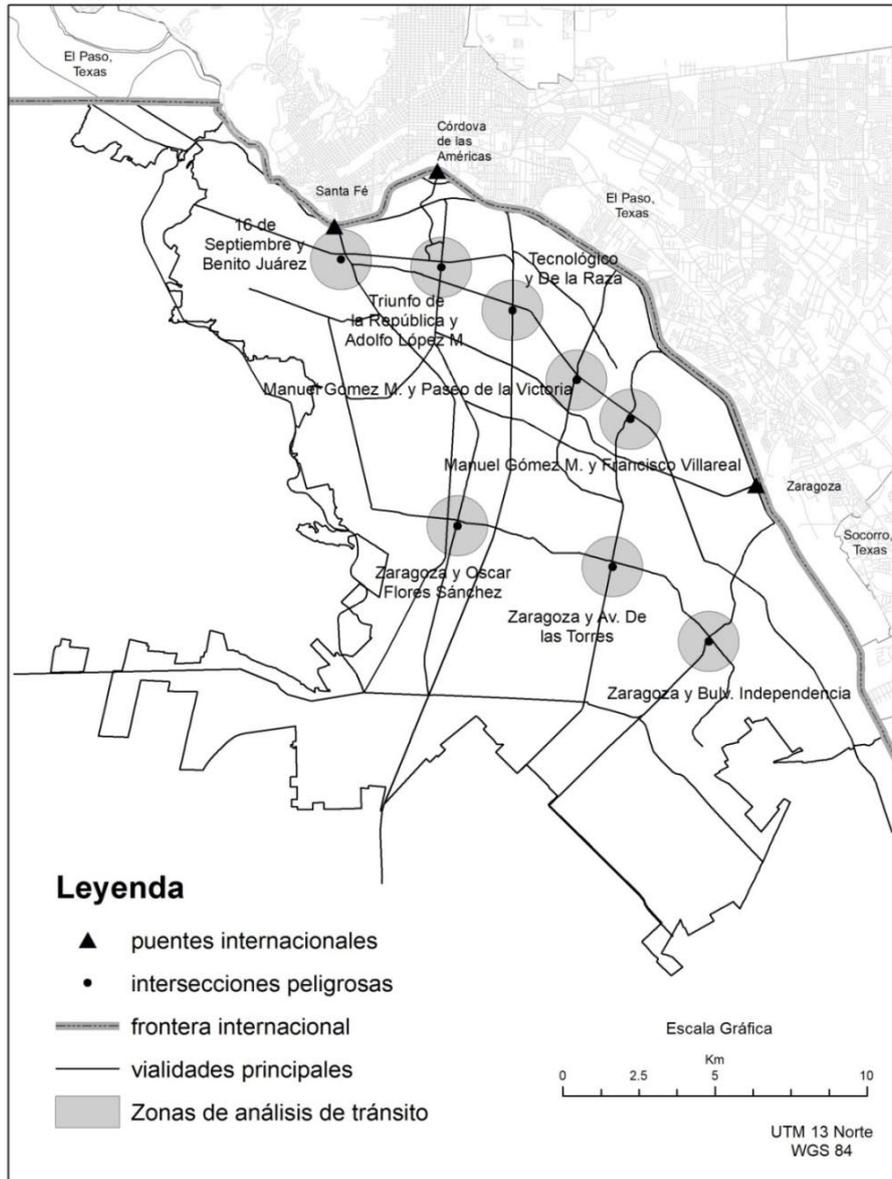
*Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI.*

Finalmente, en la Tabla 2 se muestran los resultados de la correlación de Spearman, los cuales indican que la relación entre los atropellamientos y la densidad de empleos en comercios y servicios es positiva, alta y estadísticamente significativa.

Por lo que respecta a las variables de edad, solo la relación de población de 65 años y más resultó como se esperaba. Lo anterior, es consistente con los estudios previos, tanto nacionales como internacionales, que indican la influencia positiva

del uso de suelo comercial en la incidencia de los accidentes de tránsito, incluidos los atropellamientos (9-11, 14). Por otra parte, las personas de la tercera edad son las más expuestas a sufrir un atropellamiento; en Ciudad Juárez la población de estos grupos de edad, en su

mayoría, habita en las áreas donde se mantiene una alta jerarquía urbana, que coincide con bajas tasas de densidad poblacional y usos de suelo de comercios y servicios, las restantes categorías no son significativas en este trabajo. (Véase Tabla 2).



**Mapa 2. Intersecciones peligrosas en Ciudad Juárez, 2008-2011.**

*Fuente: Elaboración propia con datos de la DGTM, Ciudad Juárez.*

**Tabla 2. La relación entre los atropellamientos y las densidades de empleo y población en Ciudad Juárez, 2008-2011**

Categorías	Total de atropellados
Densidad de empleo total	0,663
Densidad de empleos, comercio y servicios	0,843**
Densidad de empleo manufactura	-0,012
Densidad de población total ZAT	0,530
Densidad de población de 0 a 4 años	0,241
Densidad de población de 5 a 11 años	0,253
Densidad de 12 a 14 años	0,253
Densidad de 15 a 64 años	0,530
Densidad más de 65 años	0,916**
Total de población en la ZAT	0,530

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*Fuente: Elaboración propia con datos de la DGTM y el INEGI.*

## DISCUSIÓN

La discusión teórica relativa a la influencia de factores urbanos (densidad de población, jerarquía urbana, usos de suelo) y los atropellamientos evidenció que existe una relación positiva con las áreas donde se concentran actividades del sector terciario: servicios y comercios. La diversidad de usos de suelo y la jerarquía intraurbana (con la variable aproximada de empleo terciario) de las zonas de análisis de tránsito analizadas en esta investigación incrementa la probabilidad de que ocurra un atropellamiento. Por lo tanto, esta investigación aportó evidencia empírica coincidente con el marco teórico-conceptual.

El estudio mostró que en áreas muy específicas de la ciudad se registra un elevado patrón de atropellamientos. Lo anterior fue evidente a partir del análisis espacial donde los “puntos calientes” se localizan en la zona central de la ciudad y a lo

largo de los principales corredores viales. Cada una de estas zonas tiene características especiales que contribuyen e incrementan el riesgo a los usuarios vulnerables; por lo tanto, cada zona deberá de poner en práctica medidas específicas principalmente preventivas y de control para atender el problema. Entre las medidas recomendadas se posicionan por su beneficio y bajo costo: proponer la práctica de auditorías de seguridad vial y con sus resultados poner en marcha las mejoras que no necesariamente son complicadas o de elevado costo.

Muchos de los atropellamientos están localizados en la zona centro de Ciudad Juárez, esta zona como en muchas ciudades de la región, concentra altas concentraciones de vendedores ambulantes, terminales de transporte público y tráfico de vehículos particulares. Uno de los principales retos para la seguridad vial es cómo evitar la lucha por el espacio público entre los actores previamente señalados. Tareas como la anterior es materia no

solo de las instituciones de la salud, sino también de todas aquellas relacionadas con la gestión y administración urbana. Por lo tanto, este tipo de trabajos pone en la mesa de discusión el abordaje multidisciplinario del tema de los atropellamientos.

Algunas de las experiencias o intervenciones que buscan reducir los impactos de los atropellamientos en las zonas urbanas se centran en dos acciones centrales: a) reducir el riesgo mediante la descentralización de las rutas de transporte público en las zonas centrales de las ciudades, y b) limitar la apropiación del espacio público por parte de los vendedores ambulantes. Ambas opciones han mostrado reducir el riesgo y las interacciones entre los usuarios vulnerables y los vehículos de motor.

En los corredores al suroriente de la ciudad las medidas deberán observar la dinámica particular de la zona, que se caracteriza por velocidades más elevadas en comparación con las zonas centrales de la ciudad, avenidas de entre seis y ocho carriles que impiden un desplazamiento seguro de los transeúntes debido a la ausencia de medidas preventivas por ejemplo: medianas, señales preventivas, puentes peatonales. Aquí los atropellamientos se registran en las horas pico y los días hábiles.

Uno de los mayores avances en la investigación fue el reconocimiento de que los incidentes viales no se distribuyen homogéneamente a lo largo de la red vial, encontrándose una acumulación en ciertos puntos de la vía o en ciertas áreas habitacionales, comerciales o de servicios. Lo anterior es consistente con la literatura del tema, por ejemplo los trabajos previos en México; en particular, los efectuados en Tijuana, Ciudad Juárez y la Ciudad de México señalan que las características físicas del entorno (incluida la densidad de población y los usos de suelo) incrementan la probabilidad de los accidentes de tránsito (7-10, 14).

Ahora bien, al comparar los resultados de esta investigación con los trabajos de otros contextos,

la dimensión que sobresale es la relativa a los usos de suelo. Investigaciones en el contexto de países desarrollados (Estados Unidos, Canadá, Inglaterra) demostraron que un aumento en la proporción de usos de suelo mixto y comercial impacta positivamente en la frecuencia de accidentes de tránsito (20, 21, 24-29).

En cuanto al riesgo en intersecciones viales, otro estudio indica que la mezcla de vehículos (mayores flujos) y algunas características de los peatones (edad, condición económica) incrementan la gravedad de las lesiones de los usuarios vulnerables. Además, el estudio en mención identificó que el 22% de los accidentes de tránsito están localizados en las intersecciones (30). En Baltimore, Estados Unidos, se evaluaron las condiciones urbanas concluyendo la relación estadísticamente significativa y negativa entre la gravedad de las lesiones por atropellamientos y las áreas centrales de la ciudad. Este resultado, que de primera instancia parece ser contrario a los resultados obtenidos en Ciudad Juárez, no lo es del todo porque las áreas centrales de ciudades como Baltimore presentan baja densidad de población residente (31).

## CONCLUSIONES

Este trabajo empleó análisis espacial en combinación con estadística no paramétrica para analizar la relación entre los usos de suelo, centralidades urbanas y atropellamientos en Ciudad Juárez, Chihuahua. Los resultados obtenidos a nivel intersección muestran las ventajas de construir dichas unidades de análisis. Los datos obtenidos a nivel de ZAT en esta investigación resaltan la relación de los peatones con los usos de suelo. La densidad de empleo y población para cada ZAT, revelan que existe más concentración para aquellos lugares donde se ofertan servicios y comercios, como lo son las zonas de alta jerarquía urbana.

Abordar el estudio a este nivel permitió conocer datos microespaciales y localizar cerca del 25% de los atropellamientos en ocho intersecciones. Esto ayuda a conocer más de cerca la problemática, y con la participación de los tomadores de decisión proponer las mejoras en la zona de estudio.

El proceso metodológico favoreció e identificó los puntos de conflicto, posteriormente se analizó una causa que los provoca. La mayoría de los estudios que abordan la relación entre los atropellamientos y en general de los accidentes de tránsito, se han llevado a cabo en países desarrollados y también se han centrado en las principales características individuales. Este trabajo, si bien contribuye al conocimiento del tema, es relevante por la relación que realiza con el entorno urbano. Y con datos modestos: censos de población y económicos se alcanza el objetivo planteado al inicio del trabajo.

Finalmente, cabe mencionar de manera sucinta que en Ciudad Juárez entre el 2010 y 2011 se impulsaron medidas preventivas para reducir tanto el impacto como el número de los accidentes de tránsito. Fue un esfuerzo intergubernamental liderado

por la OPS y la Secretaría de Salud de México (Gobierno Federal). Es decir, el tema ingresó a la agenda pública con presupuesto y apoyo político. Sin embargo, los cambios de las administraciones públicas (local y federal) repercutieron en una disminución del apoyo económico, además de una aparente reducción del problema (para el año 2008 se registraron 9.187 incidentes, y datos para el 2011 con un total de 4.644) tuvieron como consecuencia la desaparición del tema de la agenda gubernamental. En la actualidad las cifras de accidentes tienden a la alza (5.480 accidentes de tránsito durante 2012), lo cual hace imperante la investigación académica y propuestas que involucren a los sectores públicos y privados con atribuciones en el tema de la seguridad vial.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (Conacyt) por el apoyo prestado para la realización de esta investigación a través del proyecto: Ciencia Básica CB-2010-01-153018.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Informe sobre la situación mundial de seguridad vial. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2009.
2. Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder AA, Jarawan E, Mathers C, editores. Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2004.
3. OPS. Informe sobre el Estado de la Seguridad Vial en la Región de la Américas. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2009.
4. Hijar M, Carrillo C, Flores M, Anaya R, López V. Risk factors in highway traffic accidents: A case control study. *Accident Analysis and Prevention*. 2000; 32:703-709.
5. Hijar M, Chu LD, Kraus JF. Cross-national comparison of injury mortality: Los Angeles County, California and Mexico City, Mexico. *International Epidemiological Association*. 2000; 29:715-721.
6. Hijar M, Kraus JFT, Tovar V, Carrillo C. Analysis of fatal pedestrian injuries in Mexico City, 1994-1997. *Injury*. 2001; 32:279-284.
7. Hijar M, Trostle J, Bronfman M. Pedestrian injuries in Mexico: A multi-method approach. *Accident Analysis and Prevention*. 2003; 37(1):125-135.
8. Hijar M, Vázquez-Vela E, Arreola-Risa C. Pedestrian traffic injuries in Mexico: A country update. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. 2003; 10:37-43.
9. Fuentes C, Hernández V. La Estructura Espacial Urbana y la Incidencia de Accidentes de Tránsito en Tijuana, B.C. (2003-2004). *Frontera Norte*. 2009; 21:1591-1607.
10. Fuentes C, Hernández V. Spatial environmental risk factors for pedestrian injury collisions in Ciudad Juárez, Mexico (2008-2009): implications for urban planning. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. 2013; 20(2):169-178.
11. Gouvea VB, Sampedro A. Efecto de los elementos de la infraestructura viaria sobre la seguridad de la circulación; 2005 [acceso 4 de junio de 2014]. Disponible en: [http://aquarius.ime.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(1\).pdf](http://aquarius.ime.br/~webde2/prof/vania/pubs/(1).pdf)
12. Licnerski JR. Las grandes intervenciones urbanas como espacio de Centralidad. I Congreso de Urbanismo y Ordenación del Territorio, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos; 2008 [acceso 2 de junio de 2014]. Disponible en: [http://www.ciccp.es/biblio\\_digital/Urbanismo\\_I/congreso/pdf/050102.pdf](http://www.ciccp.es/biblio_digital/Urbanismo_I/congreso/pdf/050102.pdf)
13. Hernández V. Gestión integral de los desastres. La percepción del riesgo en el tránsito como una de las causas de los accidentes. Tijuana: Colegio de la Frontera Norte; 2007.
14. Fuentes CM. La Forma Urbana y la Incidencia de Atropellamientos. En: Hernández V, coordinador. *Geografía del Riesgo Vial. Siniestros de Tránsito en Ciudad Juárez*. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; 2012. p.73-95.
15. ERSO: European Road Safety Observatory [Internet]. European Commission: ERSO; [acceso 18 de mayo de 2014]. Novice Driver. Disponible en [http://www.erso.eu/knowledge/Fixed/06\\_young/novice%20drivers.pdf](http://www.erso.eu/knowledge/Fixed/06_young/novice%20drivers.pdf)
16. Clark DD, Ward P, Bartle C, Truman W. Young driver accidents in UK: the influence of age, experience, and time of day. *Accident Analysis and Prevention*. 2006; 38(5):871-878.
17. Instituto Municipal de Investigación y Planeación. Plan de Desarrollo Urbano, 2009. Ciudad Juárez: Ayuntamiento de Juárez; 2009.
18. Fuentes CM. La estructura urbana y las diferencias espaciales en los tiempos de traslado del viaje al trabajo en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios Demográficos y Urbanos*. 2008; 23(1):55-81.

19. Observatorio de seguridad y convivencia ciudadanas del municipio de Juárez, Chihuahua. Boletín No. 4. Ciudad Juárez; 2010.
20. Graham DJ, Glaister S. Spatial variation in road pedestrian casualties: The role of urban scale, density and land-use mix. *Urban Studies*. 2003; 40(8):1591-1607.
21. Loukaitou Anastasia-Sideris. Is it Safe to Walk? Neighborhood Safety and Security Considerations and Their Effects on Walking. *Journal of Planning Literature*. 2006; 20:219-232.
22. Dargay J, Dermot G, Martin S. Vehicle ownership and income growth, worldwide: 1960-2030. *Energy Journal*. 2007; 28(4).
23. Daniel, W. *Bioestadística*. México: Editorial Limusa; 1999.
24. Noland RB, Mohammed AQ. A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention*. 2004; 36(6):973-984.
25. Cheng W, Simon PW. Experimental evaluation of hotspot identification methods. *Accident Analysis and Prevention*. 2005; 37(5):870-881.
26. Aguero-Valverde J, Jovanis PP. Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accident Analysis and Prevention*. 2006; 38(3):618-625.
27. Lo BPY. Validating crash locations for quantitative spatial analysis: a GIS-based approach. *Accident Analysis and Prevention*. 2006; 38(5):879-886.
28. Miranda-Moreno LF, Morency P, El-Geneidy AM. The link between built environment, pedestrian activity and pedestrian-vehicle collision occurrence at signalized intersections. *Accident Analysis and Prevention*. 2011; 43(5):1624-1634.
29. Ukkusuri S, Miranda-Moreno LF, Ramadurai G, Isa-Tavarez J. The role of built environment crash frequency. *Safety Science*, 2012; 50(4):1141-1151.
30. Koh PP, Wong YD, Chandrasekar P. Safety evaluation of pedestrian behavior and violations at signalized pedestrian crossing. *Safety Science*. 2014; 70:143-152.
31. Clifton KJ, Burnier CV, Akar G. Severity of injury from pedestrian-vehicle crashes: What can we learn from examining the built environment? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2009; 14(6):425-436.