ISSN 0188-7297

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Propuesta para el mejoramiento de la seguridad de usuarios vulnerables en cruceros viales, a partir de un modelo de microsimulación

Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz
Abraham Cortés Ronquillo
Raúl Beristain Álvarez

Publicación Técnica No. 550
San Fandila, Qro, 2019

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Propuesta para el mejoramiento de la seguridad de usuarios vulnerables en cruceros viales, a partir de un modelo de microsimulación

Publicación Técnica No. 550
San Fandila, Qro, 2018

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Transporte Integrado y Logística, del Instituto Mexicano del Transporte, bajo el liderazgo de M.I. y M.E. Ricardo Eugenio Arredondo Ortiz, con la participación de LEST Abraham Cortés Ronquillo y LEST Raúl Beristain Álvarez. El proyecto permitió la obtención del grado de Licenciatura de Estudios Socioterritoriales de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Autónoma de Querétaro, de los jóvenes investigadores, Cortés y Beristain, coautores de este reporte de investigación, con la asesoría y dirección del primero, como investigador titular del IMT.

El trabajo realizado es el producto final del proyecto de investigación externa TE-13/18, “Propuesta para el mejoramiento de la seguridad de usuarios vulnerables en cruceros viales, a partir de un modelo de microsimulación” solicitado al IMT. por la Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro

Se agradece la colaboración de T.S.U. Joseline Trejo Horta, becaria de la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji en el IMT, por su importante apoyo en las primeras etapas del proyecto, así como los comentarios atinados del Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue, Coordinador de Integración del Transporte, cuyo apoyo permanente fue fundamental durante la gestión y desarrollo del proyecto. También se agradece la valiosa retroalimentación de la M.G. María Gabriela García Ortega, investigadora del IMT y del Dr. Eduardo Solorio Santiago, profesor investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se destaca el apoyo técnico brindado por el M.I. Emilio Abarca Pérez, de la Coordinación de Seguridad del Transporte del IMT, para la simulación de los radios de giro de vehículos de carga con doble remolque, a través del programa de simulación “Autoturn”.

Se reconoce el apoyo brindado por el Diputado Luis Antonio Zapata Guerrero, presidente de la Comisión de Movilidad de la LVIII Legislatura de la Cámara de Diputados del Estado de Querétaro, que permitió acercar las soluciones presentadas en esta investigación, a varios funcionarios importantes del gobierno municipal de Querétaro.

El trabajo de edición final, tuvo la retroalimentación de Ariadna Sánchez Loo, Harold Josué Fernández Rico y Óscar Vázquez Vargas.

Contenido

Contenido ii

Índice de tablas iv

Índice de figuras v

Sinopsis x

Abstract xi

Resumen ejecutivo xii

1 Introducción 1

1.1 Solicitud del cliente 1

1.2 Alineamiento con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 1

1.3 Alineamiento con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCT) 2013-2018 2

1.4 Alineamiento con el Programa de Trabajo de la Coordinación de Integración del Transporte (CIT). 3

1.5 Plan Estratégico de Movilidad 2026 del Municipio de Querétaro (PEMMQ) 3

1.6 Estudios previos de la Coordinación de Integración del Transporte (CIT). 7

2 Antecedentes 9

2.1 Diseño para salvar vidas. 9

2.2 El tema de la localización del riesgo en la calle 17

3 Planteamiento del problema 25

3.1 Marco Teórico 27

3.1.1 Percances viales por tipo de usuario 27

3.1.2 Ciudades más seguras mediante el diseño 28

3.1.3 Simulación microscópica. Caso Vissim 31

3.2 Objetivo General 32

3.3 Objetivos Específicos 32

3.4 Alcances y limitaciones 32

3.5 Metodología 34

3.6 Diagrama de flujo 35

4 Simulación de alternativas 36

4.1 Explicación de problema con crucero de cinco de febrero y campo militar. 40

4.2 Reducción de carriles 47

Figura 4.20 Avenida Universidad y tecnológico 49

4.3 El tema de avenida universidad 49

5 Propuesta de diseño para calles seguras 57

Conclusiones 75

Referencias 77

Anexo 1 Solicitud a la plataforma nacional de transparencia del “total de número de lesionados y defunciones por municipio” 79

Anexo 2 Solicitud a la plataforma nacional de transparencia de “hechos de tránsito de los últimos 10 años del puente capital” 80

Anexo 3 Respuestas del portal nacional de transparencia del “total de lesionados y defunciones por municipio” 81

Anexo 4. Respuesta de la Secretaría Pública del Municipio de Querétaro (SSPMQ) sobre hechos de tránsito en “Puente Capital” 84

Anexo 5. Tablas y gráficos del total de fallecimientos y lesionados por municipios 85

Anexo 6 Gráfica hechos de tránsito del “Puente Capital” 93

Anexo 7 Diagrama de distancias recorridas en Av. 5 de Febrero Sur, por tipo de usuarios. 95

Anexo 8 Tabla de accidentabilidad por tipo de carretera y tipo de zona 97

Anexo 9 Tablas de demora para vehículos y peatones 98

Índice de tablas

Tabla 1. Los 5 municipios del estado de Querétaro, con el mayor número de defunciones viales por tipo de usuario 27

Tabla A.8.1 Tasa de accidentes para diferentes tipos de vialidades……..…….97

Tabla A.9.1 Niveles de servicio vehiculares…….…….98

Tabla A.9.2 Niveles de servicio peatonales……..……..…….98

Índice de figuras

Figura 1.1 Alineación del PSCT al PND 2

Figura 1.2 Percepción de la seguridad vial de los ciclistas 3

Figura 1.3 Distribución de la mortalidad vial en Querétaro por tipo de usuario. 4

Figura 1.4 Accidentes de peatones en Querétaro 2015-2016 5

Figura 1.5 El potencial ciclista 6

Figura 1.6 Propuesta de red ciclista para Querétaro 7

Figura 1.7 Intervenciones y propuestas para zonas de tránsito calmado 8

Figura 2.1 Capacidad vial (autos vs bicicletas) 11

Figura 2.2 Capacidad vial (autos vs bicicletas vs peatones) 12

Figura 2.3 Percances viales con peatones involucrados en el municipio de Querétaro 13

Figura 2.4 Detalle de los puntos en donde se involucran percances viales con peatones, en la zona centro del municipio de Querétaro. 14

Figura 2.5 Percances viales con ciclistas involucrados, en el municipio de Querétaro 15

Figura 2.6 Detalle de los puntos en donde se involucran percances viales con ciclistas, en la zona centro del municipio de Querétaro 16

Figura 2.7. Localización de los percances viales en el municipio de Querétaro, con respecto a la parte de calle en donde ocurren. 17

Figura 2.8. Localización de los percances viales que involucran ciclistas lesionados, en el municipio de Querétaro. 18

Figura 2.9. Localización de los percances viales que involucran peatones lesionados, en el municipio de Querétaro. 19

Figura 2.10. Localización de los percances viales que arrojaron peatones muertos, en el municipio de Querétaro. 20

Figura 2.11. Causas probables de percances viales en el municipio de Querétaro. 21

Figura 2.12. Causas probables que influyen en los percances viales, con saldo de peatones lesionados, en el municipio de Querétaro. 22

Figura 2.13. Causas probables que influyen en los percances viales con fallecimiento de peatones, en el municipio de Querétaro. 23

Figura 2.14. Causales responsables de las lesiones de ciclistas, en los percances viales del municipio de Querétaro. 24

Figura 4.1 Vista superior de la propuesta del crucero Av. 5 de febrero con camino a Campo militar 36

Figura 4.2 Vista sur-oriente del crucero 37

Figura 4.3 Vista sur–oriente del crucero donde se muestra la seguridad para usuarios vulnerables mediante la ampliación de la banqueta 37

Figura 4.4 Vista poniente del crucero 38

Figura 4.5 Vista aérea del crucero con simulación realizada en Vissim 38

Figura 4.6 Vista aérea del crucero, antes de las modificaciones. 40

Figura 4.7 Vista superior del crucero con modificaciones de SEMOV 41

Figura 4.8 Vista de lado sur del cruce peatonal de acuerdo a los planes de SEMOV. 42

Figura 4.9 Vista de lado sur del cruce peatonal en la realidad. 43

Figura 4.10 Vista oriente del crucero 43

Figura 4.11 Vista poniente del crucero 44

Figura 4.12 Vista del lado norte del crucero 44

Figura 4.13 Vista del lado norte del crucero 45

Figura 4.14 Vista Norte del crucero Av. 5 de febrero con camino Campo militar .. 45

Figura 4.15 Vista oriente del crucero 46

Figura 4.16 Vista poniente del crucero 46

Figura 4.17 Vista superior del crucero Av. 5 de febrero y camino a Campo Militar con propuesta de ciclovía de SEMOV 47

Figura 4.18 Vista aérea desde Google Earth donde se muestra la fila que se extiende hasta la curva del campo militar 48

Figura 4.19 Ciclo semafórico intersección Av. 5 de febrero y camino Campo militar 48

Figura 4.20 Avenida Universidad y tecnológico..... 49

Figura 4.21 Avenida universidad y Corregidora Nte. 50

Figura 4.22 Vista superior de la ciclovía de Av. Universidad con Corregidora donde se muestra puntos de riesgo para los ciclistas 51

Figura 4.23 Vista sur de Av. Universidad desde Google Earth..... 52

Figura 4.24 Vista de ciclovía Universidad en el extremo Oriente 53

Figura 4.25 Antigua ciclovía de Av. Universidad 54

Figura 4.26 Vista superior de la ciclovía de Av. Universidad con distancias entre estaciones de Qrobici 55

Figura 4.27 Vista superior de la ciclovía de Av. Universidad con Boulevard Bernardo Quintana donde se muestra unos de los puntos más riesgosos para el ciclista 56

Figura 4.28 Vista sur-oriente de la antigua ciclovía de Av. Universidad 56

Figura 4.29 Vista de la antigua ciclovía ubicada de lado derecho 56

Figura 5.1. Crucero típico que involucra la interacción entre peatones, ciclistas y automovilistas..... 57

Figura 5.2. Vista aérea del cruce entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, localizado al norte de la ciudad de Querétaro..... 58

Figura 5.3. Detalle del cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar 59

Figura 5.4. Vista a nivel de calle, del cruce entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar. 60

Figura 5.5. Detalle que muestra la pobre señalética vial. 60

Figura 5.6. Aspecto que tiene Camino al Campo Militar, en su cruce con Av. 5 de Febrero, con dirección al centro de la ciudad. 61

Figura 5.7. Aspecto que tiene la vista callejera hacia el norte, con el flujo vehicular que lleva Av. 5 de Febrero, con rumbo hacia la carretera a México. 62

Figura 5.8. Aspecto que tiene el peligro latente del cruce peatonal en Av. 5 de Febrero, en su cruce con Camino al Campo Militar. 63

Figura 5.9. Aspecto vial que muestra el riesgo de colisión entre una camioneta gris y el peatón de suéter rojo, al momento que ambos quieren cruzar hacia sus líneas de deseo..... 63

Figura 5.10. Momento que muestra el mayor peligro, cuando un peatón, en rojo, está a punto de ser arrollado por una camioneta, en gris, en el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar..... 64

Figura 5.11. Ciclos semafóricos del crucero formado por las avenidas 5 de Febrero y camino al Campo Militar. 65

Figura 5.12. Tiempos de cruce vial, por tipo de peatón..... 66

Figura 5.13. Propuesta de mejoramiento del cruce vial entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar. 67

Figura 5.14. Solución propuesta para el cruce entre Av. 5 de Febrero y Av. Río Ayutla. 68

Figura 5.15. Detalle de los radios de giro de las mayores combinaciones vehiculares, en la zona mejorada de paso peatonal y ciclista, propuesta para el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en Querétaro. 69

Figura 5.16. Cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en su lado suroeste, en donde se colocó la primera bici blanca de Querétaro, al entrar el ciclista en el punto ciego de un conductor, por el mal diseño geométrico de la calle. 70

Figura 5.17. Ejemplo de un crucero seguro, en donde se recupera parte de la calle, en favor de la seguridad vial. 71

Figura 5.18. Aspecto de la ciclovía de Camino al Campo Militar, antes de las acciones de intervención del municipio de Querétaro. 72

Figura 5.19. Aspecto que tiene la vista suroeste del crucero entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en la ciudad de Querétaro. 73

Figura A.5.1 Total de defunciones y lesionados en municipio de Huimilpan……...86

Figura A.5.2 Total de defunciones y lesionados en el Municipio de Corregidora...87

Figura A.5.3 Gráfica de Lesionados y defunciones en el Municipio de Querétaro hasta enero de 2018……89

Figura A.5.4 Gráfica de número de atropellados y porcentaje por tipo de usuario en el Municipio de Querétaro…….....91

Figura A.6.1 Hechos de tránsito por año del Distribuidor Vial Puente Capital……94

Figura A.7.1 Distancias recorridas en Av. 5 de febrero en extremo sur del crucero por tipo de usuarios……..….96

Sinopsis

En este trabajo se documenta la ocurrencia de percances viales en la ciudad de Querétaro, por lo que se plantean oportunidades de mejora para la seguridad de usuarios vulnerables en algunos de esos puntos de la ciudad, utilizando como caso de estudio el cruce vial de la nueva ciclovía de Santa María Magdalena–Hércules, en el crucero de 5 de Febrero y el Camino al Campo Militar, así como una mejora en el desarrollo conceptual de la ciclovía de Av. Universidad.

La investigación presenta mapas de siniestralidad peatonal y ciclista en el municipio de Querétaro, la cual se complementó con inspecciones de campo, que evaluaron la seguridad de los peatones, la eficiencia en el cruce de los usuarios ciclistas, la demanda vehicular y las rutas establecidas para cada tipo de usuarios; considerando las horas de máxima demanda para dichas evaluaciones.

La información obtenida se utilizó para generar varios modelos de micro simulación utilizando el programa PTV Vissim, donde se evalúan distintos escenarios para el crucero mencionado y se hacen varias propuestas para la mejora de la seguridad de usuarios vulnerables, que involucran el rediseño del crucero, orientado a salvaguardar la seguridad de los usuarios vulnerables, dentro de las restricciones presupuestales locales.

Abstract

This paper documents the occurrence of road accidents in the city of Querétaro, so opportunities for improving safety of vulnerable users in some of those points of the city are raised, using as a case study the road crossing of the new Santa María Magdalena-Hércules bike path, on roadcross of Av. 5 de Febrero and the Road to the Military Field, as well as an improvement in the conceptual development of the cycle path of Av. Universidad.

This research presents maps of pedestrian and cyclist accidents in the municipality of Querétaro, which was complemented with field inspections, which evaluated the safety of pedestrians, the efficiency in the crossing of bicycle users, the vehicular demand and the routes established for each type of users; considering the hours of maximum demand for such evaluations.

The information obtained was used to generate several models of micro simulation using the PTV Vissim software, where different scenarios are evaluated for the mentioned cruise and various proposals are made to improve the safety of vulnerable users, which involve the redesign of the cruise, oriented to safeguard the safety of vulnerable users, within local budget constraints.

Resumen ejecutivo

Los percances viales son el resultado de una combinación de factores relacionados con el diseño vial y la forma en que interactúan los usuarios de la calle. Este proyecto expone la importancia que tienen los cruceros urbanos en la seguridad vial, considerando que un diseño orientado a salvaguardar la seguridad de los usuarios vulnerables, reduce la siniestralidad de las calles y mejora la habitabilidad de las ciudades.

Para lograrlo, se hace una revisión de la situación que tiene la seguridad en las ciudades y en particular la que guarda la ciudad de Querétaro, para la cual se plantean algunas mejoras en el diseño vial, aprovechando la introducción de nuevas ciclovías urbanas que puso en marcha la actual administración municipal.

De acuerdo con la evidencia recolectada en este proyecto, la mayor cantidad de percances viales en la ciudad, ocurren, precisamente, en los cruceros viales, por lo que resulta imperativo analizar su diseño y el comportamiento de los usuarios, para hacer propuestas que tiendan a reducir el número de colisiones en las esquinas de las calles y sus posibilidades de ocurrencia.

Esta investigación incluye una revisión al proyecto de ciclovías que llevó a cabo el municipio de Querétaro, atendiendo una petición que le formuló el mismo municipio a través de la Secretaría de Movilidad al Instituto Mexicano del Transporte, quien solicitó la elaboración de un modelo de micro simulación para revisar la funcionalidad de las alternativas propuestas, que mejoren la seguridad de los cruces viales, estableciendo como primer objetivo salvaguardar la seguridad de los usuarios.

El trabajo presenta una propuesta de diseño geométrico de la calle, orientado a salvar vidas, a través de la infraestructura y con ello reducir las cifras publicadas por el Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA) sobre la principal causa de muerte de los jóvenes en el estado de Querétaro, que está relacionada a la peligrosidad de las calles y a hechos viales.

Esto se suma a los nuevos criterios de diseño de las armadoras de automóviles, que buscan diseños vehiculares más seguros, en caso de una colisión con peatones o ciclistas.

En el planteamiento del problema: se revisa el caso particular del crucero de Av. 5 de Febrero con Camino al Campo Militar por la importancia que éste representa para la movilidad de la ciudad de Querétaro, siendo ésta la vía de conexión de varias rutas y colonias al norte de la ciudad; con una gran afluencia de pasaje y un diseño geométrico con grandes oportunidades de mejora, debido a su alta peligrosidad, pues sus tramos son indefinidos, y la notable preferencia al paso vehicular sobre los usuarios vulnerables, a pesar de la alta demanda peatonal.

Para llevar a cabo esta investigación, se tuvo varias juntas de trabajo con el personal de la Secretaría de Movilidad donde ellos expresaron sus inquietudes e hicieron peticiones específicas para el proyecto y pusieron a la disposición, varios datos e información de estudios previos.

En la parte metodológica, se muestra el procedimiento seguido que incluye la recopilación de información estadística de la zona estudiada, la obtención de datos de ciclos semafóricos y aforos obtenidos en campo para su modelación. Se corrió un modelo de micro simulación utilizando Vissim, para varios escenarios, mismos que se corroboraron con el programa Autoturn, que permitió verificar los radios de giro de los vehículos de mayores dimensiones.

1 Introducción

1.1 Solicitud del cliente

Esta investigación responde a una petición formal de la Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro, dirigida a que la Coordinación de Integración del Transporte, del Instituto Mexicano del Transporte, para elaborar un modelo de microsimulación que permita identificar problemas potenciales en cruceros viales conflictivos, para así encontrar soluciones alternativas que mejoren la seguridad de los usuarios vulnerables. Este trabajo revisa el caso concreto del cruce que forman Av. 5 de febrero y Camino al Campo Militar, al noroeste de la ciudad de Querétaro. Los resultados de esa microsimulación ofrecen alternativas que pueden apoyar la toma de decisiones de las autoridades competentes, sobre el complejo tema de construir la infraestructura sostenible, con una orientación dirigida a salvaguardar las vidas de los ciudadanos vulnerables.

1.2 Alineamiento con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018

Como parte de la política institucional del IMT, este proyecto se alinea al PND, para contribuir a alcanzar los objetivos previstos y para ello retoma el diagnóstico general de dicho Plan, que establece que "La falta de seguridad genera un alto costo social y humano, ya que atenta contra la tranquilidad de los ciudadanos. Asimismo, esta carencia incide en el potencial de desarrollo nacional, inhibiendo la inversión de largo plazo en el país y reduciendo la eficiencia operativa de las empresas" (PND, p. 16).

Para atender este problema, el PND establece 5 metas nacionales, entre las cuales destaca lograr: 1) **Un México en paz**, que garantice la seguridad de su población, 2) **Un México incluyente**, que garantice el libre ejercicio efectivo de los derechos sociales de todos los mexicanos, como el de la movilidad, que vaya más allá del asistencialismo y que conecte el capital humano con las oportunidades que genera la economía en el marco de una nueva productividad social, la cual disminuya las brechas de desigualdad y que promueva la más amplia participación social en las políticas públicas como factor de cohesión y ciudadanía y 3) **Un México Próspero** que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica y mediante la generación de igualdad de oportunidades. Lo anterior considerando que una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos fomentan la competencia y permiten mayores flujos de capital y conocimiento hacia individuos y empresas con el mayor potencial para

aprovecharlo. Asimismo, esta meta busca proveer condiciones favorables, para el desarrollo económico, a través de una regulación que permita una sana competencia entre las empresas y el diseño de una política moderna de fomento económico enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos.

1. Comunicar poblaciones y generar traslados seguros.

2. Permitir el acceso de las comunidades a los servicios y mercados.

3. Conectar sitios públicos como escuelas y universidades.

4. Mejorar la productividad con costos competitivos de servicios de comunicaciones y transportes.

1.3 Alineamiento con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes (PSCT) 2013-2018

Por su parte, el PSCT establece en su diagnóstico el problema de seguridad vial, marcado por las dramáticas cifras de percances viales, que entre 2006 y 2011 registraron en el país aproximadamente 440 mil accidentes de tránsito terrestre por año en promedio. Debido al impacto económico y social de la seguridad vial, la ONU ha declarado la década 2011-2020 como el Decenio de la Seguridad Vial.

En la alineación del PSCT al PND, la SCT busca: 1) Comunicar poblaciones y generar traslados seguros y 2) Permitir el acceso de las comunidades a los servicios y mercados.

En las metas nacionales del PND, el PSCT busca mejorar la productividad y la competitividad nacional a través del desarrollo de infraestructura estratégica, pues “un país próspero requiere estar bien comunicado”, y para lograrlo el PSCT establece la obligación de mejorar la seguridad vial (PSCT, p.21), así como asegurar la infraestructura estratégica de transporte y generar seguridad a las mujeres y hombres en sus desplazamientos (PSCT, p.43). También establece el desarrollo de una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social (Figura 1.1).

Alineación al PND del Objetivo 1			
Meta Nacional	**Objetivo de la Meta Nacional**	**Estrategia del Objetivo de la Meta Nacional**	**Objetivo del Programa Sectoial**
IV. México Próspero.	4.9 Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica.	4.9.1 Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia.	Desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social.

Fuente: PSCT

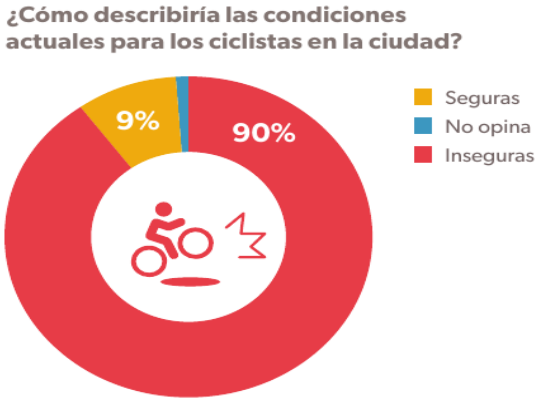
Figura 1.1 Alineación del PSCT al PND

1.4 Alineamiento con el Programa de Trabajo de la Coordinación de Integración del Transporte (CIT).

La CIT desarrolla siete líneas de investigación principales, siendo una de ellas la planeación nacional y regional del transporte. Para lograrlo, utiliza desde 2014 programas de simulación macroscópica (VISSUM) y microscópica (VISSIM), con los que ha generado conocimiento propio y creado masa crítica entre sus investigadores, a través de su capacitación permanente en el manejo y uso de dichos programas comerciales, lo que les permite incursionar en los temas relevantes de la sociedad mexicana, a través de atención calificada. Con ese aprendizaje obtenido, la CIT está en condiciones de responder a peticiones locales como la presentada por la Secretaría de Movilidad del Municipio de Querétaro, cuando las condiciones y carga de trabajo lo permiten, como en este caso.

1.5 Plan Estratégico de Movilidad 2026 del Municipio de Querétaro (PEMMQ)

Sobre el tema a desarrollar, el cliente cuenta con el PEMMQ, donde establece como prioridad enfrentar el problema de seguridad vial, pues identifica que el 90% de los ciclistas consideran inseguras las condiciones actuales de movilidad (Figura 1.2), para lo cual el Plan propone nueve metas, de las cuales las siguientes cuatro son relevantes para este proyecto: Meta 1: Ciudad segura para todos, Meta 4: Ciclismo como modo de transporte, Meta 7: Gestión de la demanda de viajes y Meta 9: Construyendo una cultura de movilidad.



Fuente: PEMMQ

Figura 1.2 Percepción de la seguridad vial de los ciclistas

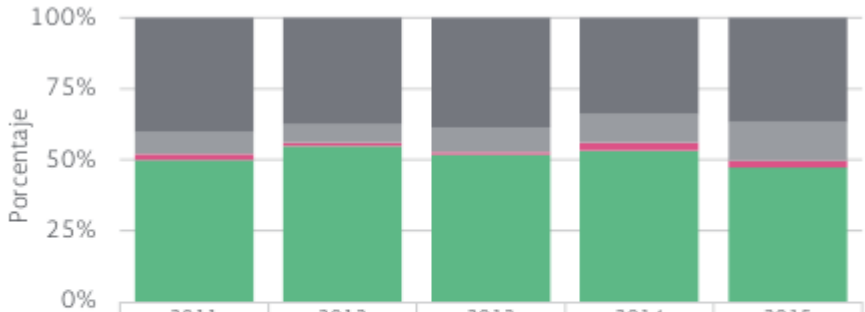
Para lograr esas metas, el PEMMQ establece una visión cero, que tendrá como objetivo “reducir las fatalidades en accidentes de tráfico a cero para 2035. El logro de esta meta ambiciosa requiere de un enfoque coordinado de seguridad vial

incluyendo mejoras de diseño de intersecciones, rutas ciclistas segregadas, rutas seguras a escuelas, reducciones de velocidad, iluminación de calles, educación y su cumplimiento”

Los objetivos relevantes del PEMMQ para alcanzar la Meta 1, son: Reducir la tasa de fatalidades en accidentes de tráfico a cero para 2035, Incrementar la seguridad de los peatones y los ciclistas a través de la integración de los principios de diseño de Calles Completas en todos los proyectos de mejoras o construcción de vialidades, o al paisaje urbano, Implantar mejoras a intersecciones y cruces para 5 puntos rojos de accidentes de tráfico para 2018.

Las dos estrategias relevantes del PEMMQ para este proyecto son: 1. Planear y diseñar calles para brindar condiciones seguras para la mayoría de los usuarios vulnerables, 2. Revisar y rediseñar cruces e intersecciones considerando las necesidades de todos los usuarios.

A la fecha, el municipio de Querétaro tiene altas tasas de mortalidad vial, superiores incluso a la media nacional, siendo la población joven la más afectada, según lo reportado por el PEMMQ y la distribución de la mortalidad vial muestra que los usuarios vulnerables representan más del 60% de los fallecimientos anuales, como se ilustra en la figura 1.3.



	2011	2012	2013	2014	2015
Ocupantes	162	137	123	107	121
Motociclistas	30	25	28	31	44
Ciclistas	8	5	4	9	8
Peatones	198	202	165	166	154
Total	398	369	319	313	327

Figura 1.3 Distribución de la mortalidad vial en Querétaro por tipo de usuario.

Fuente: CONAPRA, 2017

En la figura 1.4, se muestra un mapa de calor, con la distribución espacial de los atropellamientos de peatones en la zona metropolitana de Querétaro, entre 2015 y 2016, con una mayor densidad de percances registrados en el centro histórico y en las zonas industriales.

Sin embargo, la frecuencia de percances viales con usuarios vulnerables tiene un bajo registro de datos en la zona de interés, que es el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, por lo que la microsimulación debería dar más luces al respecto, pues la percepción del cliente es que la zona es de mayor riesgo.

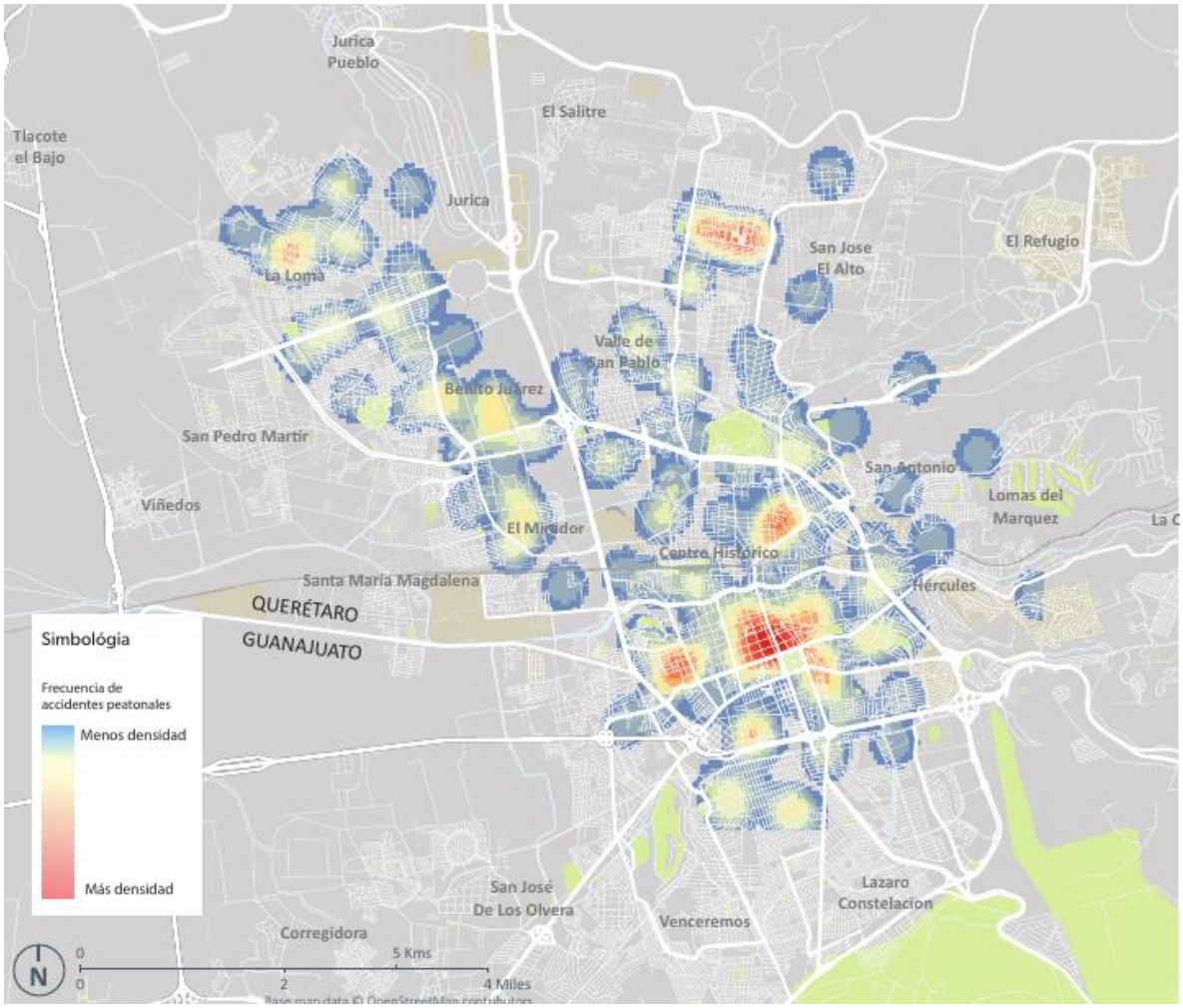
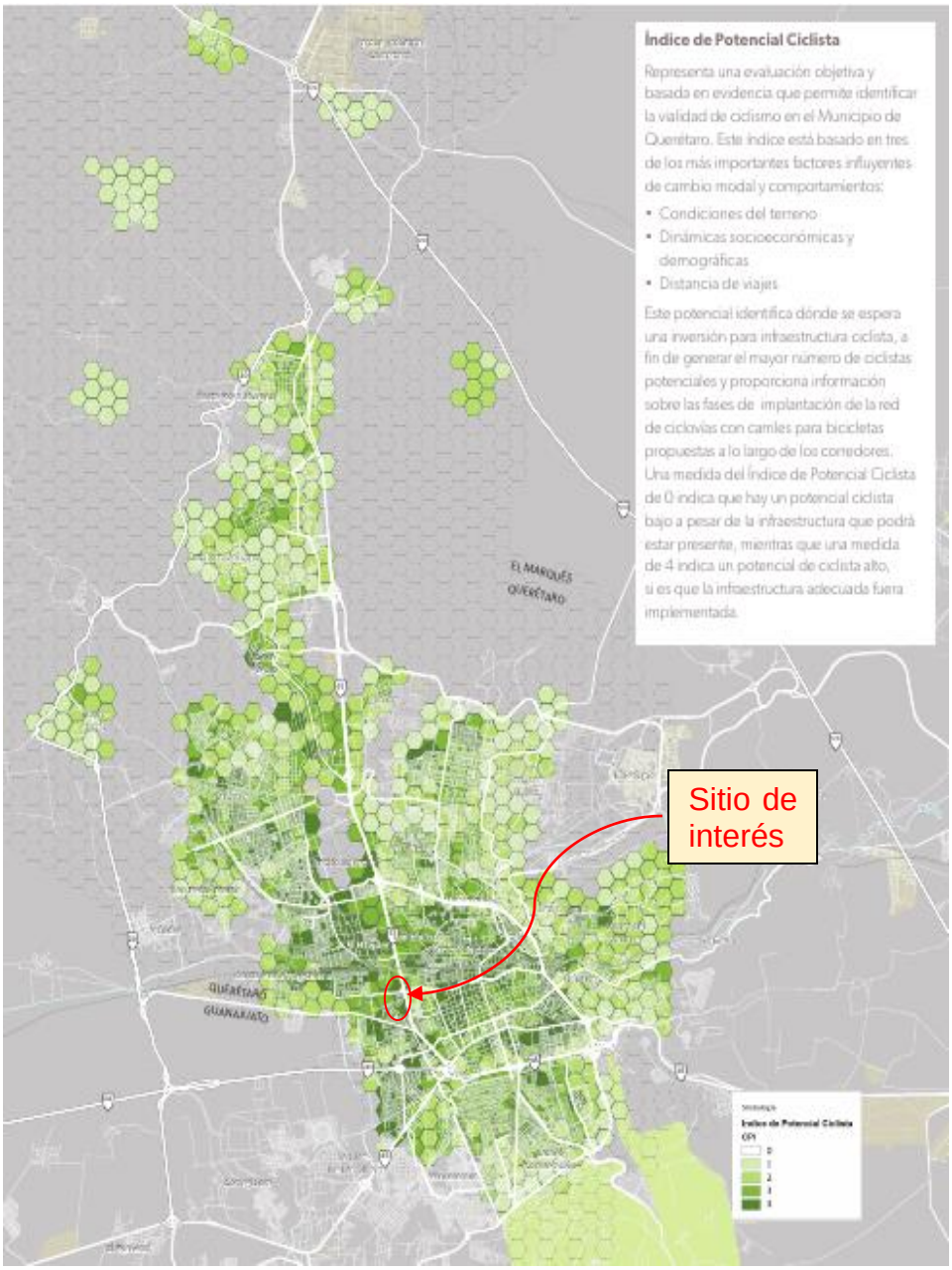


Figura 1.4 Accidentes de peatones en Querétaro 2015-2016

Fuente: PEMMQ 2016

Dentro del Plan Estratégico de Movilidad del Municipio de Querétaro 2016, se identificó el índice de potencial ciclista, que muestra precisamente el crucero de interés, entre Av. 5 de febrero y Av. Camino al Campo Militar, en donde confluyen varias líneas de deseo de viajes, con las condiciones topográficas propicias del terreno, las dinámicas socioeconómicas y demográficas, así como las distancias de viaje, entre los puntos atractores y generadores de viajes. Este potencial ciclista se muestra en la siguiente figura 1.5.



Fuente: PEMMQ 2016

Figura 1.5 El potencial ciclista

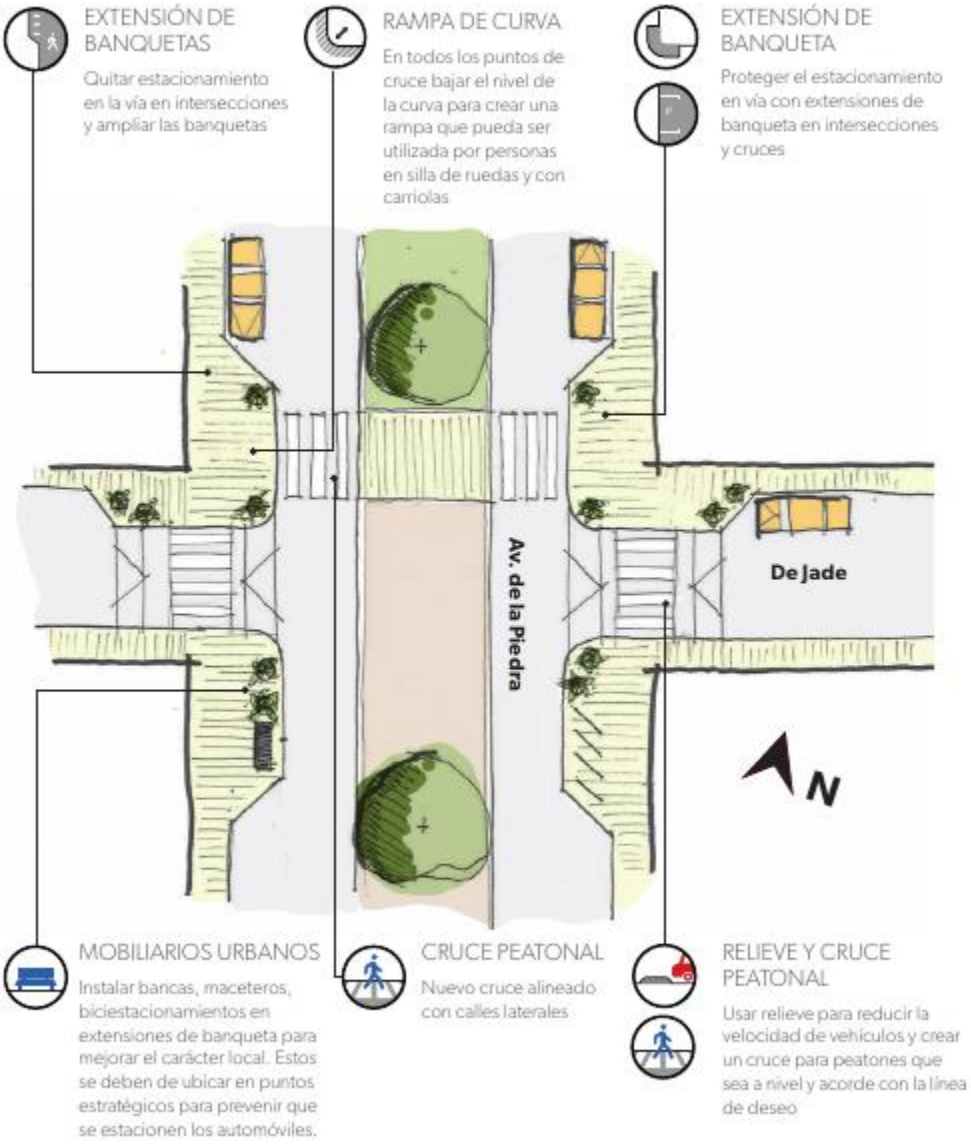
1.6 Estudios previos de la Coordinación de Integración del Transporte (CIT).

Derivados de estudios de iniciativa interna, la CIT ha realizado evaluaciones de la eficiencia de la movilidad de las alternativas de transporte urbano en la ciudad de Querétaro y ha construido una red de ciclovías propuesta, integrada a un sistema troncal de autobuses de tránsito rápido masivo (ATRM), como se ilustra en la siguiente figura 1.6

Fuente: Arredondo, 2009

Figura 1.6 Propuesta de red ciclista para Querétaro

Adicionalmente, el PEMMQ destaca la importancia y énfasis que se desea poner en las intervenciones viales para lograr zonas de tránsito calmado, como se ilustra en la siguiente figura 1.7.



Fuente: PEMMQ 2016

Figura 1.7 Intervenciones y propuestas para zonas de tránsito calmado

…

2 Antecedentes

De acuerdo con los datos de CONAPRA, una de las principales causas de muerte entre jóvenes y adultos son los percances viales, teniendo para el estado de Querétaro, del año 2009 al 2013, la muerte de 370 personas por año, sin contar los miles de accidentes y heridos. De esa cifra, el municipio de Querétaro concentra el 67% de los accidentes, siendo la mayor parte de los muertos los usuarios vulnerables como peatones y ciclistas. Por lo que surge la imperiosa necesidad de atacar el problema con infraestructura pensada en la seguridad de estos usuarios vulnerables, que será la tarea a la que se dedique el presente proyecto.

2.1 Diseño para salvar vidas.

La alta tasa de mortalidad en las vías ha llevado a las empresas armadoras de automóviles a pensar en el problema desde su área, estudiando para tal efecto la interacción de los autos con los peatones que entran en colisión, lo que ha permitido construir diseños más seguros que reducen la probabilidad de llegar a una fatalidad.

¿Podría este pensamiento de diseño seguro enfocarse a las calles?

El Instituto Americano de Arquitectos de Nueva York en su artículo “Promoting Safety” ha propuesto una respuesta a la pregunta anterior, haciendo recomendaciones sobre el diseño de áreas de juego, piscinas públicas, interiores escolares y calles. En dicho artículo se señala la importancia de tener calles bien equipadas con posibilidad salvaguardar la vida de cualquier usuario, denominadas “calles completas”, que deben incluir señalética adecuada para todo tipo de usuario, islas peatonales, ciclovía establecida y confinada y semáforos que ayuden a personas con discapacidad a recorrer la calle de forma segura.

Se señala también que usar estructuras como puentes o pasos a desnivel para peatones debe ser utilizado únicamente en intersecciones amplias o de caminos que se consideren de alta velocidad, estos pasos deben estar bien iluminados y equipados para facilitar el uso a cualquier tipo de peatón; se reconoce que el costo de estos pasos es excesivo y se recomienda únicamente en puntos muy complicados o de poco uso peatonal.

Los esfuerzos por esta seguridad en la ciudad de Querétaro no son visibles, el diseño actual de las ciclovías no obedece más que a un uso turístico y en muchos casos no cuenta con la protección adecuada que garantice al ciclista un uso de vía exclusivo, obligándolo muchas veces a compartir la vía del automóvil.

Capacidad vial.

Siendo Querétaro una ciudad en crecimiento, es obligado pensar en el aprovechamiento y uso que se le da al espacio; las calles históricamente se han pensado para el uso del automóvil, trayendo con el tiempo problemas de congestión, poca capacidad de moverse en horas pico, accidentes más recurrentes y problemas con la calidad del aire debido en parte a las emisiones de CO2.

De acuerdo con el Consejo Estatal de Población, Querétaro tuvo en el año 2017 un crecimiento poblacional de 1.4% mientras que desde el año 2012 el parque vehicular crece con un porcentaje de 7 puntos; el crecimiento horizontal de la ciudad y la gran oferta de infraestructura automotriz está formando una ciudad de autos y no de personas.

El espacio de una calle no se aprovecha si cada usuario sale en auto particular ocupando el área de una habitación pequeña, por lo que resulta indispensable diseñar calles caminables y promover el transporte público (garantizando también un viaje de calidad), así como el uso de la bicicleta.

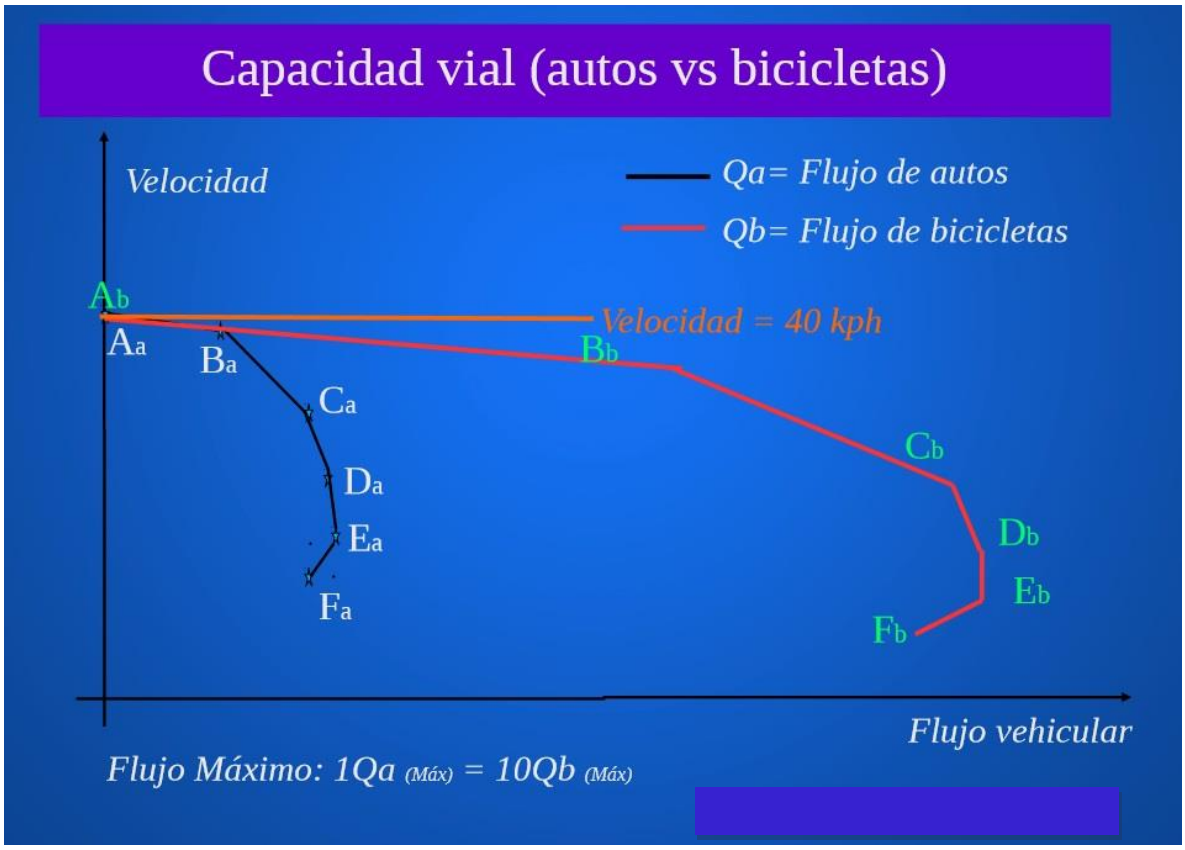
En la Figura 2-1 se puede apreciar la comparación de la capacidad de una calle con autos y bicicletas. La línea negra muestra la variación de la velocidad vehicular, conforme varía el flujo vehicular o cantidad de vehículos por unidad de tiempo. De acuerdo con el nuevo reglamento de tránsito de Querétaro (2018), en su artículo 48 se establece que, en zonas de tránsito lento, los límites de velocidad serán de 30 km/h, lo que equipara la velocidad vehicular a la ciclista, en el nivel de servicio A. Al incrementarse la demanda, surge mayor congestión y las velocidades se reducen al nivel de servicio B, lo que representa el aprovechamiento del 50% de la capacidad de la vialidad, mientras que, al subir el flujo vehicular, los niveles de servicio decaen hasta C.

Para el punto C el auto llevará un flujo estable de avance, en el punto D los conductores empiezan a encontrarse con más autos que no les permiten decidir la velocidad a la que quieran ir, más bien viajan a la velocidad que pueden ir.

Mientras va creciendo el tránsito, en el punto E los autos ya no fluyen, más bien se convierten en lentos grupos de autos recorriendo con dificultad las vialidades, aumentando el estrés general, la emisión de gases por acelerar y frenar constantemente y las posibilidades de tener un percance.

Finalmente, en el punto F la calle se convierte en una gran fila de autos que pueden pasar largos periodos de tiempo detenidos, la calle deja de aprovecharse y la movilidad no es eficiente.

Siendo la capacidad de las calles el aspecto fundamental para evaluar su funcionalidad éstas deben estar pensadas para acomodar la mayor cantidad de tránsito que puedan. Como se puede apreciar es más difícil congestionar una calle con bicicletas en comparación con autos, además de alentar recorridos.



Fuente: Arredondo, con base en HCM 2010

Figura 2.1 Capacidad vial (autos vs bicicletas)

Aún más notable se vuelve si se hace la comparativa con peatones; como lo ilustra la figura 2.2, que muestra el nivel de aprovechamiento del espacio público en una calle y los niveles de saturación, además de reducir las posibilidades de una fatalidad relacionada a percances viales.

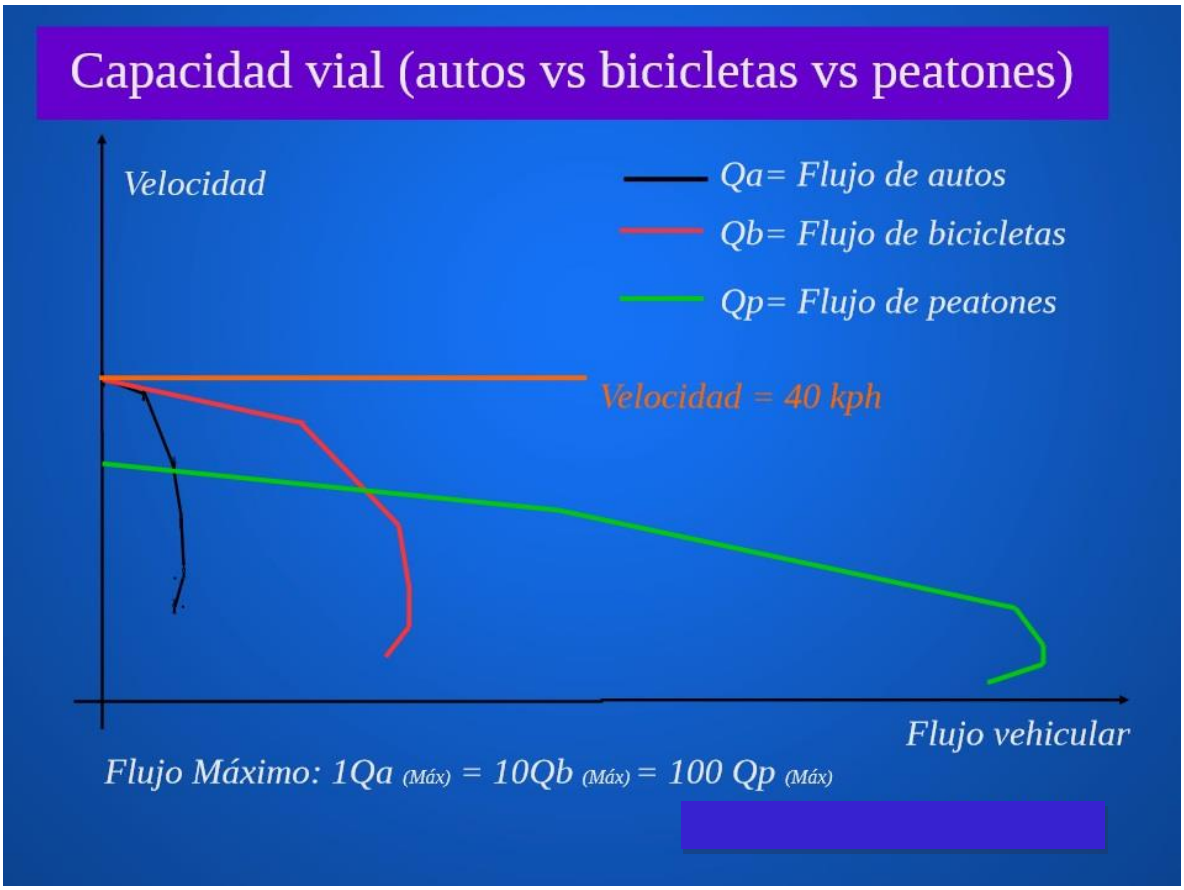
Esto permite deducir que, si una calle en el centro de la ciudad o en alguna zona de interés comercial o habitacional es cerrada para el acceso de automóviles, más personas podrían transitar y se aumentaría, en el caso de centros comerciales, el consumo.

La anterior explicación es la que se utilizó para cerrar la calle de Madero en el centro histórico de la ciudad de México, que pasó de tener un flujo de 2500 autos por día a tener 200,000 peatones, con máximos de hasta 350,000 por día (CdMx, 2018), lo que redujo la peligrosidad de la calle y aumentó las ventas de los locales de esa calle.

Proyecto de ciclovía Santa María, Hércules.

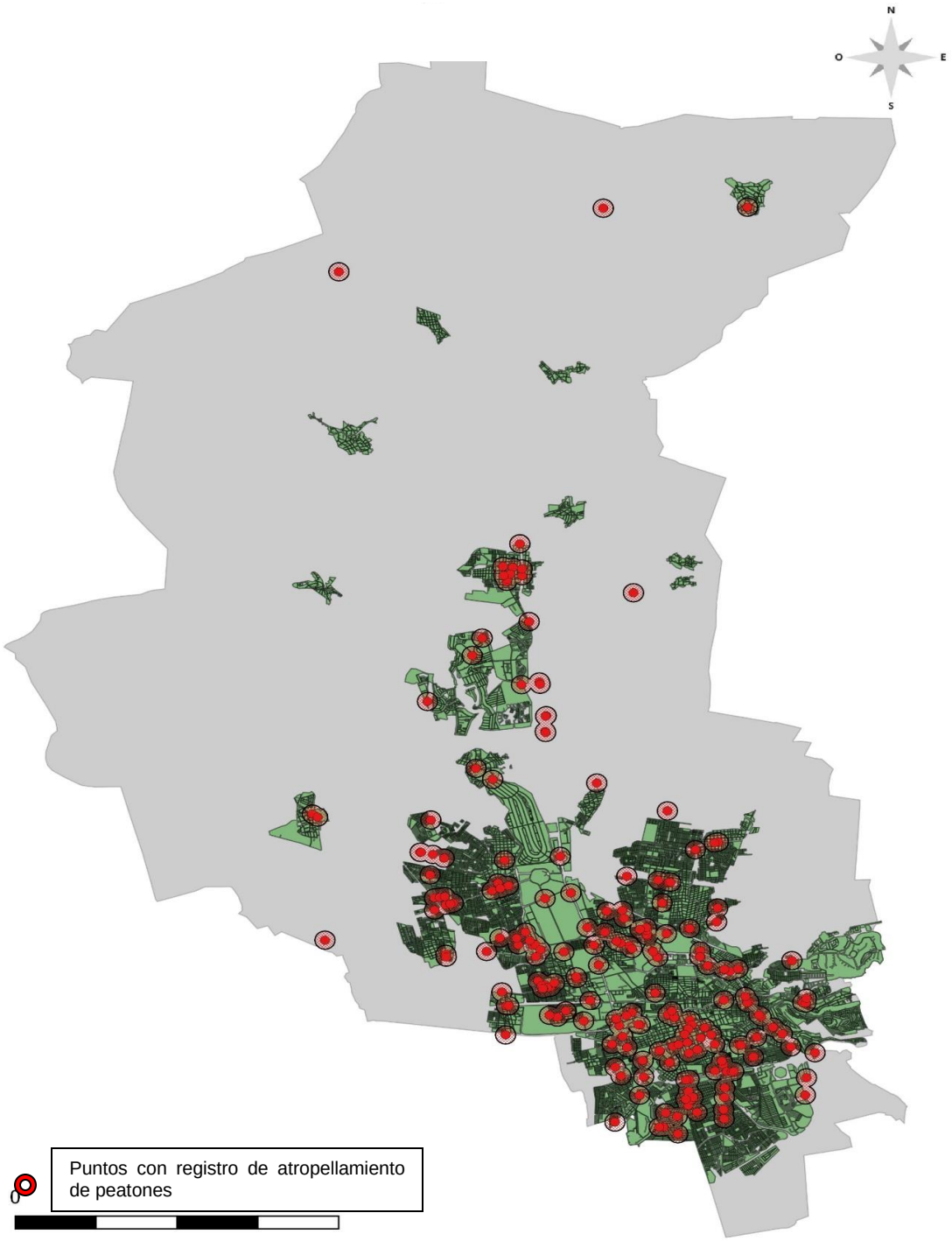
Siendo una de las metas de la administración 2016-2019 la construcción de la mayor red de ciclovías del municipio, es insoslayable la asesoría de especialistas en el tema de transporte alternativo y especialmente en el diseño de cruceros o intersecciones viales seguras. A juicio de los autores, la ciclovía más interesante en todo el proyecto resultó ser la que conectaría la colonia de Santa María Magdalena con la colonia Hércules, no solo por ser la más larga, sino también porque atravesaría uno de los cruceros más importantes de la ciudad (Cinco de Febrero y Camino a Campo Militar) y transitaría por avenida Universidad, que dada su ciclovía preexistente, levantó polémica con los grupos ciclistas de la ciudad por el interés municipal de removerla, pese a carecer de fundamentos técnicos claros y contundentes.

Este proyecto de investigación se encargará de demostrar que es posible salvaguardar las vidas de los usuarios vulnerables con un buen diseño de cruce.



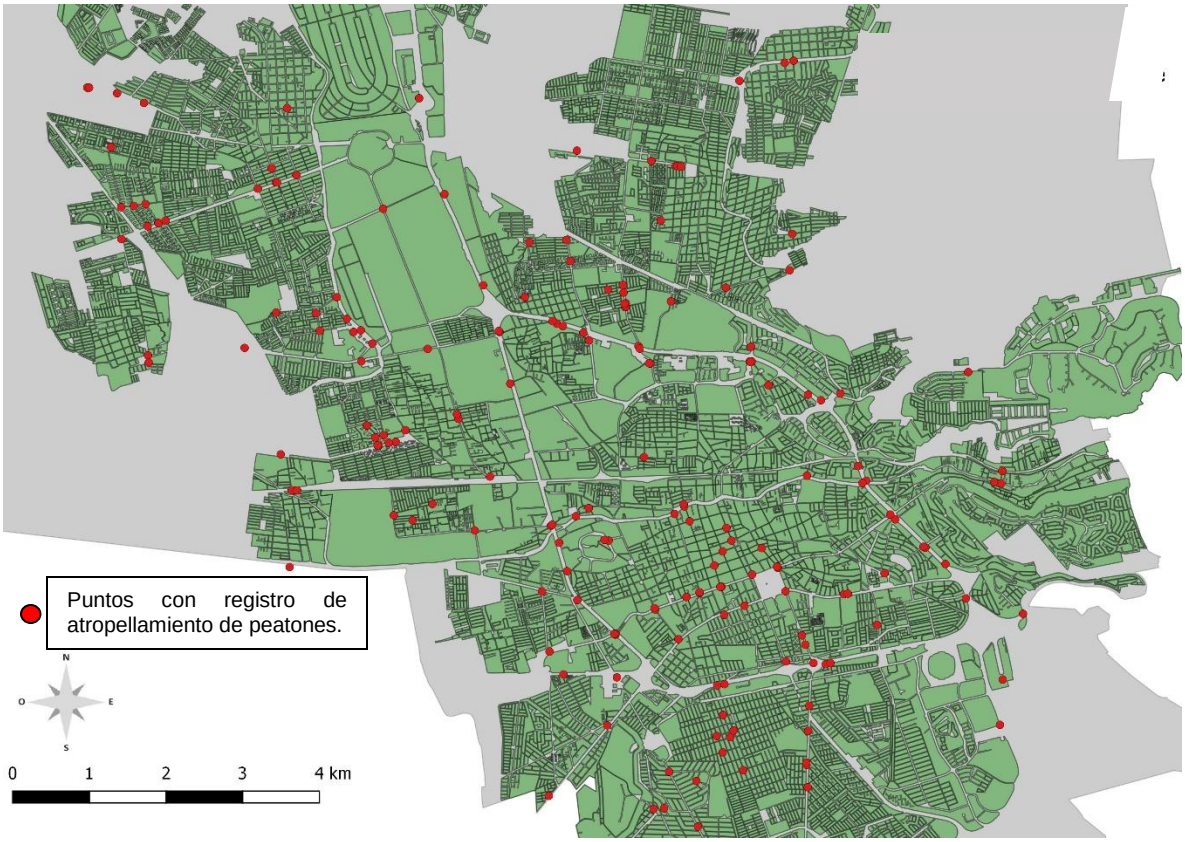
Fuente: Arredondo, con base en HCM 2010

Figura 2.2 Capacidad vial (autos vs bicicletas vs peatones)



Fuente: Cortés, Beristain y Arredondo, con base en los reportes de SSPMQ, 2018.

Figura 2.3 Percances viales con peatones involucrados en el municipio de Querétaro

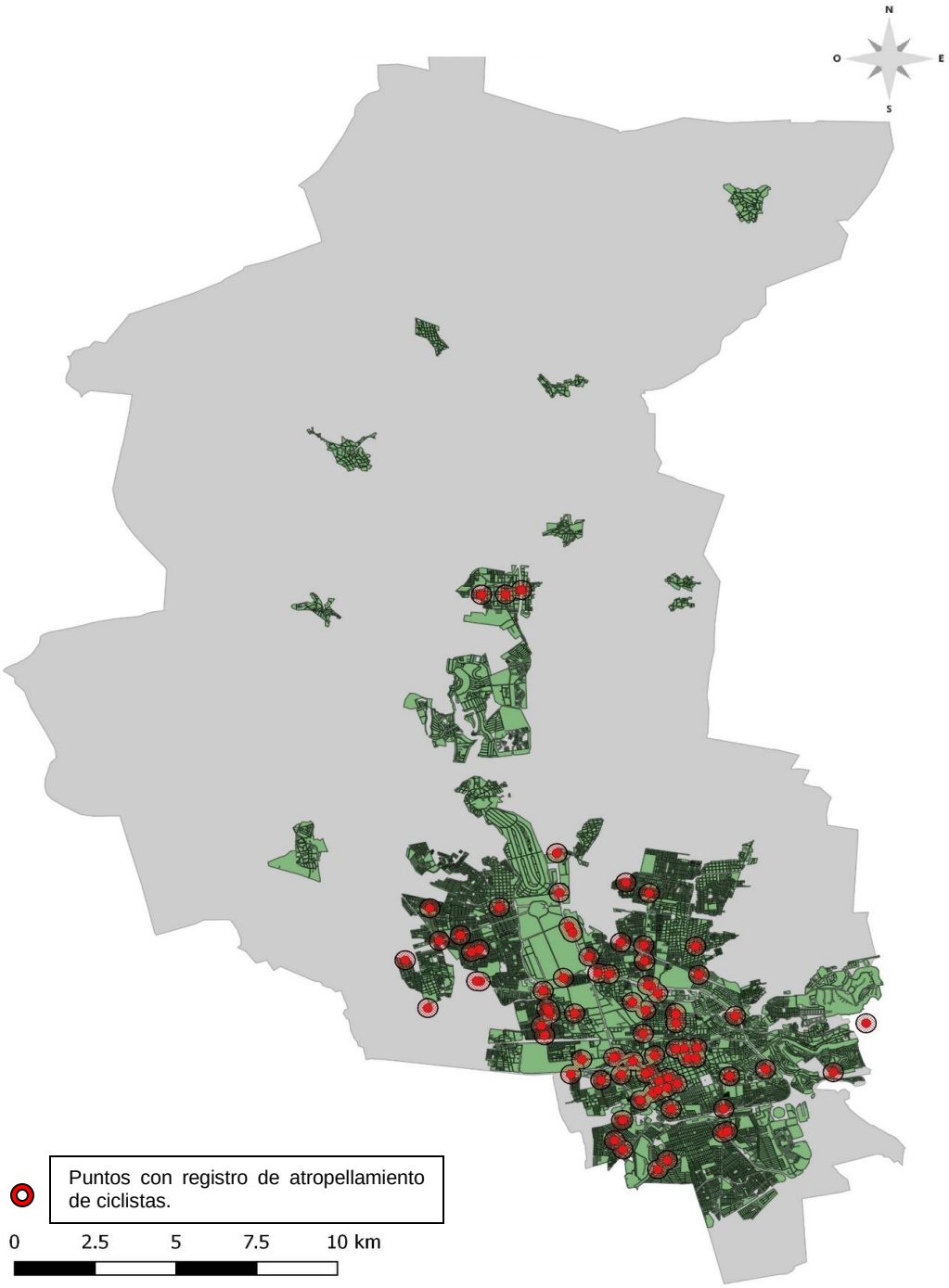


Fuente: Cortés, Beristain y Arredondo, con base en los reportes de SSPMQ, 2018.

Figura 2.4 Detalle de los puntos en donde se involucran percances viales con peatones, en la zona centro del municipio de Querétaro.

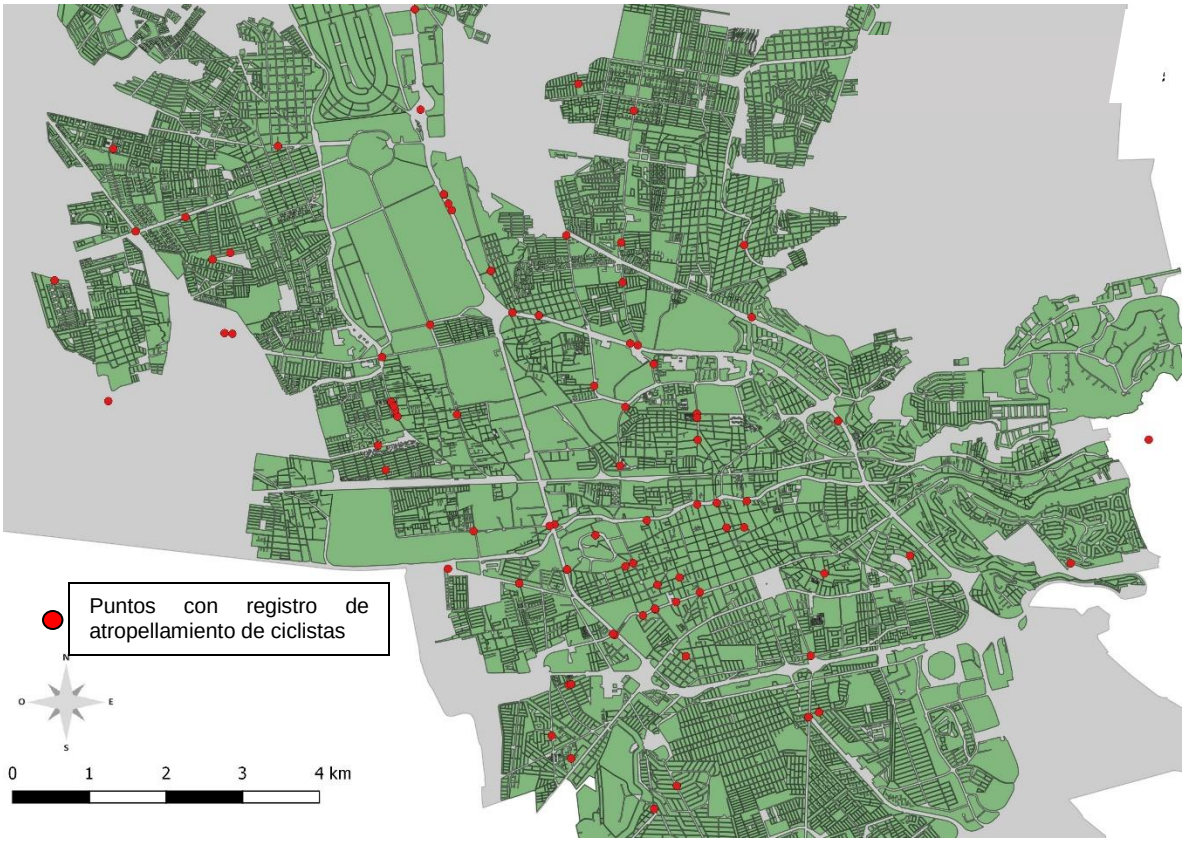
En los mapas de las figuras 2.3 y 2.4, se muestran los datos tomados de la base de datos pedida a través del Instituto Nacional de Acceso a la Información (INAI) a la Secretaría de Seguridad Pública Municipal, en cada punto rojo representa un hecho vial con uno o varios peatones involucrados en los últimos diez años. Debe aclararse que los datos que tiene Seguridad Pública no son todos, ya que la información no cuadra con la recibida de otras instituciones. Esta es solo una parte del total de accidentes registrados en el municipio.

Al revisar la figura 2.4, se aprecia que las avenidas y calles amplias, representadas con líneas blancas, se convierten en focos rojos al concentrar grandes cantidades de hechos viales, derivado sin duda de las grandes velocidades que inducen esas avenidas, por lo que se puede inferir que entre más grande la avenida, menos propicia para el cruce peatonal. Del mismo modo, el mapa ilustra en su parte central que coincide con el primer cuadro de la ciudad, la alta siniestralidad vial, la cual arroja un gran número de atropellamiento de peatones, lo que debería mover a las autoridades municipales a replantear el diseño de calles que permita salvaguardar vidas a través de la infraestructura.



Fuente: Cortés, Beristain y Arredondo, con base en los reportes de SSPMQ, 2018.

Figura 2.5 Percances viales con ciclistas involucrados, en el municipio de Querétaro



Fuente: Cortés, Beristain y Arredondo, con base en los reportes de SSPMQ, 2018.

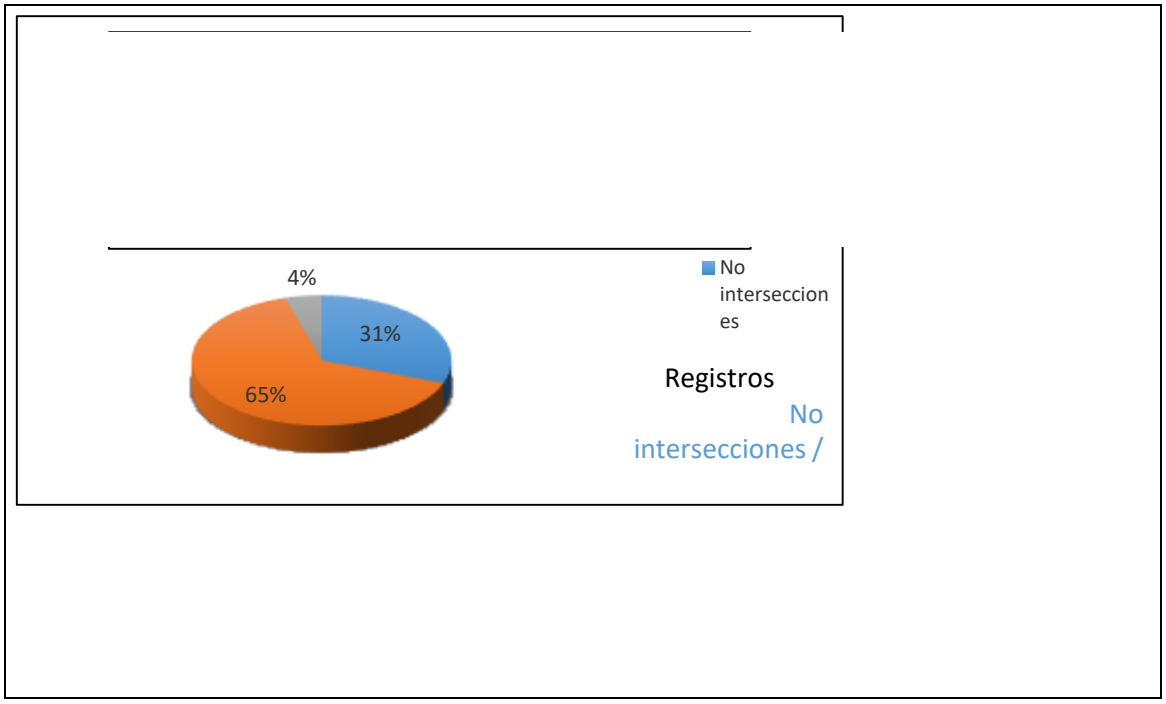
Figura 2.6 Detalle de los puntos en donde se involucran percances viales con ciclistas, en la zona centro del municipio de Querétaro

La figura 2.6 ilustra los puntos de la ciudad en donde se registran atropellamientos de ciclistas por parte de automovilistas. Se observa que la mayor incidencia ocurre en la parte central de la imagen, que coincide con el centro histórico de Querétaro, además de los registros de percances en las principales avenidas, representadas como líneas blancas de mayor sección.

Es importante resaltar que la base de datos muestra los registros históricos de Seguridad Pública, cuando aún no existían ciclovías en la mayor parte de la ciudad y especialmente en los puntos de incidencia o puntos rojos.

2.2 El tema de la localización del riesgo en la calle

De acuerdo con los reportes de siniestralidad publicados por INEGI en 2016, los puntos viales con mayor riesgo de ocurrencia de percances viales en la ciudad de Querétaro son las intersecciones o cruceros viales, como lo muestra la figura 2.7 siguiente.

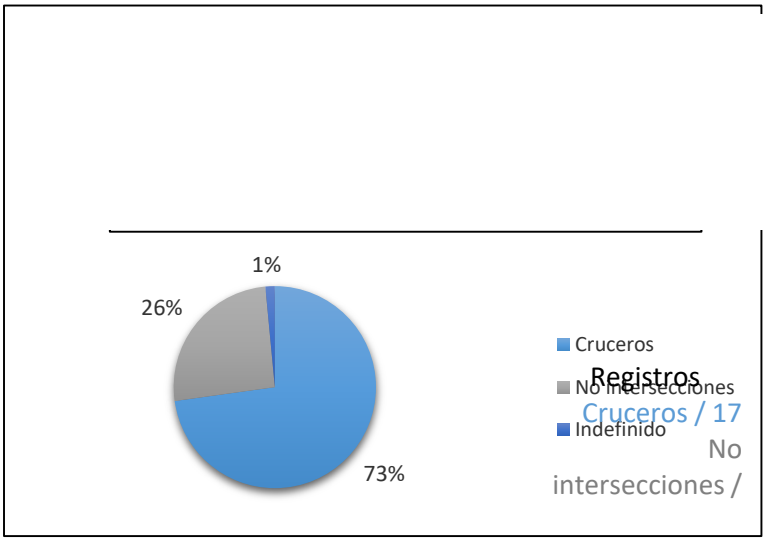


Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.7. Localización de los percances viales en el municipio de Querétaro, con respecto a la parte de calle en donde ocurren.

En esta figura 2.7, se observa que para el municipio de Querétaro se presentaron 9374 percances viales, de los cuales el 65% ocurrieron en las intersecciones viales de la ciudad, el 31% se reportaron en tramos sin intersección y el 4% correspondieron a secciones de calle sin definir.

De esta cantidad, se tuvieron 25 ciclistas lesionados, de los cuales el 73% se reportaron en las intersecciones viales, 26% ocurrieron en tramos sin intersección y 1% quedó con localización indefinida, como se muestra en la figura 2.8 siguiente.

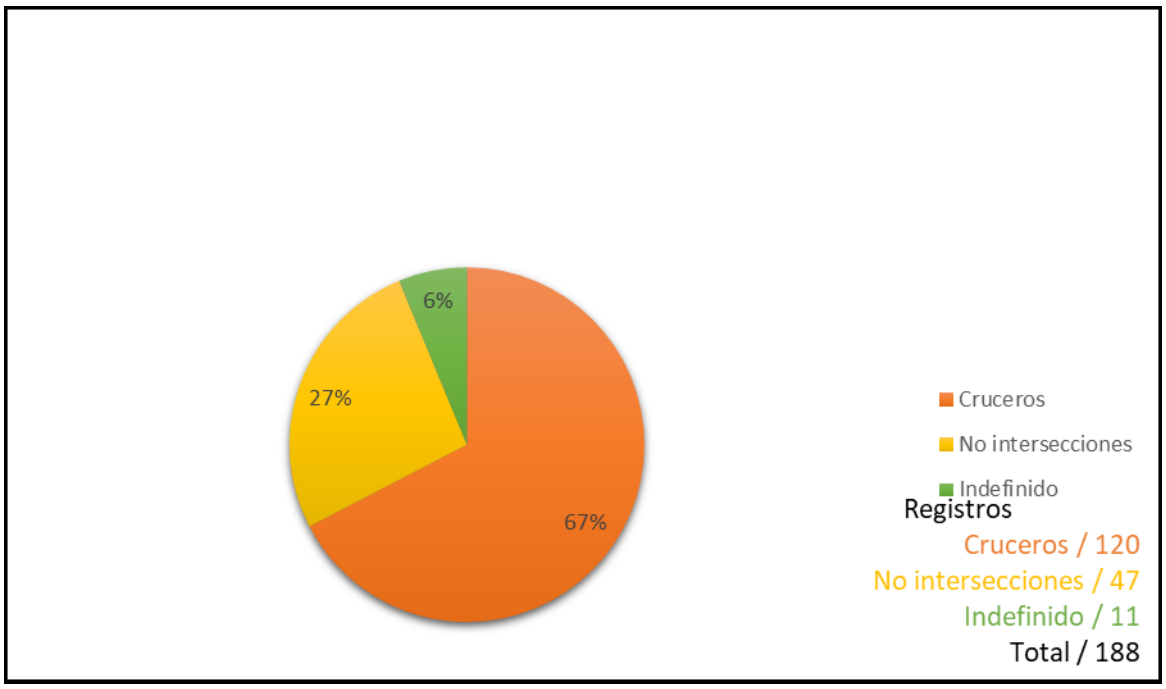


Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.8. Localización de los percances viales que involucran ciclistas lesionados, en el municipio de Querétaro.

Con respecto a los peatones, INEGI registró 188 lesionados en la ciudad de Querétaro para el año 2016, de los cuales el 67% fueron atropellados en cruceros viales, 27% fueron atropellados en tramos de calle sin intersecciones y el 6% fueron atropellados en segmentos de calle sin definición geométrica.

Es evidente que la parte de calle con mayor riesgo, incluso para los propios conductores de vehículos motorizados, son las esquinas o intersecciones, lo que abre un abanico de posibilidades de investigación, que incluye diseño geométrico, urbanismo, psicología del uso de calle, percepción colectiva de la seguridad ciudadana y seguridad vial.



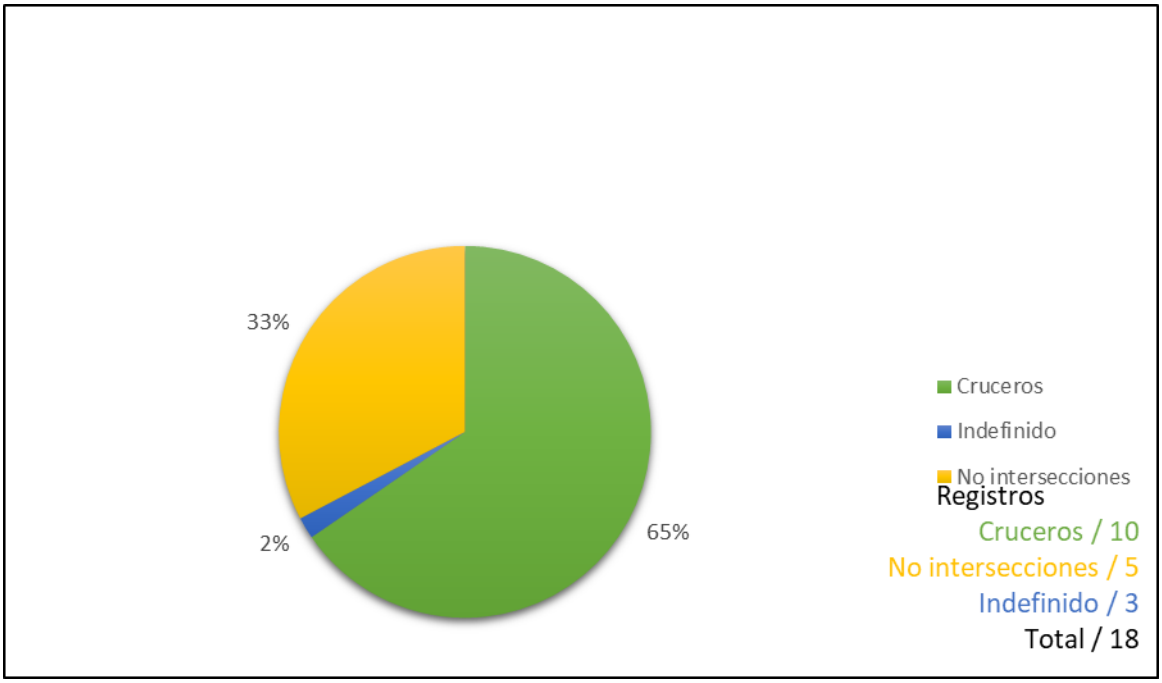
Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.9. Localización de los percances viales que involucran peatones lesionados, en el municipio de Querétaro.

En cuanto a los percances viales que produjeron víctimas fatales entre los usuarios vulnerables, INEGI registra 18 fallecimientos en peatones atropellados, de los cuales el 65% se presentaron en cruceros viales, el 33% en tramos de calle fuera de intersecciones y el 2% en secciones de calle sin definir.

La frecuencia de percances viales en cruceros ilustra la importancia de reconfigurar la calle, de tal suerte que los actores tenga claridad al momento de su arribo al punto de conflicto, para que no antepongan su primer impulso de cruzar tan pronto se llegue sobre las reglas piramidales de importancia de los usuarios, en donde el usuario más importante de la calle y al que se le debería ceder el paso, es el peatón, seguido por el ciclista, después el transporte público y al final el conductor de auto.

En la ciudad de Querétaro, los automotores pueden hacer vuelta continua en la mayoría de los cruceros, sin importar si la luz del semáforo indica alto, lo que pone en gran desventaja a peatones y ciclistas.

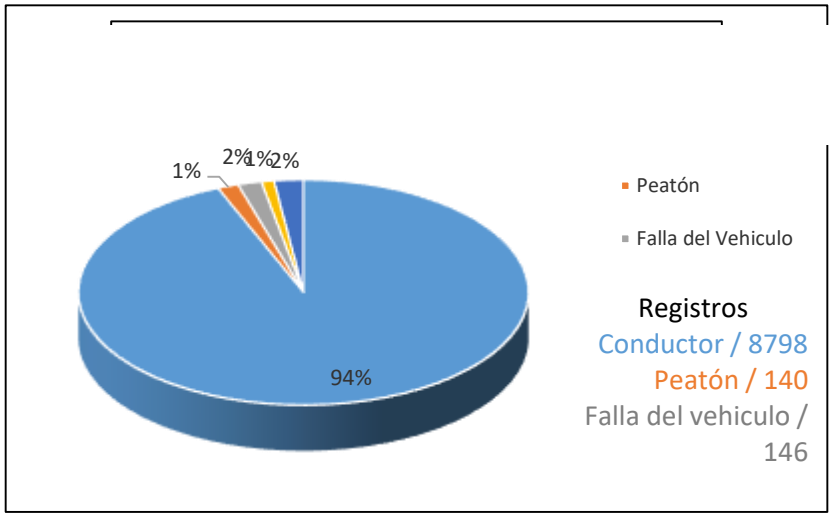


Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.10. Localización de los percances viales que arrojaron peatones muertos, en el municipio de Querétaro.

Estos datos exhiben la importancia de orientar las soluciones viales hacia los elementos de calle que presentan los mayores riesgos para usuarios vulnerables y realizar un esfuerzo por mejorar las condiciones de cruce peatonal y ciclista, utilizando el diseño geométrico y la colocación de elementos callejeros, que reduzcan el riesgo de percances y la severidad de las colisiones entre los actores involucrados.

Para lograrlo, esta investigación conocerá a detalle algunos cruceros tipo, para identificar los elementos de riesgo y tratar de eliminar o reducir su exposición, por parte de los usuarios vulnerables, utilizando el diseño de la infraestructura orientado el mejoramiento de cruces seguros para peatones y ciclistas.



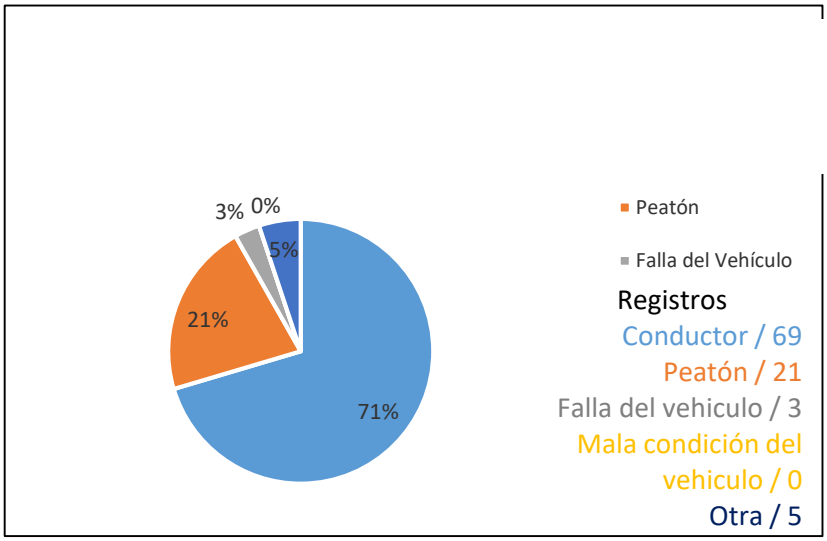
Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.11. Causas probables de percances viales en el municipio de Querétaro.

En cuanto a las causas de los percances viales en la ciudad de Querétaro, INEGI registra que el 94% de ellos son producto de errores del conductor y apenas el 1% son imputables al peatón.

Así se tiene que la mayor cantidad de percances viales ocurren en los cruceros urbanos y que la inmensa mayoría de ellos son imputables a errores de los conductores, lo que obliga a replantear el diseño geométrico de las calles para ayudar a los conductores a percibir mejor el riesgo y evitar manejos imprudentes o temerarios, en detrimento de los usuarios vulnerables.

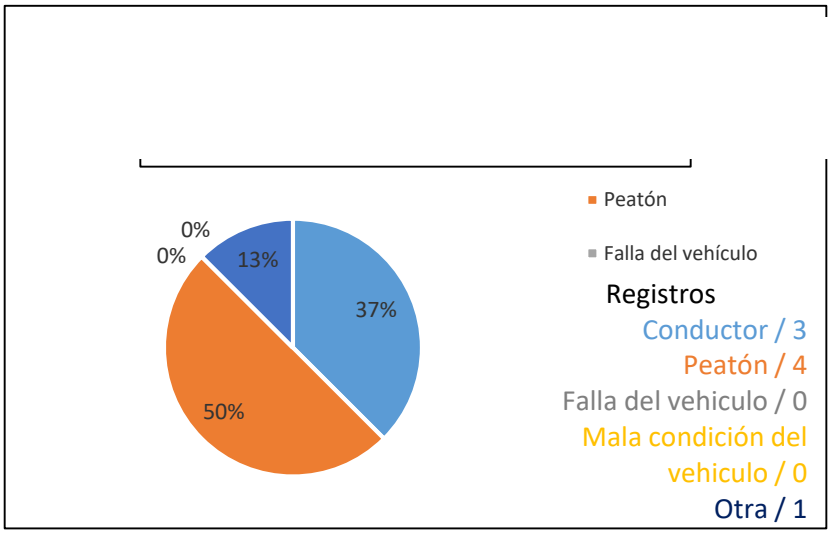
Esto implica desarrollar una propuesta de diseño geométrico de la calle que reduzca la severidad de las lesiones de los usuarios vulnerables ante errores en la conducción, propiciando velocidades vehiculares menores y reduciendo los puntos ciegos de una calle.



Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.12. Causas probables que influyen en los percances viales, con saldo de peatones lesionados, en el municipio de Querétaro.

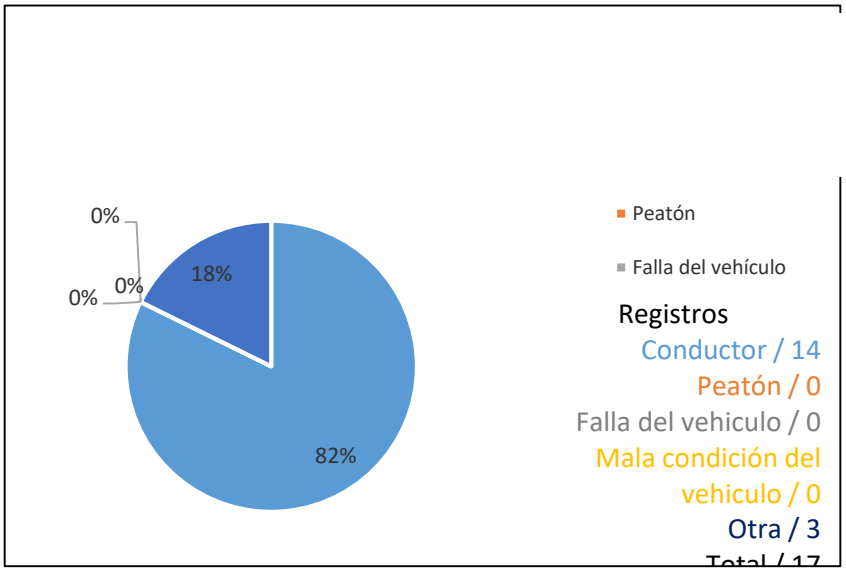
De las causales responsables de las lesiones a peatones en los percances viales ocurridos en el municipio de Querétaro, en el año 2016 los reportes de la autoridad responsable consideraron que el 71% de ellos son imputables al conductor, mientras que el peatón es responsable del 21% de los percances en los que resultan con lesiones.



Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.13. Causas probables que influyen en los percances viales con fallecimiento de peatones, en el municipio de Querétaro.

En los casos en que hay peatones fallecidos, los reportes de la autoridad presuponen un mayor peso en errores del propio peatón, asumiendo que el 50% de las muertes son provocadas por el propio peatón, mientras que al conductor solo se le imputa un 37% de los casos y un 13% a otras causas. En este caso, resalta la reducción en los casos de responsabilidad del conductor, pero se puede asumir que quizá se debe a la falta del testimonio del peatón, ya fallecido, a diferencia de los casos en donde solo se tenían peatones lesionados, pues seguramente el testimonio vivo de estos últimos ayuda a realizar una mejor reconstrucción de los hechos, mientras que en los casos de muertes de peatones, es posible que las partes involucradas puedan caer en la tentación de imputarles a los difuntos la causa de su propia muerte y así reducir las complicaciones legales correspondientes.



Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018, con datos de INEGI 2016.

Figura 2.14. Causales responsables de las lesiones de ciclistas en los percances viales del municipio de Querétaro.

En el caso de las lesiones a ciclistas en el municipio de Querétaro, se tiene que el 82% de ellas fueron causadas por factores imputables a los conductores, mientras que el restante 18% fueron atribuibles a otras causas.

Por tanto, se aprecia que las áreas de oportunidad para reducir los percances viales se encuentran en un mejor tratamiento del diseño de esquinas y en trabajar la cultura de la conducción por parte de los automovilistas, pues entre estos dos factores se encuentra más del 80% de las causales que producen las colisiones urbanas en el municipio de Querétaro.

3 Planteamiento del problema

El municipio de Querétaro quiere construir una ciclovía entre los barrios de Santa María Magdalena y Hércules, pero al momento de intentar cruzar la importante avenida 5 de febrero, se encuentra con varias dificultades que ahora enfrentan los usuarios vulnerables. Partiendo de esta preocupación, se visitó el sitio y se encontraron evidencias como las mostradas en el siguiente grupo de fotografías. En las figuras superior izquierda y superior derecha, se exhibe la falta de señalética horizontal, especialmente los cruces cebra, lo que dificulta la toma de decisiones de los peatones, sobre cuál es el mejor punto de cruce para ellos.

Fotos, cortesía de J. Trejo,

Figura 3.1 Grupo de fotografías que muestran el cruce de Camino al Campo Militar y Av. 5 de febrero

Con respecto a los automóviles, estos carecen de marcas de referencia, en piso, que indiquen claramente los sitios de espera, por lo que muchos de ellos aguardan el cambio de luz en las trayectorias de los peatones, como se muestra en la figura inferior izquierda. A esto se agrega el problema que causan las vueltas derechas continuas, que representan una dificultad permanente para los peatones, por lo

que normalmente tienen que cruzar corriendo para alcanzar la otra orilla, como se observa en la figura inferior derecha.

En teoría, los automovilistas deberían ceder el paso a los peatones, pero es tal el caos que priva en la zona, que lo último que se observa es la cortesía hacia los usuarios vulnerables.

Para visualizar este problema, el personal del IMT visitó el lugar en horas de máxima demanda, encontrándose un caos similar al siguiente dibujo.

Fuente: Arredondo y Trejo, 2017

Figura 3.2. Situación actual del crucero entre Av. 5 de febrero y Camino al Campo Militar

Los carriles con vuelta a la derecha son la mayor amenaza, pues los conductores difícilmente se detienen con luz roja, a pesar de que ese es el momento que esperan los peatones para cruzar.

La señalética horizontal, que debería estar indicada como cruce cebra, muestra un total abandono por parte de la autoridad responsable del mantenimiento vial urbano.

El proyecto de SEMOV plantea, correctamente, que la ciclovía que parte de Santa María Magdalena hacia Hércules, venga en dos cuerpos separados por sentido, con un ciclocarril colocado entre la banqueta y el carril de baja velocidad, a cada lado de la vialidad, tanto con dirección Este como Oeste.

Sin embargo, el problema surge al llegar a la zona de Kellog´s, pues el ciclocarril del cuerpo sur se mueve hacia el norte, para ir adyacente al ciclocarril con recorrido inverso para hacer un solo cruce en Av. 5 de febrero, pues de acuerdo con SEMOV esto incrementará la seguridad de los ciclistas.

Sin embargo, al hacer esta maniobra en el diseño de la ciclovía se abandona el cruce de los peatones que utilizan el lado sur de la vialidad, quedando varados en la nueva solución municipal del crucero. De acuerdo con lo comentado por SEMOV, ellos esperan inducir al peatón para que solo cruce por el lado norte del crucero, a pesar de que la zona poblada se encuentra precisamente en el cuerpo sur opuesto. Este recorrido propuesto por SEMOV para los peatones implicaría que, para cruzar 50 metros de vialidad, ellos tuvieran que hacer un recorrido de medio kilómetro, similar al que se busca para los ciclistas.

3.1 Marco Teórico

3.1.1 Percances viales por tipo de usuario

De acuerdo con datos oficiales del Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la prevención de accidentes (SCTCONAPRA) "Informe sobre la situación de la seguridad vial, México 2016", en el estado de Querétaro la tasa de mortalidad en el año 2015 corresponde a 16.3 por cada 100 mil habitantes, esto refleja un alza en comparación a los datos del informe en el año 2014 que fue de 15.9 por cada 100 mil habitantes en percances viales, tanto en carreteras federales como en zonas urbanas y suburbanas. De igual importancia este documento destaca los cinco municipios del estado de Querétaro, con el mayor número de defunciones viales, según el tipo de usuario[1]:

Tabla 1. Los 5 municipios del estado de Querétaro, con el mayor número de defunciones viales por tipo de usuario

Tipo de usuario / Municipio	Peatón	Ciclista	Motociclista	Ocupante	Total
Querétaro	69	3	19	40	131
San Juan del Río	35	2	10	21	68
El Marqués	7	0	2	19	28
Corregidora	8	0	5	3	16
Cadereyta de Montes	5	0	3	7	15

[1] Informe sobre la situación de la seguridad vial, 2016

Fuente: SCTCONAPRA, 2016

En el caso de la Secretaria de Seguridad Pública del Municipio de Querétaro (SSPMQ), los registros que ellos generan en su base de datos es con relación a reportes de hechos de tránsito recibidos a través de la línea de emergencias 911, del 01 de octubre del 2012 al 30 de agosto del 2017 muestra un aproximado de 1,096 atropellados en el municipio en que se distribuye en 312 peatones, 97 ciclistas y 687 motociclistas.

Por otra parte, para el tema de seguridad vial en la municipalidad queretana, es necesario también mencionar el Resumen del Plan Estratégico de Movilidad para el Municipio de Querétaro 2026, elaborado por la empresa privada *Steer Davies Gleave*. Dicho resumen hace referencia a la mortalidad por Edad en Querétaro en comparación al nivel Nacional: en el grupo de edad de 5 a 14 el porcentaje a nivel nacional es de 21% mientras que en el municipio de Querétaro representa el 18%; por otro lado, otro grupo representativo en los dos balances es en el grupo de 15 a 24 años de edad en que se muestra un 16% en la República Mexicana y un 11% para el Municipio de Querétaro.[2]

3.1.2 Ciudades más seguras mediante el diseño

Con respecto a la mejora del diseño vial para la reducción de la exposición de riesgos para los distintos usuarios de las vías, el WRI[3] propone en su Guía "Ciudades más seguras mediante el diseño: Lineamientos y ejemplos para promover la seguridad vial mediante el diseño urbano y vial" mecanismos o metodologías con la intención de mejorar la calidad de vida de los peatones, ciclistas, usuarios del transporte público y vehículos privados. Tales elementos de infraestructura para mejorar o aumentar la seguridad vial se encuentran: los reductores de velocidad; reductores de velocidad tipo cojín; chicanas[4]; estrechamientos de calzada; extensiones de acera; intersecciones y pasos elevados; entre otras instalaciones de seguridad para los más vulnerables de la vía.[5]

[2] Municipio de Querétaro. 2016

[3] WRI (*World Resources Institute*) es el Instituto de Recursos Mundiales, que consiste en una organización mundial, no gubernamental, de investigación, que busca crear condiciones de equidad y prosperidad a través de la administración sostenible de los recursos naturales. (Wikipedia)

[4] Chicana: Es un dispositivo instalado en la vía pública para producir una serie de curvas artificiales, que son utilizadas para reducir la velocidad de circulación en la ciudad. WRI. 2015

[5] WRI. 2015

Cuando se protege a las personas más vulnerables, se protege a población entera. En el caso de la seguridad vial este tema impacta en la Educación, Salud, Economía, la vida social y la felicidad.

Es lógico pensar que, al referirse a las mejoras de seguridad vial para los usuarios vulnerables, se requiere de estrategias de gran presupuesto para su implementación; sin embargo, se debe tomar en cuenta que para este tipo intervenciones no se requiere de altos costos de mantenimiento. Por otro lado, la solución más viable para el diseño es que debe tener alto impacto y bajo costo. Teniendo siempre como prioridad la seguridad, olvidar no sólo llegar a su destino, sino también llegar vivos y seguros para que en futuras mejoras de diseño vial se aprenda y no se repitan las mismas equivocaciones. Una clara muestra sobre mejoras mediante el diseño es el caso del tamaño de las cuadras en las zonas centrales de Shanghái, cuadras más cortas fomentan una red vial que facilita el desplazamiento a pie, en contraposición con las desproporcionalmente grandes manzanas o supercuadras, en las cuales los vehículos pueden alcanzar mayores velocidades y que se podrá traducir en cruces más peligrosos a mitad de cuadra por peatones.

El estrechamiento de calzada y la construcción de un refugio peatonal reducen la distancia de cruce y la exposición a los vehículos en movimiento. Los pasos deben ser directos, ubicados cerca de la intersección y siguiendo la línea de movimiento peatonal. Tal es el caso en una intersección en Sao Paulo (Brasil), donde se prioriza el cruce de peatones y los semáforos tienen una fase “todo en rojo” para que los peatones puedan cruzar en todas direcciones. Las configuraciones de cruces peatonales de este tipo son útiles en áreas con alto tránsito de peatones; además, pueden ayudar a evitar conflictos entre vehículos que giran a la izquierda.

Principios como reducir el número de carriles para vehículos particulares y ampliar el ancho de la calzada reducen la manifestación de riesgo para peatones y ciclistas, ya que en los casos de áreas urbanizadas con calles de cuatro carriles o más, volumen de alto de vehículos motorizados y sin restricciones de velocidad, son más propensos a que los vehículos aumenten sus velocidades y sea difícil para los usuarios más vulnerables cruzar la calle. Lo mismo sucede cuando existen dos o más carriles en cada dirección, el peligro para peatones y ciclistas aumenta ya que un conductor puede parar, pero el del siguiente carril en distinta dirección puede no parar.

En comparación con otras ciudades del mundo el caso de Tokio, en Japón, tiene una de las tasas más bajas de muertes por siniestros de tránsito en el mundo. En Tokio, la densidad de población hace referencia a los habitantes durante el día y la noche por kilómetro cuadrado (u otra unidad de área). También la vivienda debe combinarse con la conectividad vial, ya que al ubicar a las personas a una distancia donde pueden caminar a los servicios, instalaciones públicas y el transporte masivo puede ayudar a reducir la necesidad de uso del automóvil. Por lo que se han establecido áreas de alta densidad residencial y comercial alrededor

de estaciones de tren y otras estaciones de transporte masivo lo cual disminuye el uso del automóvil.

El uso de medianas o camellones, con espacio para peatones en una vía de 2 o más carriles por sentido, mejoran la seguridad del peatón al reducir la distancia de cruce y generan espacio para que los peatones crucen la vía en partes, además reducen el riesgo de los giros a la izquierda y de colisiones frontales entre vehículos y brindan espacio para sembrar árboles en las calles y hacer otros diseños relacionados con el paisajismo, lo que también ayuda a reducir la velocidad vehicular al proporcionar un alivio visual frente al cansancio y monotonía visual que enfrentan los conductores. El ancho y el diseño de las medianas pueden variar dependiendo de la configuración de la zona y líneas de deseo en calles. Estas medianas ayudan a prevenir conflictos entre los vehículos y proporciona un espacio exclusivo para peatones, además de que permite tener algo de vegetación en la calle

Isletas o refugios peatonales. Este tipo de intervenciones se usan para proporcionar un espacio seguro a los peatones en los cruces que, al igual que las medianas, éstas también están ubicadas mayormente en medio de la calle y son de uso exclusivo para ciclistas y peatones, que son quienes cruzan a mitad de cuadra o en intersecciones. Lo que buscan este tipo de configuraciones es disminuir el tiempo de cruce y de traslado, brindado además mayor seguridad a personas con alguna discapacidad o movilidad limitada para terminar recorridos que anteriormente no se le brindaba. Por otra parte, se podría aminorar el recurso para inversiones tipo semáforos peatonales que tienden a ser bastante costoso. Para ilustrar, en París (Francia) las islas brindan a los peatones un lugar seguro para esperar el paso. Los refugios peatonales pueden ser usados en intersecciones con o sin semáforos, así como a mitad de cuadra.

Establecer reductores de velocidad en zonas escolares, plazas, parques públicos y centros comerciales, así como en lugares de gran densidad de población, reduce el número de lesionados y defunciones por colisiones viales; diversos estudios señalan que también reducen hasta un 25% significativamente el volumen de tránsito. Los reductores de velocidad son elevaciones de la calzada que permiten reducir la velocidad vehicular a una cifra determinada (pueden ser diseñados para diferentes velocidades dependiendo de su altura y longitud). Otro tipo de infraestructura similar a los reductores de velocidad para desacelerar el tránsito, son los reductores de velocidad tipo cojín. Éstos son utilizados, mayormente, con la finalidad de permitir el paso de los vehículos de eje ancho como los autobuses o las ambulancias sin incomodar a los pasajeros. De esta manera, los automóviles se ven obligados a desacelerar, pero los vehículos más grandes pueden pasarlos sin problema pues no obstaculizan su paso. En París, Francia este tipo de diseño desacelera el tránsito antes de una intersección, lo cual se brinda mayor protección a los peatones.

Los carriles exclusivos para bicicletas son secciones de la calle, en una o ambas direcciones, designadas para el uso exclusivo de bicicletas. Se identifican por

medio de marcas en el pavimento, por un bordillo o mediana. Los carriles protegidos para bicicletas tienen por objeto separar físicamente a los ciclistas del tránsito motorizado con el fin de garantizar la movilidad de los ciclistas y brindarles una percepción de seguridad en sus recorridos. En la ciudad de México un carril para bicicleta de un solo sentido protege a los ciclistas por medio de barreras físicas y señalización. En el caso de intersecciones la seguridad vial para bicicletas puede apreciarse mediante pavimento pintado, señalización en la calzada, recuadros para bicicletas, semáforos para bicicletas y fases simultáneas en verde para los ciclistas, hay que tomar en cuenta que los giros a la izquierda en calles en ciclovías pertenecen a uno de los movimientos más complicados en las intersecciones, por lo que los expertos sugieren hacerlo en dos pasos, mediante recuadros de espera y esperar a que la luz cambie a verde antes de proceder a cruzar la otra calle. En Ámsterdam, Holanda una eliminación gradual del carril de estacionamiento mejora la visibilidad entre ciclistas y conductores.

3.1.3 Simulación microscópica. Caso Vissim

Para la modelación de los cruceros en la ciudad de Querétaro se utilizó el programa PTV VISSIM, del cual la Coordinación de Integración del Transporte cuenta con una licencia vigente para su uso; además, se tiene la versión para estudiantes que la misma empresa entrega para su utilización con fines académicos, con lo que se aprovecha el conocimiento interno del IMT y se fortalece su difusión al crear nuevos cuadros de usuarios expandiendo el potencial de uso. El modelo considera distintos escenarios con diferentes flujos de tránsito, tipos de usuario (peatón, ciclista, automóviles y transporte masivo) y comportamientos de estos mismos en vialidades con resultados aleatorios.

En este caso, la propuesta a realizar trata de identificar las oportunidades de mejora en el proyecto del Municipio de Querétaro, donde este tipo de riesgos o amenazas desalientan el uso de la bicicleta y de caminar por las calles de manera libre y segura. El aumento de las lesiones y defunciones de peatones y ciclistas, especialmente en intersecciones donde la congestión vehicular puede conducir a soluciones de movilidad ineficientes, no resolverían el problema principal pues las propuestas actuales siguen privilegiando autos sobre usuarios vulnerables.

En este trabajo se desarrolló un modelo para uno de los cruceros más peligrosos de la ciudad y de la ruta ciclista más importante de la ciudad junto a la carretera principal, donde los usuarios vulnerables coinciden en la intersección o cruce, automóviles y camiones. En tal cruce vial, la solución actual adoptada por el ayuntamiento es apartar y alargar los tiempos de viaje de los ciclistas en lugar de mejorarlo, lo que podría desalentar el ciclismo urbano en la zona, además de postergar una solución que atienda el cruce seguro de peatones, a los que se abandona sin resolver su peligroso cruce.

Para la solución alternativa en esta investigación se plantea:

1) Disminuir la siniestralidad en el crucero o intersección.

2) Reducir los tiempos de cruce de peatones (enfocándose principalmente en personas con alguna discapacidad, adultos mayores y niños) y ciclistas

3) Desarrollar modelos amigables que armonicen la geometría de la calle con el paso de los usuarios vulnerables, realizando un análisis prospectivo de la vialidad. y priorizando a los usuarios vulnerables

4) Evaluación de posibles mejoras al diseño actual del proyecto sin alterar los ciclos semafóricos y reduciendo los tiempos de cruce de todos los usuarios.

3.2 Objetivo General

- Proponer mejoras en el diseño vial de cruceros urbanos que permitan salvaguardar la vida de los usuarios vulnerables.

3.3 Objetivos Específicos

- Hacer una auditoría del crucero de la Avenida 5 de febrero y Camino a Campo Militar.
- Recopilar datos estadísticos de siniestralidad en la zona.
- Hacer recomendaciones de mejora para el paso de ciclistas en el crucero y su conexión con la ciclovía urbana de Avenida Universidad, considerando los puntos principales de interés.
- Recabar información de aforos viales.
- Hacer una micro simulación del crucero antes y después de la intervención para distintos escenarios, utilizando el software PTV VISSIM para la simulación microscópica.
- Hacer una prospectiva de la vialidad bajo algunos escenarios, que incluya la opción de no hacer nada o escoger una solución amigable para peatones y ciclistas.
- Verificar los radios de giro de los vehículos de grandes dimensiones que transitar por la zona, para que las soluciones no impidan su paso seguro. Esta actividad implica el uso del programa *Autoturn*, cuya licencia también está vigente en el IMT.

3.4 Alcances y limitaciones

1. Dentro de lo que se necesita para llevar a cabo el estudio tanto de los cruceros como de la ciclovía ubicada en Avenida Universidad, es necesario poseer información de campo actual y fidedigna. Tal información requerida para avanzar en el diseño vial es la siguiente:

a. Aforos viales por tipo de usuario (Peatones, ciclistas, transporte público, camiones de bienes y servicios, motociclistas y vehículos particulares).

b. Tiempos de fases y ciclos semafóricos.

c. Total de percances viales en la zona por tipo de usuario y detalle de los siniestros viales (Lesionados y defunciones).

d. Líneas de deseo.

e. Estudios de movilidad disponibles para el crucero y la ciclovía.

Para satisfacer la necesidad de información arriba planteada, se requiere acceso a los estudios de movilidad con que cuente el cliente para documentar ampliamente la información de campo.

Si bien el estudio realizado no cuenta con este tipo de información especificada, muestra una aproximación a lo que en la realidad existe utilizando otro tipo manejo de datos viales. Los datos permiten comprender la magnitud del problema, identificar las acciones para superarlo y evaluar la efectividad de las medidas que se han implementado. Con este sistema de datos robustos se permitirá dar seguimiento a la situación de la seguridad vial en la ciudad Querétaro y el impacto que tiene con el sector transporte.

2. De igual manera, se requerirá información del estudio de investigación en materia de movilidad que presentó la empresa de consultoría en planificación urbana “Steer Davies Gleave”. Es importante este estudio ya que los hallazgos que se obtengan de éste podrían conllevar a mejoras para la estrategia de movilidad y transporte sustentable en la ciudad de Querétaro. Se aclara que un diagnóstico debe ayudar a comprender qué sucede y, sobre todo, captar los retos y desafíos para generar estrategias que permitan el logro de los objetivos y metas formuladas. Mientras más amplia y diversa sea la contribución, más preciso es el resultado del diagnóstico.

3. Por otra parte, el programa de microsimulación utilizado, VISSIM de PTV, carece de la capacidad para identificar las colisiones viales potenciales o realizar un conteo de las mismas, por lo que se abre una ventana de oportunidad para que la empresa realice una mejora a su programa de cómputo, y pueda estimar el número de colisiones detectadas en las posibles combinaciones de arreglo vial, considerando las coincidencias temporales y espaciales de las trayectorias de los vehículos en simulación.

4. Si bien existen otros puntos negros o cruceros peligrosos con necesidad de foco de atención en la ciudad queretana y cerca de la zona, el presente trabajo se limitó al crucero de Av.5 de Febrero y Camino al Campo Militar, así como a otros dos solicitados por el Consejo Temático Municipal de Urbanismo y Movilidad del Municipio de Querétaro, el cual es coordinado por la Arq. Elizabeth Durán Ruiz,

que corresponden a Av. Pie de la cuesta con Boulevard Bernardo Quintana y Av. 5 de Febrero con Av. Ignacio Zaragoza

3.5 Metodología

1) Recopilar información estadística sobre percances viales en la zona, misma que se representa en mapas de calor para una mejor interpretación de los datos. Estos datos son producidos por la Secretaría de Seguridad Pública del Municipio de Querétaro (SSPMQ) en un periodo de 5 años (2012-2017). Estos datos permiten conocer, evaluar y adaptar acciones para lograr los resultados planteados.

2) Obtener datos de ciclos semafóricos y aforos obtenidos en campo para su modelación.

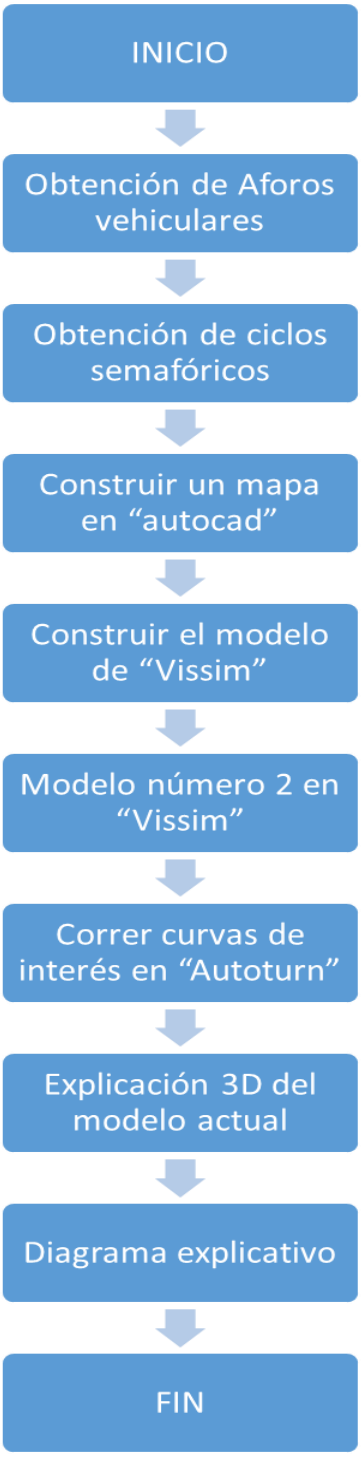
3) Correr un modelo de micro simulación utilizando Vissim en 2 escenarios. Se maneja la fórmula holandesa que propone medidas de mayor seguridad vial a peatones y ciclistas en esquinas donde existe la exposición de riesgo hacia estos usuarios por parte de los vehículos motorizados. Para ello, es necesario diseñar e implementar acciones de intervención pública en las calles que permitan reducir el riesgo de exposición y, con ello, evitar más tragedias.

4) Hacer una simulación y análisis de rutas de vehículos en *Autoturn* para verificar los radios de giro propuestos en el modelo.

5) Retroalimentar el trabajo con reuniones con el cliente, en este caso la Secretaria de Movilidad (SEMOV) del Municipio de Querétaro, tanto en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), como en el Gobierno del Estado de Querétaro y otros lugares donde se ha hablado sobre el proceso para llevar a cabo las mejoras de los cruces. Esta actividad no es limitativa, pero su realización permite mantener una mejor aproximación a las necesidades del cliente.

Un punto que se debe destacar es que, para este tipo de reuniones, se necesitan equipos multidisciplinarios en las mesas de trabajo, como ocurre en los consejos temáticos municipales y estatales, para una visión más integral del problema.

3.6 Diagrama de flujo



Fuente: Arredondo, Beristain y Cortés 2018

4 Simulación de alternativas

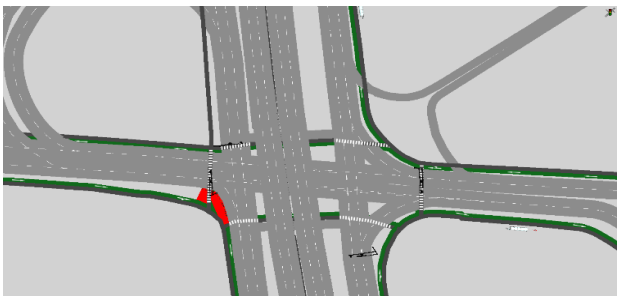
La fortaleza del programa de microsimulación Vissim de PTV “Vissim” radica en su capacidad de proveer herramientas de planificación, las cuales deberían arrojar consideraciones para la mejora de la seguridad y presentar escenarios que permitan evaluar su eficiencia para los diferentes usuarios, de acuerdo a sus propias velocidades.

Al simular el flujo vial en el crucero de Av. 5 de Febrero y Camino a Campo Militar, el microsimulador recreó los problemas de diseño que anteriormente se habían previsto.

El peatón cruza la calle por lugares de flujo vehicular continuo: los dos grandes retornos con los que cuenta la avenida, que corre el crucero de norte a sur, sitúan al peatón en la dificultad de interactuar con los autos, esto es incluso si el semáforo está en rojo, pues la vuelta está marcada como continua y solo hay un letrero para indicar una supuesta preferencia al paso peatonal de la zona.

La falta de semáforos peatonales: Esta carencia provoca que los usuarios ignoren el mejor momento para su cruce y que más bien ellos procedan en el momento que consideren oportuno, aunque no sea el más seguro u óptimo y más bien deteniendo el flujo vehicular, con el riesgo de ser arrollados por los autos, dado que las largas distancias de cruce y la breve ventana de tiempo para hacerlo, no les da tiempo de llegar a la próxima zona segura.

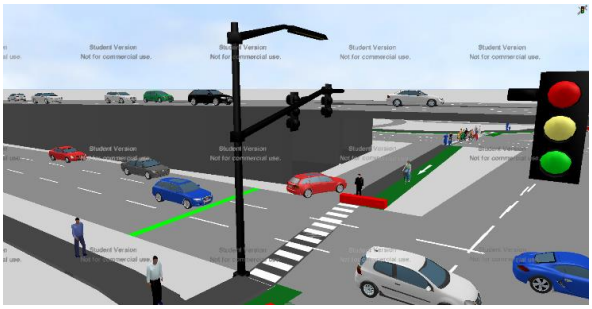
Largas distancias de cruce: Esto se aprecia particularmente al cruzar de norte a sur en el lado oriente del crucero, en donde la distancia alcanza hasta cuarenta metros, por lo que este punto demostró ser particularmente peligroso pues no cuenta con zona de protección intermedia y es una intersección con flujo continuo vehicular.



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.1 Vista superior de la propuesta del crucero Av. 5 de febrero con camino a Campo militar

El tema central de las modificaciones propuestas en el presente trabajo es solucionar los problemas encontrados, esto sumado a los comentarios recibidos en las juntas con las autoridades pertinentes que dieron otros tres puntos a considerar en la propuesta: 1.- No modificar el ciclo semafórico, 2.- No alargar las filas de espera y 3.- Considerar el tamaño de un doble semirremolque para la vuelta poniente-sur del

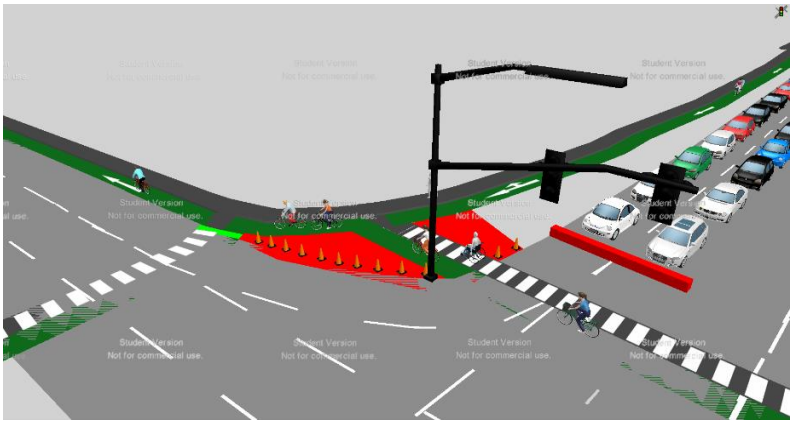


Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.2 Vista sur-oriente del crucero

crucero. Las modificaciones empezaron al cambiar la ruta del peatón. Esto se logró aprovechando las guarniciones en torno a los pilares del puente donde corren los carriles centrales de Av. 5 de Febrero, las cuales cuentan con suficiente espacio para equipar una banqueta y una ciclovía y se adaptan a las esquinas, de donde saldrían los usuarios vulnerables; las guarniciones se adaptarían con rampas para permitir el paso de las bicicletas y sillas de ruedas.

Las banquetas del lado oriente del crucero se ampliarían para reducir el cruce peatonal a veinte metros, la mitad de lo que medía anteriormente, así se reduciría el esfuerzo de personas con discapacidad y la peligrosidad del cruce; se propone también una isla peatonal digna para tener una espera segura.

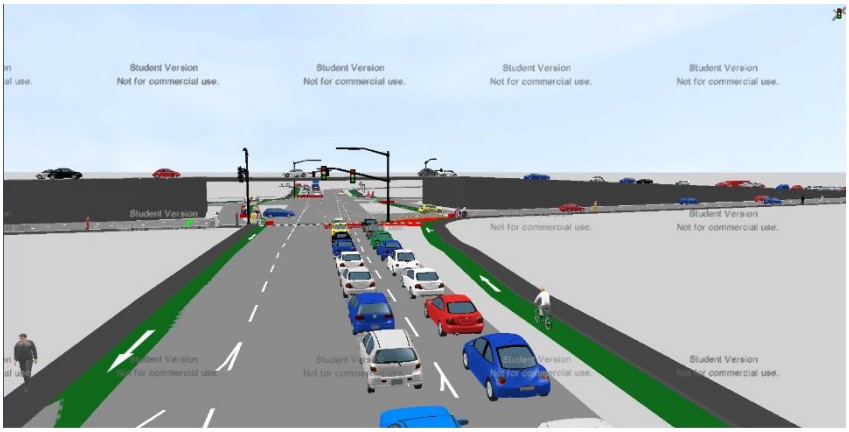


Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.3 Vista sur–oriente del crucero donde se muestra la seguridad para usuarios vulnerables mediante la ampliación de la banqueta

La vuelta poniente-sur del crucero se ampliaría, de esta manera los autos, al salir de la calle, podrían ver a los peatones de frente y no de cuarenta y cinco grados o treinta como antes; se hace la prueba en el programa “Autoturn” para garantizar la vuelta de un doble semirremolque. Esta ampliación y la del lado oriente se lograría con bolardos o macetones, haciendo la inversión más baja y obteniendo la misma seguridad.

Se equiparía con múltiples semáforos peatonales y semáforos para personas con discapacidad visual, estos estarían situados en todos los puntos de cruce posible para evitar accidentes y estarían coordinados al ciclo de semáforo vehicular, además, se propone el cruce cebra establecido por los pilares del puente, siendo esta la ruta más segura.

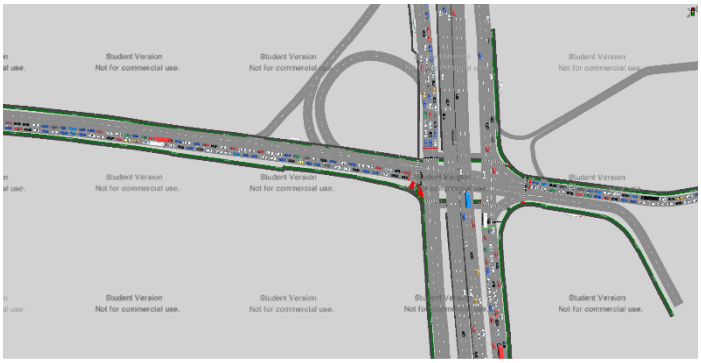


Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.4 Vista poniente del crucero

Aprovechando la ciclovía construida por la empresa Kellogg, la propuesta optaría por extender esa ciclovía hasta el crucero, de esta manera contaría con dos carriles separados, cada uno en el mismo sentido de los autos, la medida de esta sería de metro y medio; sin necesidad de reducir carriles, cambiar destinos de los usuarios y sin quitar el actual carril de estacionamiento ubicado junto a la colonia de La Sierrita. Los ciclistas cruzarían con los peatones.

Prospectiva



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.5 Vista aérea del crucero con simulación realizada en Vissim

Al correrse ambas simulaciones con el doble de autos en circulación se obtienen filas que llenan todo el camino disponible en el modelo, no obstante, se debe considerar que la peligrosidad de la calle se dispara cuando no se tiene control con el paso de los diferentes usuarios y se contiene cuando sí lo hay; en ambos modelos llegan a interactuar autos con peatones; un buen diseño reduce estas interacciones.

En una situación donde ya existe el tránsito pesado y la peligrosidad es cotidiana, se puede considerar un avance quitar la peligrosidad.

Recomendaciones y comentarios

Siendo éste uno de los puntos clave de la movilidad en el municipio, la importancia de tenerle buena atención era indispensable, las vueltas continuas dan completa ventaja al auto y desprotegen completamente al peatón, la falta de claridad en el paso cebra induce a las personas a cruzar por donde puedan, vayan en auto o

caminando, el cruce peatonal situado en un retorno continuo en una vía de alta velocidad impone al automóvil sobre cualquier otro.

La respuesta apresurada y comprada a la empresa inglesa de cambiar el cruce peatonal/ciclista al lado norte del crucero rompe con reglas básicas de diseño de ciclovías, ignora a la colonia y negocios situados en el lado sur del crucero, rompe con la costumbre de las personas, falla a la lógica, no garantiza la seguridad de los usuarios y resalta la necesidad de comprar los próximos estudios a personas que vivan y conozcan el espacio que se va a intervenir.

Una ciclovía que obligue al usuario a ir en contraflujo, a modificar su recorrido, que lo limita a estar de un lado de la calle donde no hay nada y que tiene una espera semafórica de más de dos minutos con diez segundos de avance es una ciclovía destinada a fallar pues no invita a nuevos usuarios a hacerse partícipes en su vida cotidiana; un cruce peatonal no resuelto, que obliga a las personas a pasar en una vuelta continua, que no es respetado a menos que un agente de movilidad lo auxilie, no es el cruce de una calle caminable, no invita a la gente a bajar del auto pues resulta difícil y peligroso moverse sin él.

La importancia de cruceros como éste ya no puede ser ignorada en la ciudad y la promoción de ciclovías bien pensadas es indispensable, ya que como se demostró en la prospectiva, la avenida está destinada a colapsar la movilidad del auto si la demanda sigue creciendo y, para una ciudad como Querétaro, hacer una gran intervención resulta, en la mayoría de los casos, imposible. La promoción del transporte alternativo es clave para las generaciones futuras y la responsabilidad de generar vías seguras para éstas es tarea de las autoridades.

Previo a cualquier modificación o estudio el crucero no estaba resuelto y demandaba atención inmediata, ahora con ciclovía, semáforo peatonal/ciclista e inversión, no está resuelto y demanda atención inmediata.

Para una ciudad como Querétaro, que ha crecido de forma irregular y con una clara preferencia al medio de transporte particular, es común encontrarse con puntos como el de este estudio; sin embargo, no es aceptable normalizarlo y menos aceptarlo, la calle tiene que transformarse y el entorno debe convertirse en una buena experiencia para peatones y ciclistas, poco a poco se deben recuperar espacios y brindar de seguridad a las personas.

Para este estudio particular el tema que llamó la atención fue la construcción de la nueva ciclovía, ya que es un tema que puede cambiar la movilidad y el estilo de vida de las personas que la usen; un proyecto con tanto futuro debe planearse con tiempo y debe darle la seguridad y comodidad al ciclista en cada punto por el que pase, ya sea una avenida, intersección o calle.

4.1 Explicación de problema con crucero de cinco de febrero y campo militar.

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.6 Vista aérea del crucero, antes de las modificaciones

Conocido por ser uno de los puntos con mayor afluencia en la ciudad de Querétaro, el crucero de *Cinco de Febrero* con *Camino a Campo Militar* iba a ser parte de la nueva red de ciclovías que proponía el municipio de Querétaro, proyecto encargado a la secretaría de movilidad con su secretario *Mauricio Cobo Urquiza* a la cabeza.

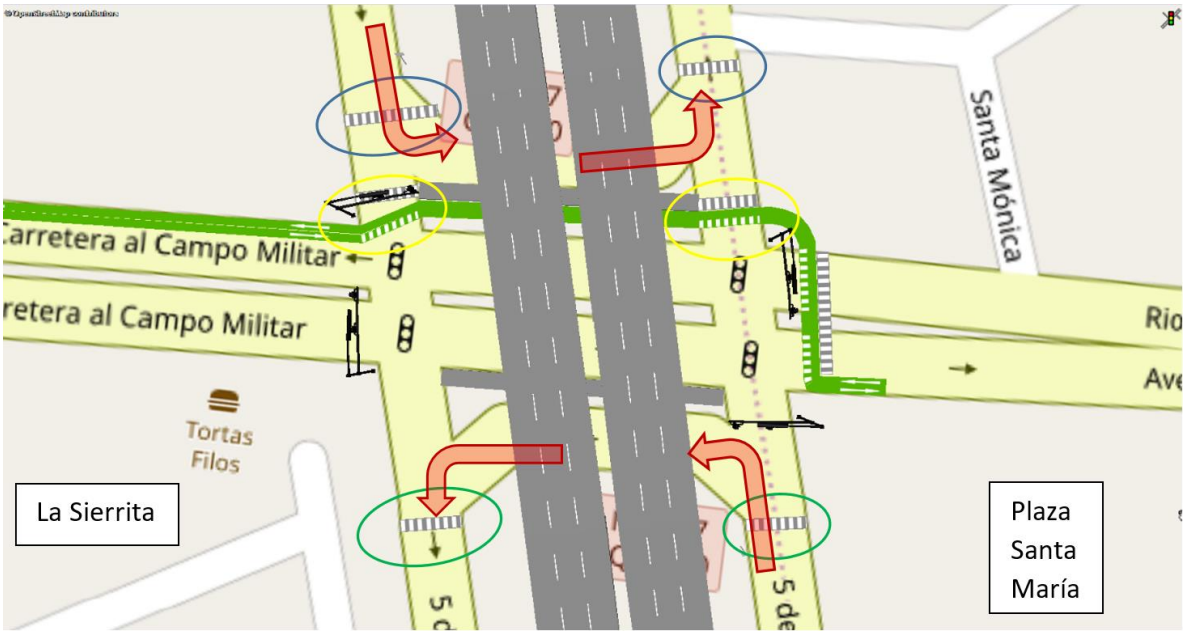
La investigación y desarrollo de los planos de este proyecto de ciclovías se llevó a cabo por la empresa inglesa *Steer Davis Gleave*; además de ser un punto clave para la movilidad en Querétaro, las modificaciones en este crucero llaman la atención de la gente pues ésta futura ciclovía se conectaría con la modificación en infraestructura ciclista más polémica de la ciudad: la de avenida *Universidad*.

Camino a Campo Militar ya contaba con una ciclovía previa frente a la fábrica de *Kelloggs* situada en ambos sentidos, con una protección verde que la separaba de los autos y a desnivel comparada con la banqueta para evitar que peatones y ciclistas interactúen unos con otros; el nuevo plan incluía esta ciclovía, pero al llegar a la calle *Benito Juárez* se unen ambos carriles al lado norte de la avenida hasta *Cinco de Febrero* y posteriormente a Avenida *Universidad*.

Con el tiempo se dio a conocer un video que explicaba con una simulación las modificaciones en este tramo de ciclovía y las modificaciones que se le harían al crucero y a la calle *camino a Campo Militar*; en el video se notaba que la ciclovía pasaría, en tramos, sobre la banqueta y en otros en el arroyo vehicular además de algunas ampliaciones a las banquetas.

Para la parte específica del crucero se plantea que las personas y ciclistas crucen exclusivamente por el lado norte, el lado sur se conserva, pero no tiene semáforo peatonal ni señalamiento, únicamente se pinta el paso sobre el asfalto.

Vista aérea del crucero con los planes de SEMOV



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.7 Vista superior del crucero con modificaciones de SEMOV

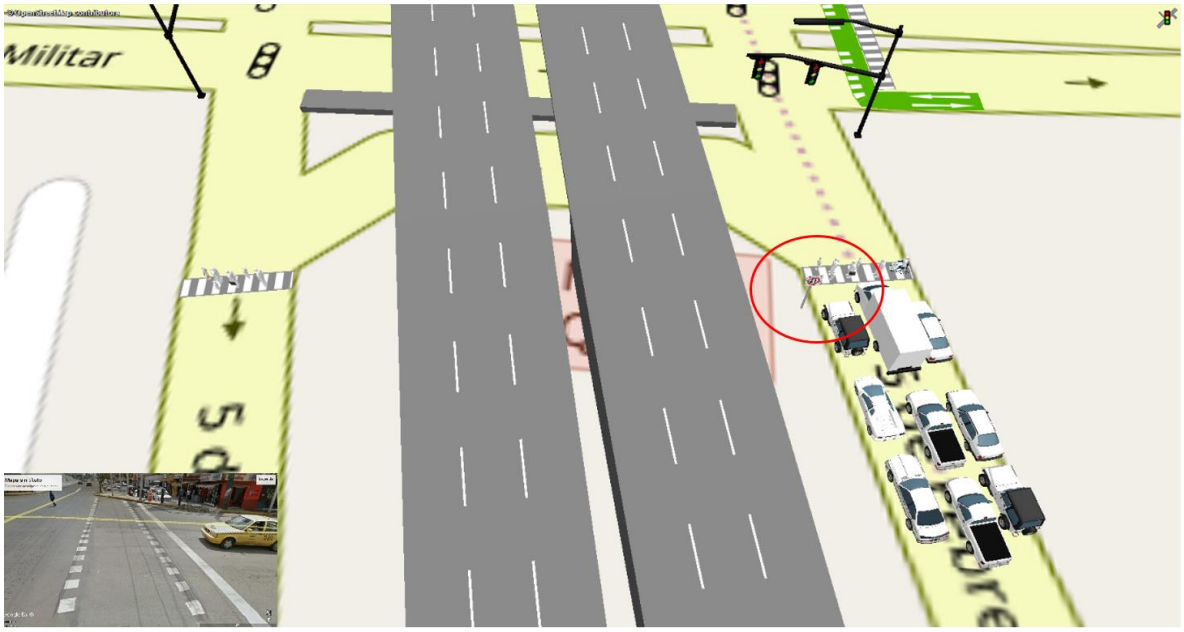
Para el punto de cruce, ambos carriles de la ciclovía cruzan por lo que antes era un carril del arroyo vial en el lado norte del crucero; se equipa con dos semáforos ciclistas (amarillo) y después vuelven al lado sur para incorporarse a universidad. Ahora el sitio cuenta con seis cruces peatonales de los cuales dos tienen semáforo peatonal (azul) y dos solo están pintados sin contar con señalética (verde), los últimos dos cruzan con la ciclovía y el semáforo ciclista.

Los cruces peatonales que no comparten semáforo con la bicicleta actualmente comparten la vía con los retornos de los automóviles; estos, al tener vuelta

continua (rojo), hacen pasar al peatón un momento difícil cuando se trata de cruzar.

Al poner ambos carriles de ciclovía en lado norte, además de afectar la movilidad de los ciclistas que transiten el lado sur, ignora cualquier atractor de viaje pues en el lado sur se encuentran todos los negocios, restaurantes, tiendas y la colonia de *La Sierrita*, que pudo haber sido beneficiada en gran medida con la infraestructura adecuada.

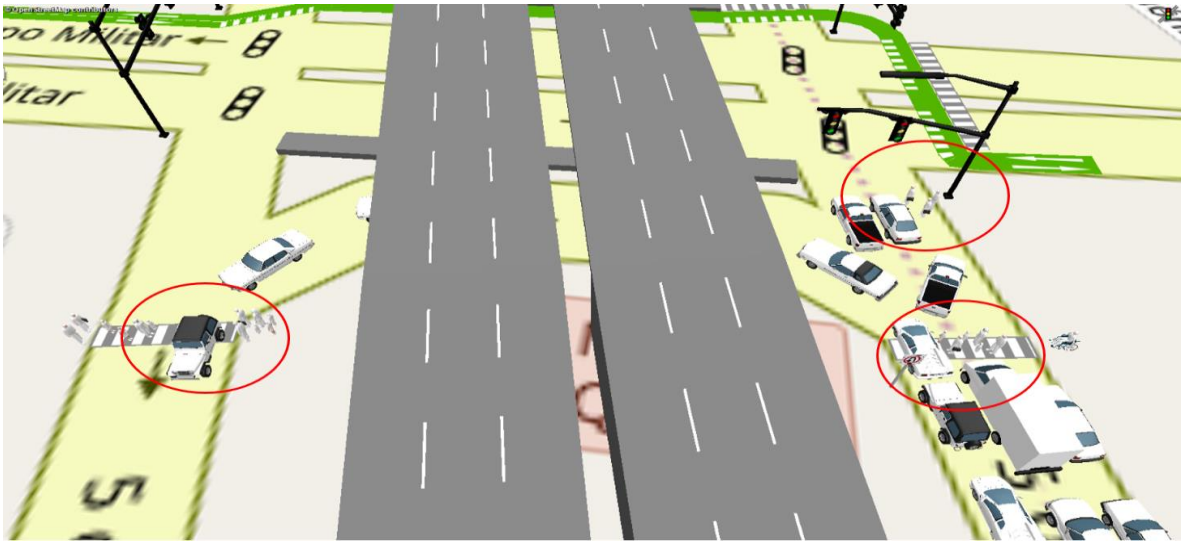
Vista del lado sur del crucero con los planes de SEMOV



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.8 Vista de lado sur del cruce peatonal de acuerdo con los planes de SEMOV.

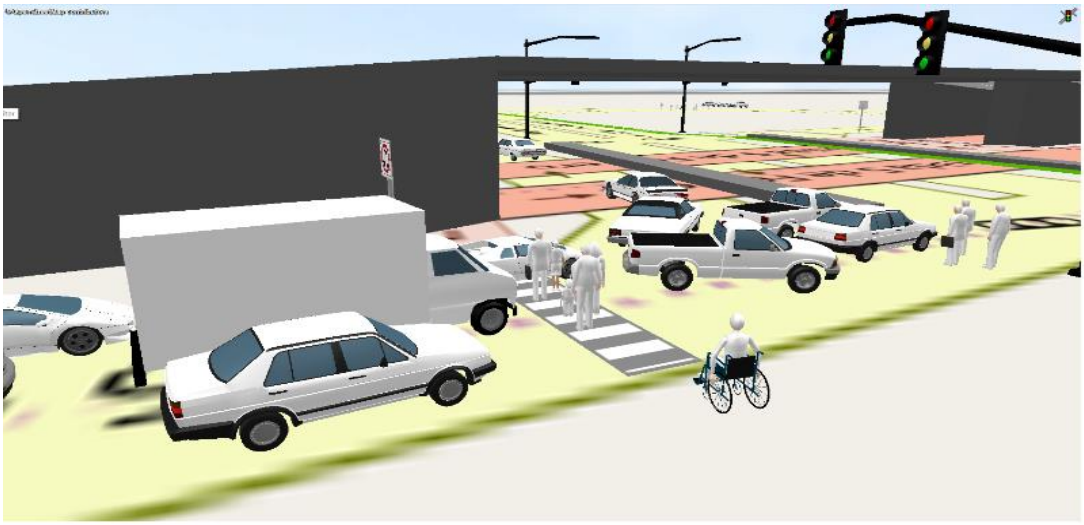
El lado sur del crucero se deja intacto esperando que los puntos peatonales (representados en la imagen con un paso cebra adecuado) sean suficiente para garantizar al peatón el paso seguro por la calle a pesar del retorno continuo y la falta de señalética.



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

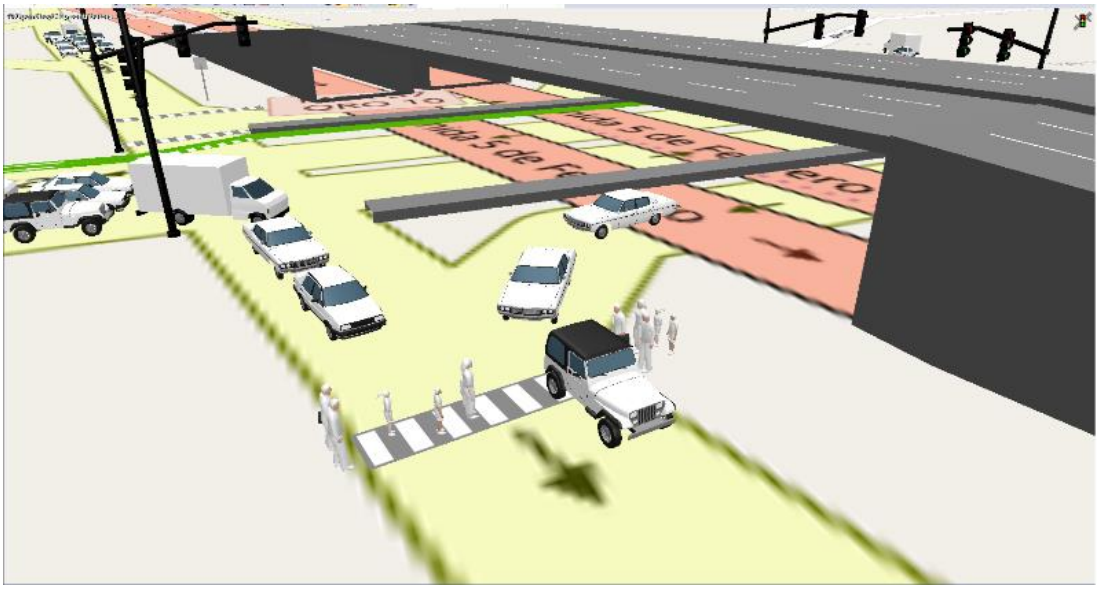
Figura 4.9 Vista de lado sur del cruce peatonal en la realidad.

En la realidad es imposible cruzar de forma segura, los peatones deben buscar su propio cruce improvisado y los autos están en contacto con ellos durante el cruce; en el oriente los autos, incluso, se detienen sobre el paso peatonal o al norte de éste, sin importar el paso cebra pintado obligando a los peatones a buscar cruces alternativos, los agentes de movilidad permiten que los autos se detengan sobre el paso peatonal, todo para que los peatones no detengan la vuelta continua del auto.



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

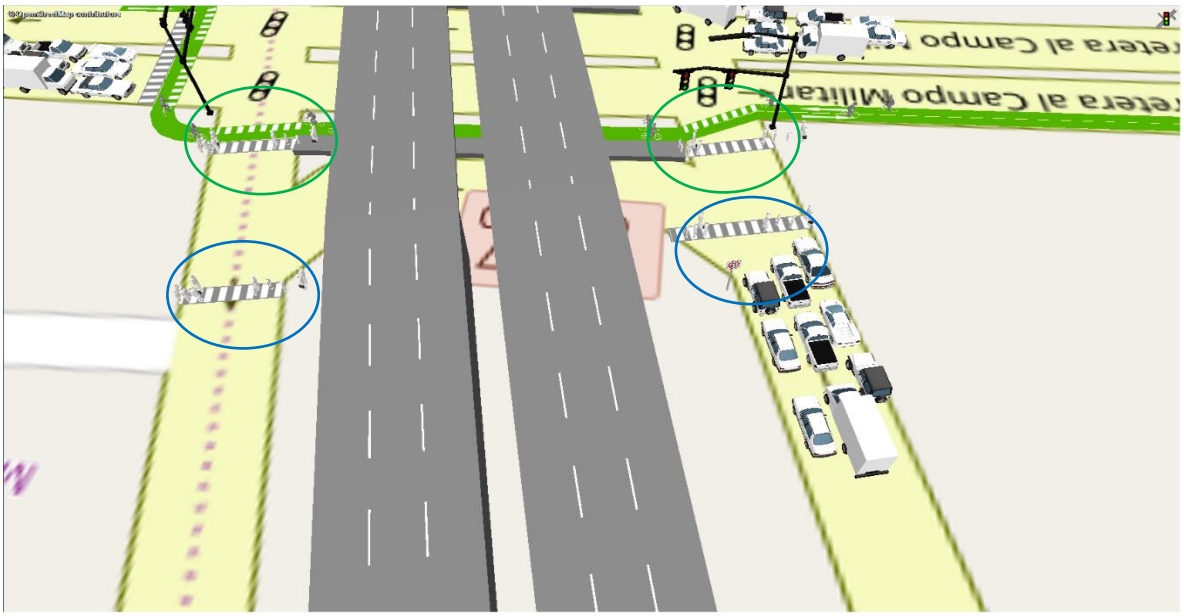
Figura 4.10 Vista oriente del crucero



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.11 Vista poniente del crucero

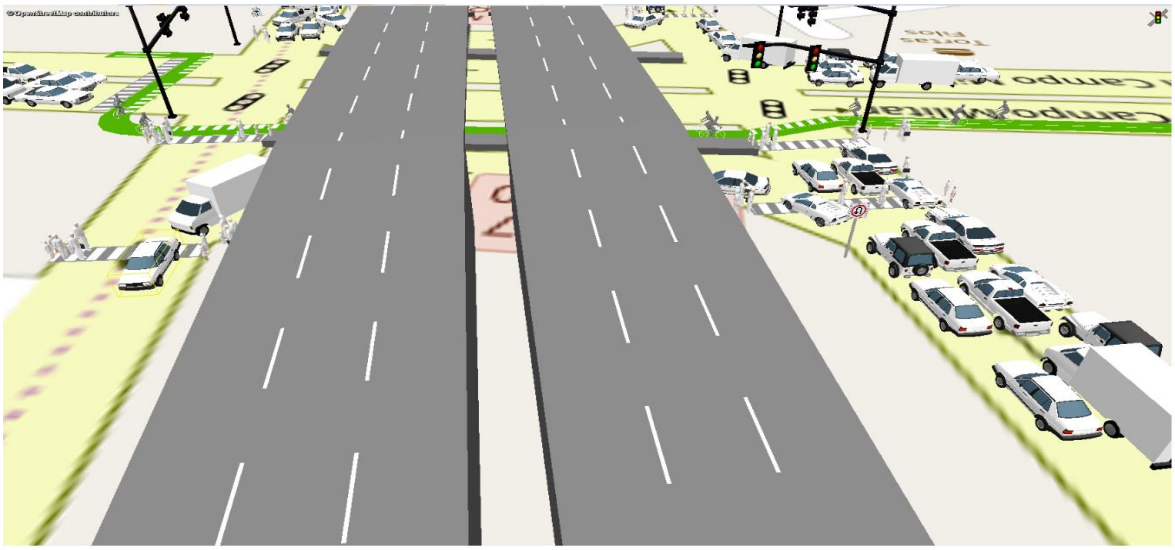
Vista del lado norte del crucero con los planes de SEMOV



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.12 Vista del lado norte del crucero

Se espera que para el lado norte los peatones y los ciclistas compartan uno de los cruces señalados con semáforo ciclista (verde) y el otro marcado con semáforo peatonal (azul); estos cuentan con señalética y son los cruces más trabajados por el proyecto.



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.13 Vista del lado norte del crucero

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.14 Vista Norte del crucero Av. 5 de Febrero con Camino Campo militar

El cruce peatonal cuenta con el mismo problema de compartir la vía con los autos que tienen retorno, es un cruce que no se respeta por los autos que esperan el semáforo pues también invaden la zona cebra y el peatón se ve vulnerable a la situación; para el cruce ciclista se tienen esperas con el semáforo en rojo de más de 99 segundos y tan solo 10 segundos para cruzar, haciendo imposible a alguna persona con dificultades para caminar o debilidad visual recorrer la distancia a pesar del semáforo.

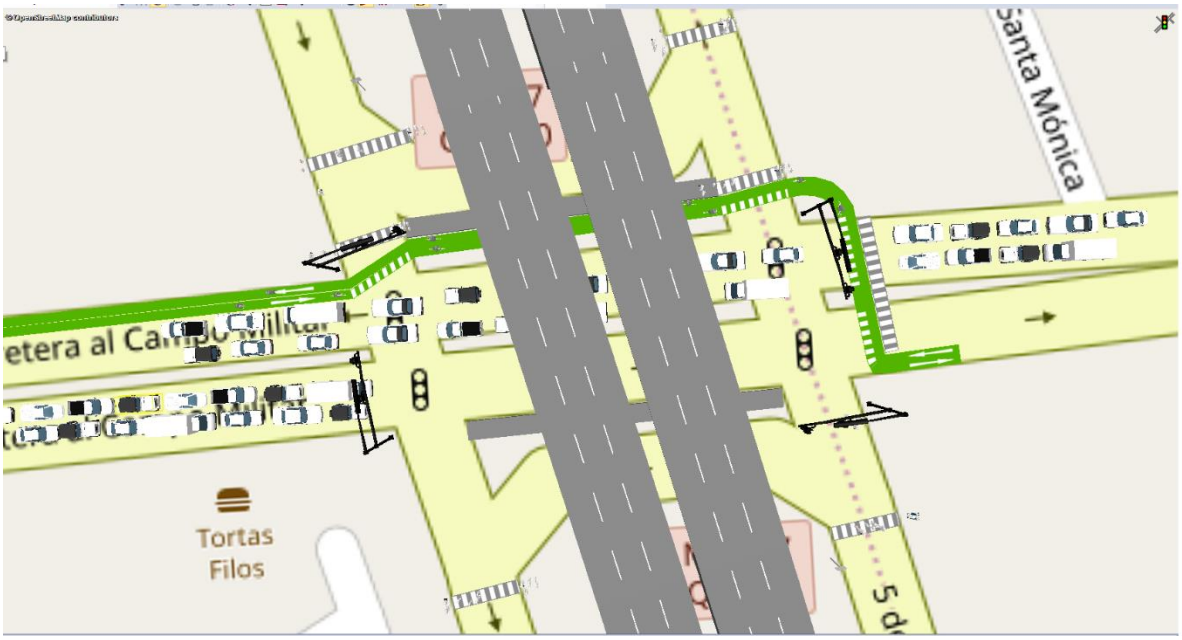
Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.15 Vista oriente del crucero

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.16 Vista poniente del crucero

4.2 Reducción de carriles



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

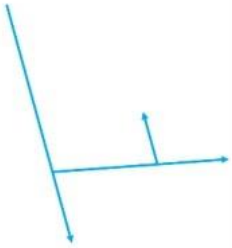
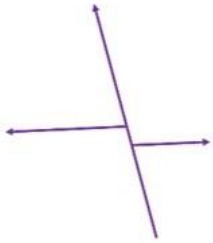
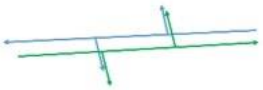
Figura 4.17 Vista superior del crucero Av. 5 de Febrero y camino a Campo Militar con propuesta de ciclovía de SEMOV

Al pasar ambos carriles de ciclovía al lado norte, se ocupa espacio de la calle con menos carriles del crucero; el lado norte contaba con dos carriles previos a la modificación, mientras que el lado sur contaba con tres carriles y un cordón de estacionamiento; con la modificación de los carriles ciclistas se queda sin espacio el lado norte y se ven en la necesidad de ocupar uno de los carriles del lado sur, dejando éste con dos carriles únicamente; además, se quita el cordón de estacionamiento que, según los trabajadores de la obra, se ocupará el espacio para hacer una parada de autobuses en el futuro, este reacomodo derivó en un tiempo mayor de traslado para los dueños de auto particular y a los usuarios de transporte público.

Algunos usuarios han reportado incluso que la fila se extiende hasta “la curva del campo militar” y que los tiempos han pasado de ser de diez o quince minutos hasta cuarenta y cinco en horas pico.

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.18 Vista aérea desde Google Earth donde se muestra la fila que se extiende hasta la curva del campo militar

FASE			
Diercción CDMX	70	5 1	
Dirección SLP		111	3 1
Camino a campo militar			136 3 1
Av. Universidad			136 3 1
TOTAL			139

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.19 Ciclo semafórico intersección Av. 5 de febrero y camino Campo militar

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.20 Avenida Universidad y tecnológico

4.3 El tema de avenida universidad

La ciclovía de Camino a Campo Militar se uniría al centro de la ciudad por Av. *Universidad*, donde la administración pasada había dejado una ciclovía que corría desde *Ezequiel Montes* hasta *Bernardo Quintana* por el carril de baja velocidad (carril derecho); para esta nueva red se desecharía el ciclocarril existente y se construiría uno nuevo que recorriera la avenida de manera adyacente al carril de alta velocidad (carril izquierdo).

Lo más recomendable y usual es tener la ciclovía junto al carril de baja velocidad, esto reduce la probabilidad de accidentes y la posibilidad de tener una colisión fatal entre auto y ciclista, para *Avenida Universidad* los letreros de límite de velocidad son iguales para los dos carriles de circulación; sin embargo, dado que en el lado derecho de la vía se estacionan autos, se detienen autobuses de pasajeros y se incorporan algunas calles hacen que el carril trabaje con velocidades de cero a treinta kilómetros por hora, convirtiéndolo entonces en el carril de baja velocidad.

Por su parte, el extremo izquierdo funciona con flujo continuo y para rebasar, en este carril no hay estacionamiento de vehículos ni recolección de pasajeros, lo que lo convierte de facto en el carril de alta velocidad.

De hecho, el Reglamento de Tránsito de Querétaro establece que los ciclistas deben circular por el carril de la derecha, por lo que colocar una ciclovía en el extremo izquierdo de la avenida contraviene el espíritu de ese reglamento,

además de que aleja a los usuarios de los centros atractores y generadores de viajes, que se localizan al lado derecho de la vialidad.

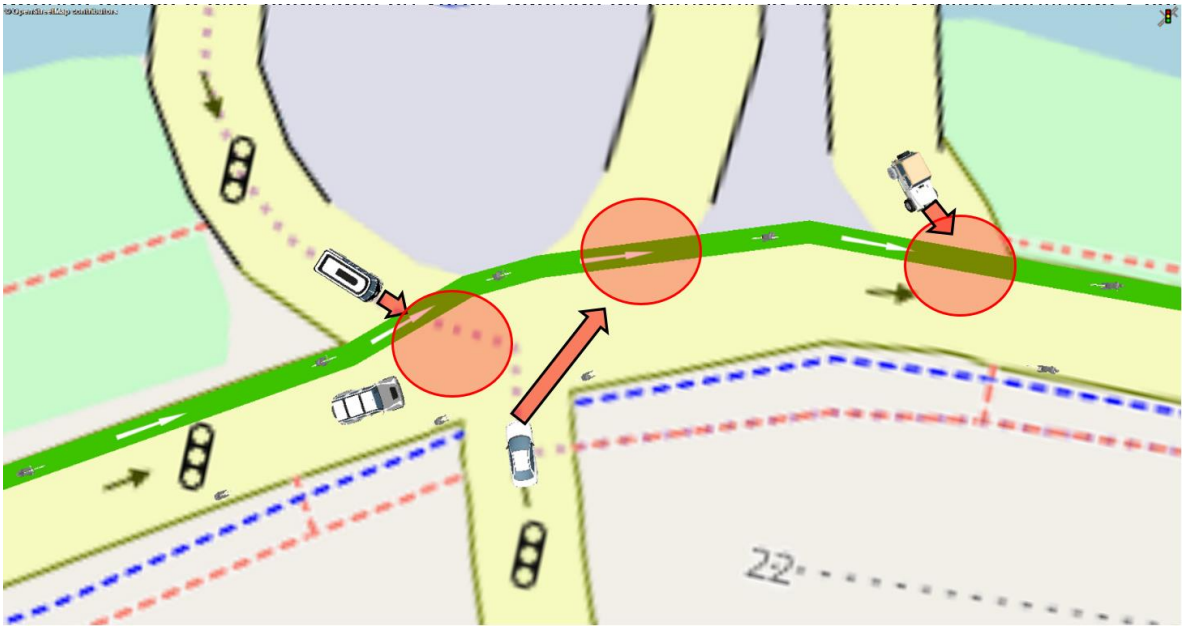
Es importante aclarar que ya había una ciclovía en Av*. Universidad* entre las calles de *Ezequiel Montes* hasta *Bernardo Quintana* que cumplía con la condición de estar colocada junto al carril de baja velocidad, pero que fue retirada para dar paso a la nueva ciclovía, localizada ahora junto al carril de alta velocidad. Durante el tiempo que estuvo la ciclovía junto al carril de baja, entre 2011 y 2017, no se tuvo ninguna muerte que lamentar. En cambio, a raíz de la reubicación de la ciclovía, hacia el carril de alta, el 23 de junio de 2017 se registró el lamentable fallecimiento del ciclista *Juan Sánchez Ramírez*, de 52 años, ocurrido como consecuencia de las heridas sufridas una semana antes, cuando fue arrollado por un camión de transporte de pasajeros en el cruce de Av. *Tecnológico* y Av. *Universidad*, al intentar cruzar sobre Av. *Universidad,* cuando aparentemente buscaba incorporarse a la nueva ciclovía. Esta maniobra pudo ser evitada, de haber estado colocada la ciclovía en su lugar correcto, junto al carril de baja, pues la incorporación hubiera sido directamente al lado derecho y no se hubiera expuesto a la interacción con el camión que quiso doblar a la derecha, sobre Av. Universidad en dirección oriente, mientras el ciclista cruzaba de frente hacia la ciclovía ubicada al otro lado de la avenida, justamente en el extremo izquierdo de la misma. Este peligro lo vivirán los ciclistas urbanos en todos los cruces viales de Av. *Universidad.*

Universidad y corregidora

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.21 Avenida universidad y Corregidora Nte.

Al colocar la ciclovía adyacente al carril de alta velocidad, los cruces con otras calles aledañas se vuelven más complicados para el usuario ciclista, con semáforos ciclistas que duran hasta dos minutos en rojo y apenas quince o diez segundos en verde, además de compartir la calle con vueltas continuas y con el cruce de los autos, lo que ha llevado a los usuarios por optar la ruta segura y viajar por el lado izquierdo de la calle ignorando la ciclovía.



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.22 Vista superior de la ciclovía de Av. Universidad con Corregidora donde se muestra puntos de riesgo para los ciclistas

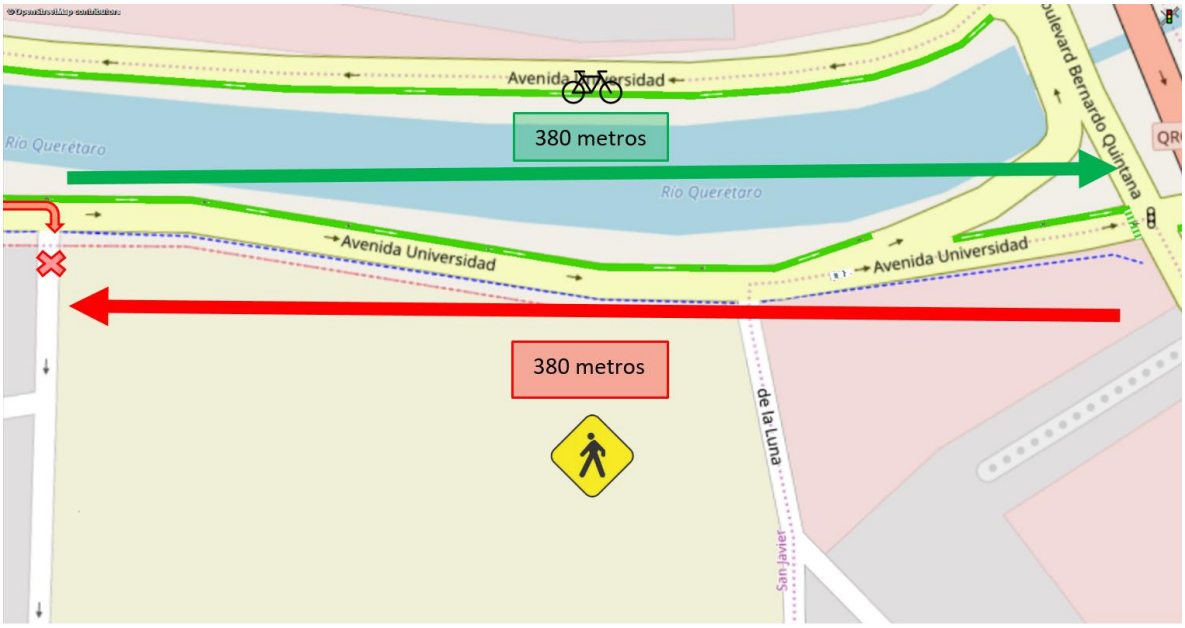
El crucero vendría equipado con semáforos ciclistas que aprovecharían un rojo total de los autos para dar el paso a los ciclistas; el tiempo de avance para ciclistas (en verde) tiene una duración que varía de 15 a cinco segundos y altos que pueden durar hasta dos minutos (en rojo) alargando el tiempo de recorrido en cada calle.

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.23 Vista sur de Av. Universidad desde *Google Earth*

Una ciclovía que fuera por el lado derecho del camino, junto al carril de baja podría avanzar siempre que el semáforo ubicado en el lado sur del crucero estuviera en rojo deteniendo los autos que salen de corregidora, obteniendo así, un mejor flujo ciclista.

Cruce de Av. Universidad y Boulevard Bernardo Quintana



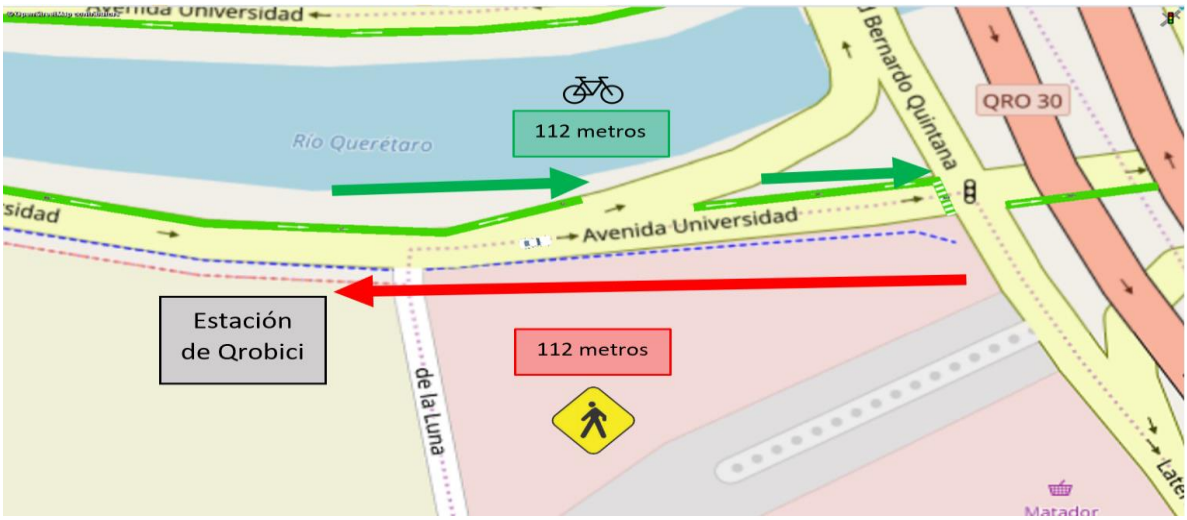
Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.24 Vista de ciclovía Universidad en el extremo Oriente

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.25 Antigua ciclovía de Av. Universidad

La ubicación de una ciclovía dentro de la ciudad debe facilitar a las personas la llegada a sus destinos; en el lado izquierdo la ciclovía no ayuda a las personas a llegar a ningún lugar y al estar equipada con una guarnición continua de 30cm de altura, deja sin posibilidad a los usuarios de salir en algunas de las calles secundarias de la zona centro; lo que los obliga a pedalear hasta el próximo cruce, en donde ya pueden cambiar de lado y regresar a la calle deseada, alargando sus distancias y tiempos de recorrido, de forma innecesaria, además de exponerlos a cruces constantes de ciclos semafóricos con duraciones de cinco segundos de paso y dos minutos de alto.



Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.26 Vista superior de la ciclovía de Av. Universidad con distancias entre estaciones de Qrobici

Por su parte, las nuevas cicloestaciones del sistema de bici pública, denominado QROBICI, se localizan al lado derecho de la avenida, como se muestra en la figura 4.4.26, lo que obliga a un usuario que quiere devolver su bicicleta y que se traslada por la nueva ciclovía, a trasladarse hasta el siguiente crucero y luego regresar en sentido contrario, para depositar la bici en el ciclopuerto, lo que alarga su recorrido hasta en 240 metros, más los tiempos holgando en el semáforo, situación que se podría evitar si la ciclovía fluyera por el lado derecho.

En diseño la red de ciclovías y las estaciones de bici pública demuestran la incongruencia de ubicar la ciclovía en el carril izquierdo de la avenida; la estación está ubicada en el lugar correcto. Una persona que sale de un negocio o de su casa tiene a su disposición una bicicleta, pero no de un camino seguro, de igual manera un ciclista que planea llegar a esa estación debe alargar su recorrido hasta la esquina, cruzar la avenida y luego caminar a la estación.

Fuente: Cortes, Arredondo y Beristain, 2018

Figura 4.27 Vista superior de la ciclovía de Av. Universidad con Boulevard Bernardo Quintana donde se muestra unos de los puntos más riesgosos para el ciclista

En el mejor de los casos, el ciclista no debería encontrarse con vueltas continuas y de ser así, debería contar con señalética y con seguridad para transitar. Casi al llegar al cruce de Avenida Universidad con Bernardo Quintana se encuentra uno de los puntos más vulnerables para ciclistas y peatones, un retorno de vuelta continua completamente ignorado, el paso peatonal no está marcado y la ciclovía hace una pausa para continuar después en la guarnición que se encuentra al oriente, este espacio no solucionado es otro ejemplo de la ineficacia y peligrosidad de la ruta, ya que no solo demuestra la falta de planeación sino que también la postura de la secretaría de ignorar los problemas.

La ciclovía previa, situada en el lado derecho no contaba con estos problemas.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 4.28 Vista sur-oriente de la antigua ciclovía de Av. Universidad

Figura 4.29 Vista de la antigua ciclovía ubicada de lado derecho

5 Propuesta de diseño para calles seguras

Partiendo de la información expuesta hasta el momento, s encontró que el mayor riesgo vial en la ciudad de Querétaro, se presenta en las esquinas de las calles, por lo que los esfuerzos se deben concentrar en el mejoramiento del diseño geométrico de estos puntos.

En la figura 5.1 siguiente se muestra un crucero típico, que involucra la interacción entre peatones, ciclistas y automovilistas. En este tipo de cruceros, el mayor riesgo se presenta al momento de que peatones y ciclistas intentan cruzar una avenida para la cual los conductores podrían ser tentados a pasar primero, aprovechando el peso de su unidad.

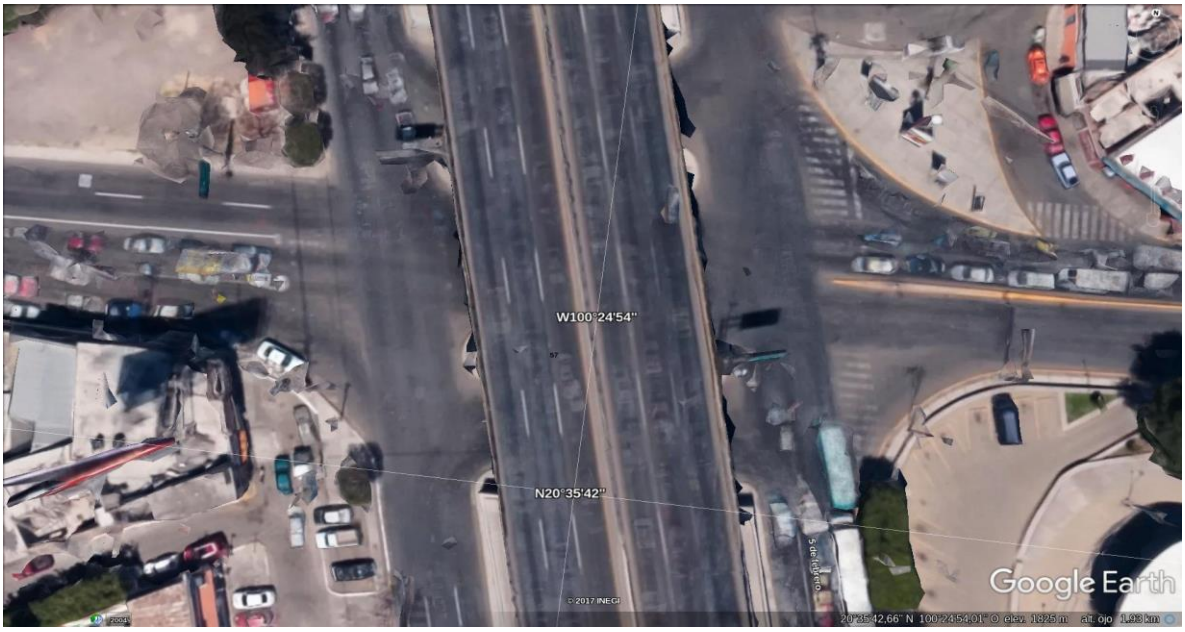
Fuente: Arredondo, Cortes y Beristain, 2018

Figura 5.1. Crucero típico que involucra la interacción entre peatones, ciclistas y automovilistas

A pesar de la obligatoriedad que tienen los automovilistas de ceder el paso en las esquinas a los usuarios vulnerables, manifestada claramente en el artículo 102 del Reglamento de la Ley de Tránsito para el Estado de Querétaro, la realidad que exhiben las estadísticas es que los peatones y ciclistas son arrollados de manera sistemática, principalmente en esos puntos, por lo que es necesario replantear el diseño de calles.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.2. Vista aérea del cruce entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, localizado al norte de la ciudad de Querétaro.



Fuente: Arredondo, Cortes y Beristain, 2018

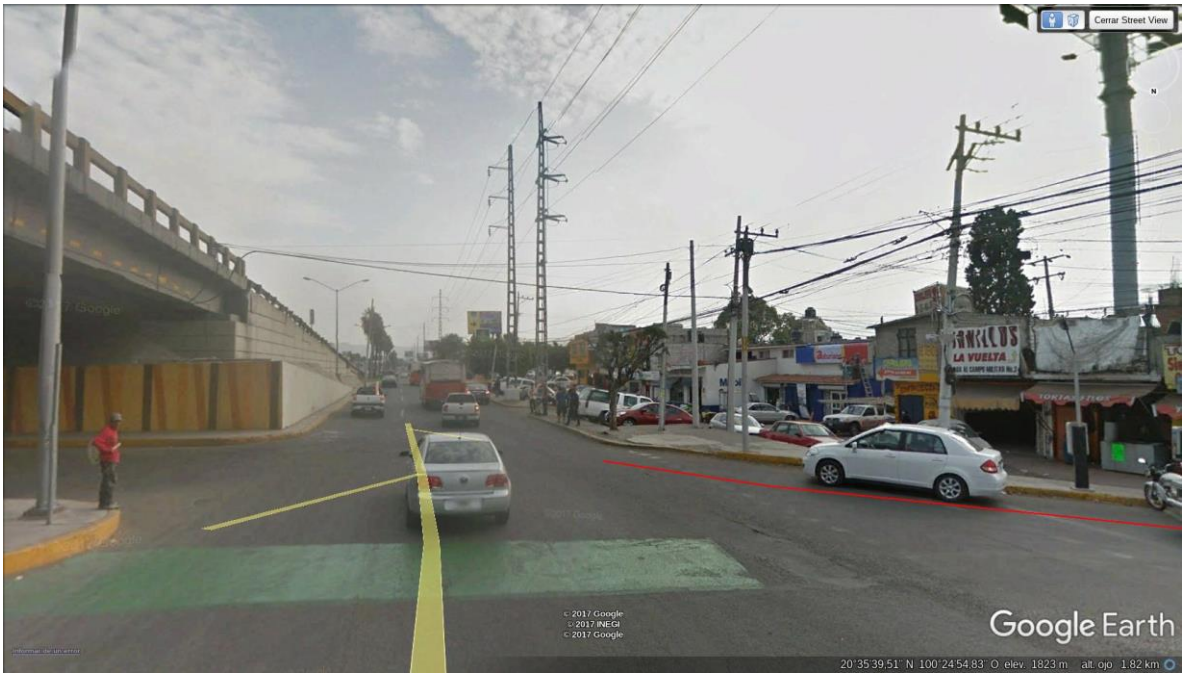
Figura 5.3. Detalle del cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar

En el crucero mostrado en las figuras 5.2 y 5.3. se muestra la confluencia de las avenidas 5 de Febrero y Camino al Campo Militar.

A nivel de calle, se observa que el crucero carece de cruces cebra y de carriles de circulación claramente establecidos.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.4. Vista a nivel de calle, del cruce entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar.



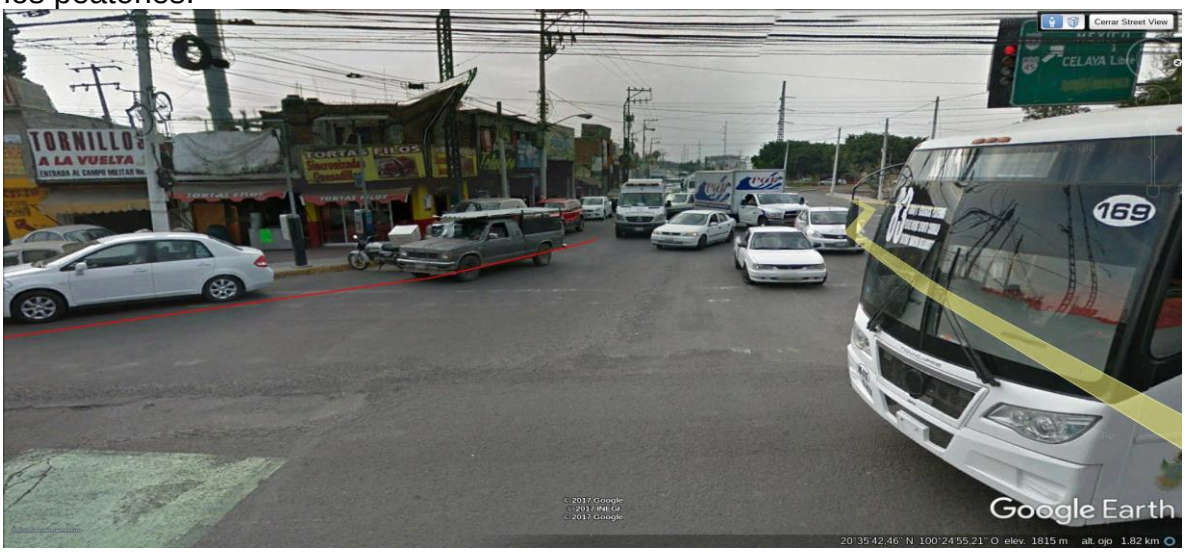
Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.5. Detalle que muestra la pobre señalética vial.

La ausencia de líneas que delimiten los carriles de circulación también representa un problema para los propios conductores de vehículos e impide que los peatones puedan predecir las trayectorias de los vehículos.

En la figura 5.5. se observa del lado izquierdo a un hombre joven, al que se nombrará, de manera ficticia, como “Sr. Thëni” por ser esta última palabra, la que se utiliza en la lengua otomí para denotar al color rojo, como el color del suéter que usa esa persona, quien por cierto está localizada precisamente en una isla al oriente de Av. 5 de Febrero, que intenta cruzar hacia el poniente, con dirección al barrio denominado “La Sierrita”. Mientras que del lado derecho opuesto, se observa a un grupo de 5 jóvenes que también intentan cruzar, de poniente a oriente. La falta de señalamientos claros impide que los peatones identifiquen las zonas de cruce seguro, por lo que utilizan la trayectoria que su intuición mejor les aconseja, que no necesariamente es la mejor.

Esta situación de incertidumbre también la tienen los propios vehículos, como lo muestra la figura 5.6 siguiente, pues la ausencia de señalamiento horizontal, les impide definir claramente sus trayectorias, exhibiendo los movimientos caóticos ilustrados y careciendo de espacios cebra que permitan indicar el cruce seguro de los peatones.



Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.6. Aspecto que tiene Camino al Campo Militar, en su cruce con Av. 5 de Febrero, con dirección al centro de la ciudad.

La figura 5.6 muestra la vista que tiene el Sr. Thëni hacia el poniente, mientras intenta imaginar cuál podría ser su trayectoria para cruzar la Av. 5 de Febrero.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.7. Aspecto que tiene la vista callejera hacia el norte, con el flujo vehicular que lleva Av. 5 de Febrero, con rumbo hacia la carretera a México.

En la figura 5.7 se muestra el aspecto que ofrece la vista callejera que tiene un peatón como Sr. Thëni, mientras aguarda su tiempo para pasar hacia el poniente de Av. 5 de Febrero. Por otra parte, se observa que al norte del cruce con Camino al Campo Militar, los peatones también intentan pasar, aunque ellos lo hacen utilizando tanto la isla central, como la banqueta norte, localizada junto al muro de la rampa vehicular. En todos los casos priva la ausencia de señalamiento horizontal, tanto para peatones como para vehículos.

En esta figura 5.7. se observa el camión de pasajeros con número de registro 169, que se detiene en el carril extremo izquierdo, para esperar una ventana de oportunidad para girar hacia el lado derecho de la imagen.

En la figura 5.8. se observa que el camión de pasajeros enciende su direccional izquierda, para girar hacia el oriente, que corresponde al lado derecho de la imagen, precisamente en el momento en que las camionetas que le siguen en su costado izquierdo, en el carril central y extremo izquierdo de la avenida, también giran en esa dirección. En ese momento, Sr. Thëni encuentra una oportunidad para cruzar Av. 5 de Febrero, sin percatarse que una camioneta gris ha surgido de la nada y se posiciona sobre Av. 5 de Febrero, proveniente de Camino al Campo Militar. Esta maniobra podría ser considerada como imprudente por parte del conductor de la camioneta, que ignora que ha entrado en el punto ciego de Sr. Thëni.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.8. Aspecto que tiene el peligro latente del cruce peatonal en Av. 5 de Febrero, en su cruce con Camino al Campo Militar.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.9. Aspecto vial que muestra el riesgo de colisión entre una camioneta gris y el peatón de suéter rojo, al momento que ambos quieren cruzar hacia sus líneas de deseo.

La figura 5.9 muestra el momento en que el giro del camión de pasajeros hacia la izquierda deja al descubierto la camioneta gris ubicada en su costado derecho, proveniente del Camino al Campo Militar. En ese momento de apuro, el Sr. Thëni aprieta el paso para intentar cruzar, para no ser arrollado por esa camioneta, pues no puede esperar a que ésta pase, de otra manera quedaría expuesto al paso de todos los vehículos que arrancarán en unos instantes en esa avenida lateral de 5 de Febrero.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.10. Momento que muestra el mayor peligro, cuando un peatón, en rojo, está a punto de ser arrollado por una camioneta, en gris, en el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar.

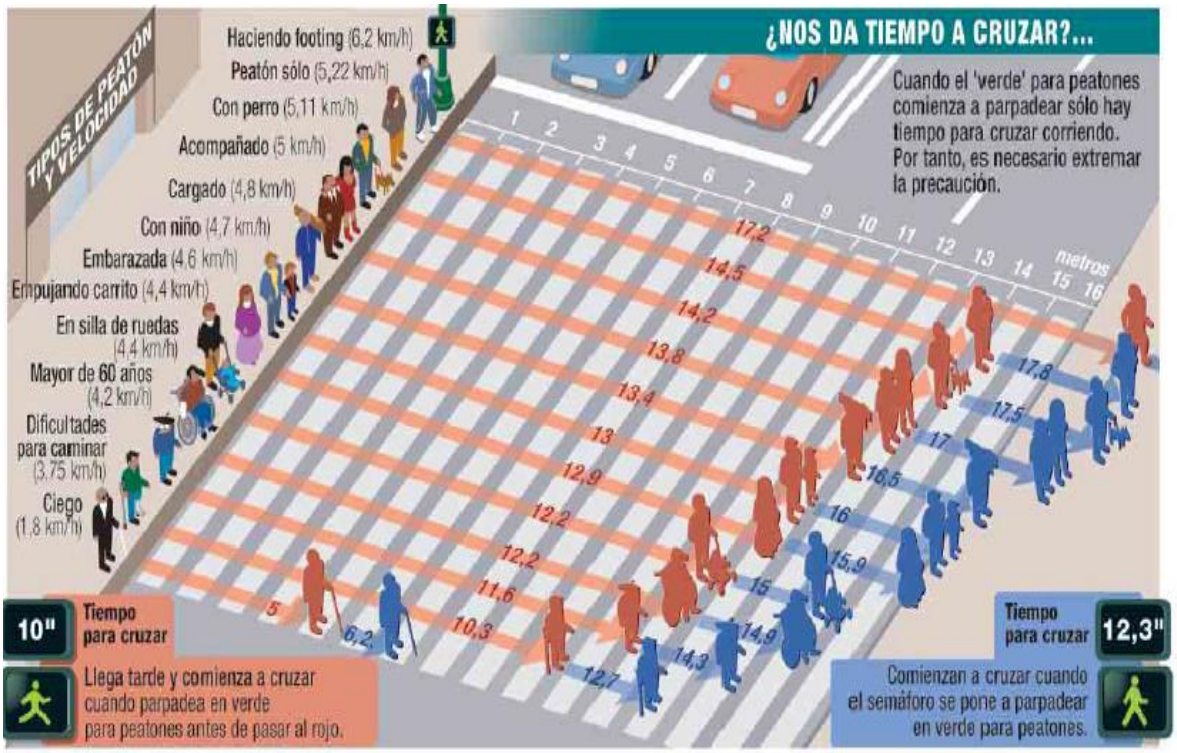
Para analizar el nivel de peligrosidad e inaccesibilidad de este crucero vial, se tomaron los tiempos de los ciclos semafóricos, mismos que se ilustran en la figura 5.11 siguiente.

También se midieron los desarrollos de las distancias que recorren los peatones para poder salir de la intersección. Con ello, se constató que el cruce más largo implica un recorrido de 40 metros el cual representa, para una persona joven que cruce al trote, una inversión de hasta 26 segundos para solventar el cruce, mientras que una persona discapacitada necesitaría de hasta 80 segundos, que excede con mucho la ventana de tiempo que permite el ciclo en verde de ese semáforo, que es de 20 segundos.

Fuente: Google Street View, 2018

Figura 5.11. Ciclos semafóricos del crucero formado por las avenidas 5 de Febrero y Camino al Campo Militar.

Dados los riesgos que representa el actual diseño geométrico del crucero, así como los tiempos requeridos para el cruce seguro de los distintos tipos de peatones, se necesita replantear la geometría de la intersección y ajustar los ciclos semafóricos para ajustarlos a las posibilidades de los distintos tipos de usuarios de la calle, cuyos tiempos de viaje se muestran en la figura 5.12 siguiente.



Fuente: Adaptado por Dana Corres, de The Economist, 2016.

Figura 5.12. Tiempos de cruce vial, por tipo de peatón.

Esto permite llegar a la siguiente propuesta, ilustrada con la figura 5.13.

Fuente: Arredondo, Cortes y Beristain, 2018

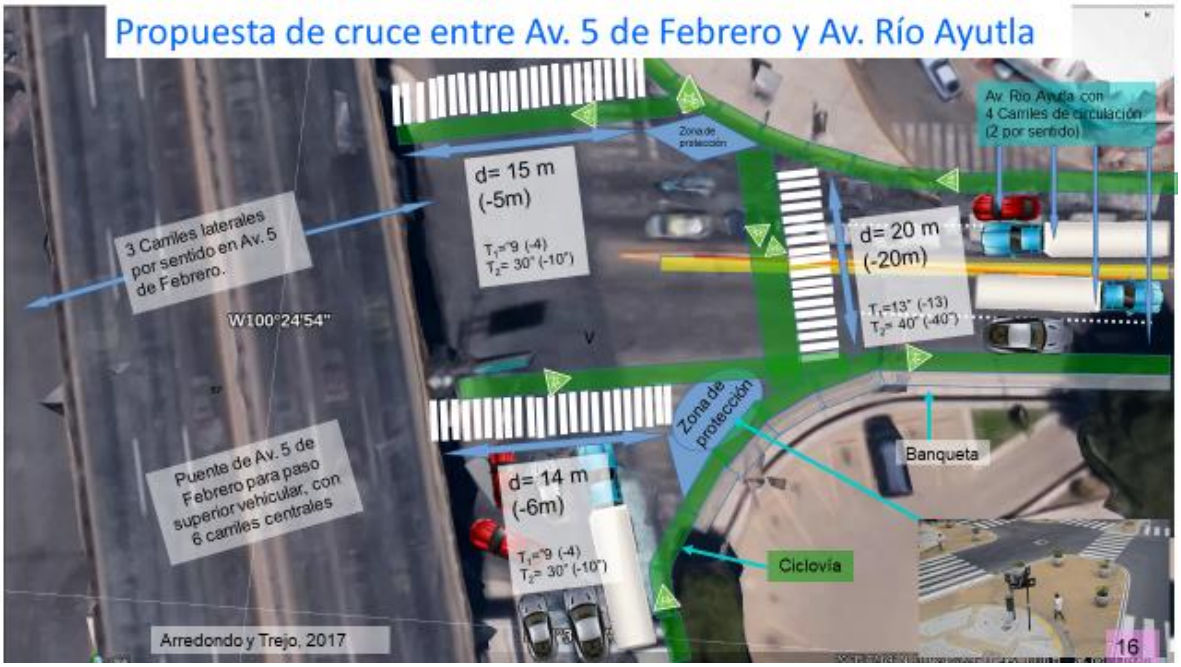
Figura 5.13. Propuesta de mejoramiento del cruce vial entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar.

Con ésta se reducen significativamente los tiempos de cruce y las distancias de recorrido, además de redefinir los puntos de cruce, por medio de líneas cebra, que les indiquen a los peatones los puntos más seguros de cruce para ellos. Así, la mayor distancia de recorrido se reduce de 30 a 20 metros y con ello también se reducen los tiempos de recorrido, de 18 a 12 segundos, para el caso jóvenes sanos y veloces, y de 60 a 40 segundos, para personas con discapacidad visual, que son los usuarios más lentos de la calle, de acuerdo a lo ilustrado en la figura 5.12. Esto se logra colocando una zona de protección, al lado sur de la avenida Camino al Campo Militar, que se puede resguardar con macetones y/o bolardos. Con esta simple acción también se recupera el espacio para mantener la ciclovía en la posición más segura de la vialidad, la cual corresponde al costado derecho del carril de baja velocidad y se evita moverla hacia zonas de mayor riesgo. También se abre la posibilidad de tener una ciclovía por sentido, facilitando la operación de la calle.

La zona de protección también aprovecha el cordón de estacionamiento que tiene la vialidad al sur de la calle, con lo que se logra una situación en donde todos ganan: peatones, ciclistas y automovilistas.

En el caso del giro hacia la derecha de los vehículos que provienen del Campo Militar con dirección hacia la ciudad de México, el espacio ganado con la zona de protección hace que los conductores tengan una mejor visibilidad al eliminar los puntos ciegos que se tenían con la anterior combinación, pues ahora los conductores tienen de frente a los peatones y ciclistas, lo que les permite tener contacto visual con ellos.

Para el caso de cruce en el lado oriente de la avenida 5 de Febrero, que se ilustra en la figura 5.14, en donde la calle con dirección oriente lleva el nombre de Río Ayutla, las ganancias en reducción de distancias de recorrido y tiempos de cruce de peatones, también redundan en mayor seguridad para todos los usuarios de la calle al pasar, en el lado más desfavorable, de 40 a 20 metros de recorrido y los tiempos de cruce se reducirían de 26 a 13 segundos, para el caso de las personas jóvenes y sanas, y de 80 a 40 segundos, para el caso de personas con discapacidad visual, lo que incluso les posibilitaría cruzar con dentro de los tiempos permitidos con los actuales ciclos semafóricos.



Fuente: Arredondo, Cortes y Beristain, 2018

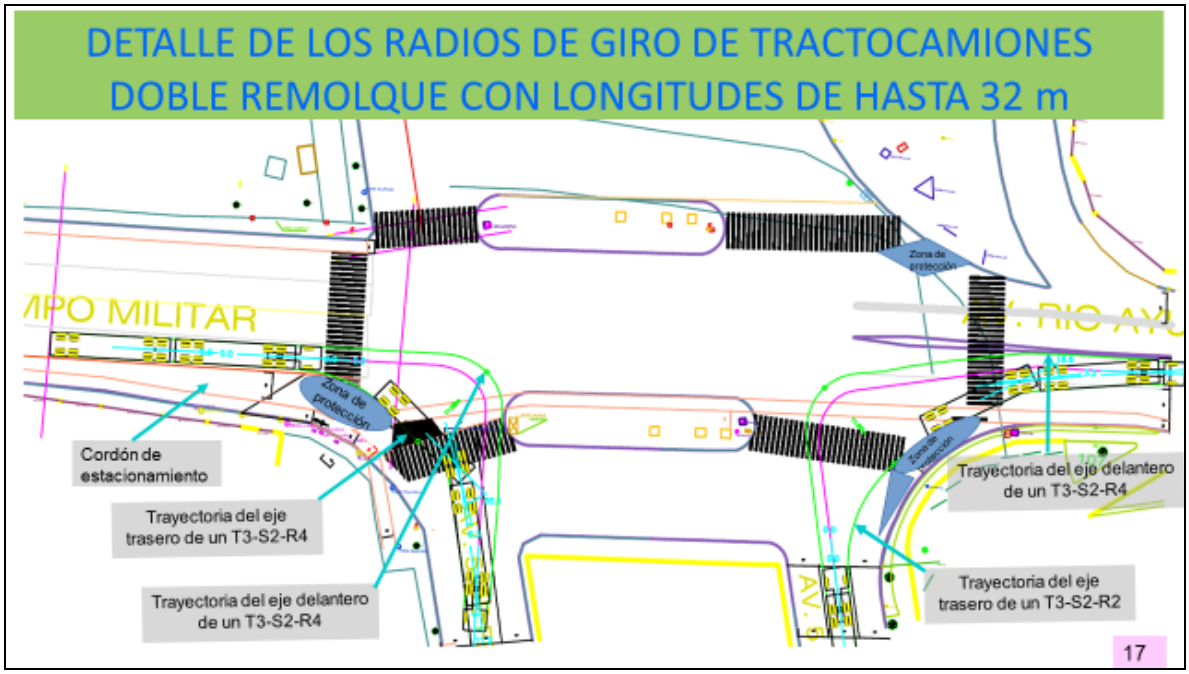
Figura 5.14. Solución propuesta para el cruce entre Av. 5 de Febrero y Av. Río Ayutla.

Para el caso del cruce de Av. 5 de Febrero, con dirección oriente, los peatones verían reducida la distancia de recorrido, de 20 a 14 metros, en el lado sur y de 20 a 15 metros, en el lado norte del crucero.

Esta reducción de las distancias de recorrido se lograría generando una zona de protección que se obtendría al colocar macetones y/o bolardos, entre la zona del paso vehicular y la zona de banqueta y ciclovía

El siguiente reto es verificar la posibilidad de que los camiones de carga, con las combinaciones vehiculares más largas, puedan realizar los radios de giro sin problema.

Para lograrlo, se utilizó el programa Autoturn[6] con el apoyo del M.I. Emilio Abarca Pérez, de la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte, que utiliza el Instituto Mexicano del Transporte para el diseño geométrico de carreteras, cuyos resultados se ilustran en la Figura 5.15 siguiente.



Fuente: Arredondo, Cortes y Beristain, 2018

Figura 5.15. Detalle de los radios de giro de las mayores combinaciones vehiculares, en la zona mejorada de paso peatonal y ciclista, propuesta para el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en Querétaro.

[6] AutoTURN es un software CAD de terceros lanzado para las plataformas AutoCAD, MicroStation, BricsCAD, ZwCAD, desarrollado y vendido por Transoft Solutions Inc. El software AutoTURN solo se puede usar en computadoras que ejecutan el sistema operativo Microsoft Windows y está disponible como 2D o 3D versión (Wikipedia).

En la figura se muestran las trayectorias de un tracto camión T3-S2-R4 con sus ruedas delantera derecha del vehículo tractor y trasera derecha extrema, del segundo remolque de la combinación vehicular. En la simulación se verifica que el vehículo realiza el barrido de la calle con su giro, sin invadir la zona de protección peatonal y se resuelve el conflicto previo existente, asegurando que en todos los casos, el conductor tendrá siempre visión frontal de los peatones y de los ciclistas que puedan estar cruzando la vialidad en un momento dado, situación que no ocurrió en 2009, cuando se registró el primer caso de un ciclista atropellado, el cual murió a supuestamente entrar al punto ciego del conductor del camión que lo arrolló, causándole la muerte el 15 de septiembre de 2009.

El ciclista llevaba por nombre Francisco García Ramírez, de 21 años de edad, quien se dirigía a su trabajo, en el Cerro de las Campanas, en donde laboraba como jardinero para el municipio de Querétaro.

Este tipo de situaciones que se presentan en el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, se ilustra en la figura 5.16. siguiente.

Fuente: Arredondo 2018 con información verbal de A. Montero, J. Espínola y JL. Ramos

Figura 5.16. Cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en su lado suroeste, en donde se colocó la primera bici blanca de Querétaro, al entrar el ciclista en el punto ciego de un conductor, por el mal diseño geométrico de la calle.

En ésta se observa el cruce de Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en su lado suroeste, que corresponde precisamente al punto en donde el joven ciclista

entró al punto ciego de un conductor de un camión de carga y con ello fue arrollado al punto que perdió la vida, presuntamente por un mal diseño geométrico de la calle.

La buena noticia es que este tipo de errores o defectos en los diseños geométricos pueden ser resueltos siempre y cuando exista voluntad e interés por parte de las autoridades responsables. Para lograrlo, se puede escoger un diseño geométrico vial, como el que se presenta en la figura 5.17, en donde se observa la forma en que puede ser recuperada la calle en favor de los usuarios vulnerables.

En la figura se aprecia que las distancias de recorrido se pueden reducir significativamente, así como los tiempos de cruce y las situaciones de riesgo, dejando el espacio pertinente para que los vehículos automotores pasen sin contratiempos y sin poner la vida de los otros usuarios de la calle.

Con este tipo de diseños geométricos, orientados a salvaguardar la vida de los usuarios vulnerables y la equidad vial, se gana en tiempos de recorrido y en menores incidentes viales, poniendo con ello a las ciudades en el camino correcto, para alcanzar las metas del milenio, en materia de seguridad vial.

Fuente: Nueva ciudad, 2018.

Figura 5.17. Ejemplo de un crucero seguro, en donde se recupera parte de la calle, en favor de la seguridad vial.

De hecho, los conceptos más avanzados en seguridad vial buscan reducir las altas velocidades vehiculares que promueven los obsoletos diseños urbanos orientados solamente a los automóviles y, que pierden con ello, el concepto de

seguridad universal que debe favorecer a los principales usuarios de la calle, los cuales son, precisamente, los más vulnerables, en el entendido de que mayores velocidades viales solo reducen la capacidad vial, como se ilustró ampliamente en la figura 2.1, presentada en el capítulo 2.

Lo anterior se comprueba al revisar que el nivel de servicio A, en el que se ofrecen las mayores velocidades viales, es al mismo tiempo el que ofrece el menor aprovechamiento de la capacidad vial, mientras que los niveles de servicio D y E, tienen mejores aprovechamientos de las capacidades viales y también registran el momento en que se alcanzan las menores velocidades conjuntas.

Por tanto, dado que más velocidad solo significa menor capacidad vial y menor aprovechamiento de la calle, causando menor seguridad para el resto de los usuarios, no debe asombrar que las calles diseñadas para salvaguardar la seguridad de los usuarios vulnerables, también sean las que sirven para agilizar el tránsito y, al mismo tiempo, reducen significativamente las muertes y lesiones que inducen los diseños geométricos deficientes.

Esta propuesta de mejoramiento del crucero permitiría conservar la ciclovía de Camino al Campo Militar, que fue construida por la empresa Kellog´s en la década de los años 60, que permitía llegar a la planta de Querétaro de manera económica, expedita y saludable, utilizando la bicicleta.

Fuente: Arredondo, 2017, con vista callejera de Google Earth

Figura 5.18. Aspecto de la ciclovía de Camino al Campo Militar antes de las acciones de intervención del municipio de Querétaro.

Como se observa en la figura 5.18, a pesar de que la ciclovía fue construida hace más de 50 años, cuenta con los más avanzados estándares de diseño urbano al colocarse un ciclocarril a cada lado de la vialidad, entre el carril de baja velocidad y la banqueta, separando la ciclovía de la vialidad por medio de un cordón verde y una guarnición. En ese cordón verde ahora existen árboles que aportan sombra al paso de los ciclistas y peatones, lo que favorece no solo la seguridad vial, sino también el confort de los usuarios.

A pesar de estas evidentes ventajas que tiene la ciclovía existente, la propuesta que hizo la empresa inglesa Steer Davis Gleave a la SEMOV sugiere trasladar la ciclovía del lado derecho, hacia el lado izquierdo, para traer dos ciclocarriles en el mismo lado de la avenida, que sería al lado izquierdo de esta imagen y renunciar a los carriles confinados que ahora se tienen.

La idea de la empresa consultora inglesa, parece ser propiciar la circulación ciclista por Av. 5 de Febrero en un suelo cuerpo bidireccional, cargado al lado norte del Camino al Campo Militar, lo que aparentemente resuelve la seguridad de los ciclistas pero, al tomar esta decisión, se renuncia a proteger el paso de los peatones que ahora quedarán expuestos a su suerte en su cruce por el lado sur del Camino al Campo Militar, sin ninguna modificación o mejora al diseño geométrico.
Esta situación incómoda para el paso de los usuarios vulnerables se aprecia mejor en la figura 5.19.

Fuente: Arredondo, 2017, con vista callejera de Google Earth

Figura 5.19. Aspecto que tiene la vista suroeste del crucero entre Av. 5 de Febrero y Camino al Campo Militar, en la ciudad de Querétaro.

En esta figura se observa que, al renunciar a mejorar el lado suroeste del crucero, que corresponde al lado izquierdo de la imagen, los peatones tendrán las mismas dificultades para sortear el paso entre los vehículos que dan la vuelta derecha continua. Lo anterior pone en desventaja a los habitantes de la colonia “La Sierrita” que, de acuerdo a las estimaciones de INEGI en 2016, se trataba de 1696 personas, de las cuales 524 son menores de edad, 99 son mayores de 60 años y 79 tienen alguna discapacidad. En cambio, en el lado noroeste, se aprecia que la zona carece de atractores y generadores de viajes, por lo que es previsible que los ciclistas que transiten por ese lado de la avenida carezcan de motivaciones para hacerlo por ese lado de la avenida, lo que provocará que los usuarios que transiten por la zona busquen la manera de trasladarse hacia el lado sur del Camino al Campo Militar, que es donde se encuentran los principales atractores de viajes. Esta situación también pone en desventaja a los locales comerciales que se encuentren en esa zona, pues se carecerá de la infraestructura necesaria para que los clientes lleguen a pie o en bicicleta, mientras que los que lo hagan en sus propios vehículos automotores, encontrarán que la zona carece de suficientes cajones de estacionamiento como para acomodar a todos los clientes que decidan utilizar sus propios autos, lo que puede inducir a bloquear uno de los carriles de circulación, al aparcar en doble fila, mientras resuelven los asuntos que los llevan a la zona.

Conclusiones

Querétaro ha privilegiado en los últimos años una movilidad casi exclusiva para el auto privado, alejando la atención a las condiciones de seguridad para peatones y otros usuarios de la calle, lo que se ve reflejado en la alta tasa de mortandad que se encuentra en la base de datos de INEGI y seguridad pública.

Con las recientes modificaciones y promoción de transporte alternativo, que realizó la administración municipal de Querétaro entre 2015 y 2018, ha habido resistencia por parte de la sociedad civil y una falta de atención por parte de las autoridades a los especialistas en temas de movilidad, dando como resultado soluciones costosas, inseguras y que no obedece a las necesidades del usuario común.

El estudio realizado por la empresa *"Steer Davis Gleave"* omitió resolver cabalmente el crucero de Av. 5 de Febrero con Camino al Campo Militar y lo presentó más bien como una zona sin hechos viales en su mapa, a pesar de que la información recabada en este proyecto marca este punto como uno de los más conflictivos de la ciudad, lo que muestra las grandes oportunidades que se tienen de mejorar la solución incompleta hasta ahora alcanzada y que indica la importancia no solo de consultar con especialistas extranjeros, sino obtener retroalimentación local, con los usuarios citadinos.

En este proyecto, la simulación realizada con el programa Vissim de PTV, permitió comparar diferentes posibilidades para el crucero y la ciclovía de Av. Universidad, destacando la importancia de mejorar la seguridad de los usuarios vulnerables, haciendo el menor número de afectaciones al resto de los usuarios de la calle, ofreciendo bajos costos de intervención y reduciendo los conflictos entre conductores y usuarios vulnerables, orientando el diseño geométrico hacia la seguridad vial de todos los usuarios.

Los ciclos semafóricos que se observaron en campo se respetaron durante el proceso de simulación, para afectar lo menos posible el funcionamiento de la vialidad y solo se adecuaron los puntos de cruce para reducir las distancias y tiempos de recorrido, teniéndose ganancias de hasta 50% en ambos rubros, respecto a la situación prevaleciente, lo que redunda en beneficio para los usuarios.

Se respetó el número de carriles de circulación vehicular, por lo que el aprovechamiento del espacio fue pilar de las modificaciones presentadas en este texto y solo se trabajó en las secciones de banquetas y ciclovías, de tal suerte que permitieran el paso seguro de sus respectivos usuarios

En este proyecto se analizaron los radios de giro y trayectorias de barrido de las combinaciones vehiculares más largas, utilizando el programa *AutoTurn,* para asegurar que el radio de giro propuesto es suficiente para no detener la vialidad con maniobras innecesarias, lo que se cumplió a satisfacción con la propuesta presentada.

Dadas las condiciones establecidas en las juntas con Secretaría de Movilidad y con el objetivo de promover la seguridad, la propuesta generó un paso seguro para peatones y usuarios vulnerables sin grandes alteraciones a la calle, manteniendo un costo bajo y sin modificar trayectoria de automóviles o tráileres.

Hablar de la ciclovía previa en ambos casos (Camino a campo militar y Av. Universidad) fue necesario para cumplir con el objetivo de proponer cambios a bajo costo, en ambos casos se necesitaba únicamente la extensión de las ciclovías y no la destrucción de ellas para construir otras menos funcionales.

Durante el desarrollo de esta investigación se le presentó a la autoridad las oportunidades de mejora al proyecto propuesto por la empresa consultora inglesa, pero las autoridades comentaron que la mejora aquí planteada, tenía pocas posibilidades de llevarse a cabo, pues el contrato de construcción de la ciclovía ya estaba asignado a una empresa contratista, desde 2016, y no era viable modificarlo por las complicaciones legales que podría acarrearles una modificación al proyecto, aunque se abre la oportunidad de mejora para la siguiente administración, que podría aprovechar este estudio en aras de la seguridad vial de la ciudad y, en particular, del crucero en cuestión.

Referencias

1) Arredondo Ortiz, R.E. (2010) Comparación de la capacidad vial entre las alternativas de movilidad. Instituto Mexicano del Transporte. Reporte interno.

2) Consejo Estatal de Población de Querétaro.

3) Corres, Dana (2016). https://www.animalpolitico.com/blogueros-zoon-peaton/2016/02/10/por-que-no-multamos-a-los-peatones-ni-deberiamos-hacerlo/. Figura adoptada de The Economist.

4) Diario Oficial de la Federación. Gobierno de la República. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013

5) Diario Oficial de la Federación. Gobierno de la República. Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326590&fecha=13/12/2013

6) Diccionario Aulex de Español-Otomí en línea. https://aulex.org/es-oto/?busca=rojo

7) Flores, A. (2018). “Diseño de intersecciones de la CD. MX”. Revista de Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. pág. 8.

8) Gobierno de la Ciudad de México. 2018. Calle Madero. http://www.cdmx.gob.mx/vive-cdmx/post/calle-madero

9) Instituto Americano de Arquitectos de Nueva York. “Promoting Safety”. https://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/environmental/promoting-safety.pdf

10) Morlok, E. (1978).Introduction to trasport engineering and planning. New York. McGraw-Hill.

11) Nueva Ciudad, 2018. https://www.nueva-ciudad.com.ar/notas/201808/38320-se-intervinieron-97-cruces-para-hacerlos-mas-seguros-al-peaton.html

12) PTV Vissim. http://vision-traffic.ptvgroup.com/es/productos/ptv-vissim/

13) Gobierno del Estado de Querétaro. Reglamento de la Ley de Tránsito del Estado de Querétaro (2018). Art. 48. Diario Oficial “La Sombra de Arteaga”.

http://www.queretaro.gob.mx/reglamento-transito/descarga/Reglamento-Transito-Qro2018.pdf

14) Saniger, A. (2018). PTV Vissim

15) Secretario Técnico del Consejo para la Prevención de Accidentes. (2016) *Informe sobre la seguridad vial, México 2016.* [Acceso: septiembre 2017]. https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/informe-sobre-la-situacion-de-la-seguridad-vial-mexico-2016.

16) Steer Davies Gleave. (2016) *Plan Estratégico de Movilidad 2026*. http://72.14.184.134/municipio/archivos/documentos/PlanEstrategicoMovilidad2026_abril2017.pdf

17) Wikipedia: Definición de Autoturn.

18) WRI México (2015) *Ciudades más seguras mediante el diseño*. http://wrimexico.org/publication/ciudades-m%C3%A1s-seguras-mediante-el-dise%C3%B1o

Anexo 1 Solicitud a la plataforma nacional de transparencia del “total de número de lesionados y defunciones por municipio”

Querétaro, Qro., a **17/01/2018 20:39**

PLATAFORMA NACIONAL DE TRANSPARENCIA
QUERÉTARO
ACUSE DE RECIBO DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Hemos recibido exitosamente su solicitud de información, con los siguientes datos:

N° de folio: **00025318**

Fecha y hora de presentación: **17/enero/2018 a las 20:39 horas**

Nombre del solicitante: **RaúlBerlstainÁlvarez**

Entidad pública: **Servicios de Salud del Estado de Querétaro**

Información solicitada: **Solicito información sobre el número de muertos y lesionados viales de los últimos 10 años en la ciudad de Querétaro. El Márques, Huimilpan y Corregidora**

Forma de entrega de la información:

De conformidad en lo dispuesto por el Artículo 117 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, su solicitud de acceso a información pública será atendida a partir del día: **18/enero/2018**.

La solicitud recibida después de las 15:30 se tendrá por recibida el día siguiente.

Observaciones.

Las notificaciones oficiales se realizaran vía la Plataforma Nacional de Transparencia. Si usted recibe la notificación de que se requiere más información o mayores datos para atender su solicitud y no la responde en el tiempo establecido, su solicitud será desechada por el sistema.

Para darle seguimiento a su Solicitud de Información, puede consultar la Plataforma Nacional de Transparencia, ingresando su número de folio o acudir a las oficinas de la Unidad de Transparencia del Sujeto Obligado.

Atentamente

Anexo 2 Solicitud a la plataforma nacional de transparencia de “hechos de tránsito de los últimos 10 años del puente capital”

Querétaro, Qro., a **24/01/2018 12:24**

PLATAFORMA NACIONAL DE TRANSPARENCIA
QUERÉTARO
ACUSE DE RECIBO DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN

Hemos recibido exitosamente su solicitud de información, con los siguientes datos:

N° de folio: **00045818**

Fecha y hora de presentación: **24/enero/2018 a las 12:24 horas**

Nombre del solicitante: **RaúlBeristainÁlvarez**

Entidad pública: **Comisión Estatal de Infraestructura**

Información solicitada: **Solicito hechos viales de últimos 10 años a 100m de la redonda del puente capital ubicado en Av. corregidora Norte y Boulevard Bernardo Quintana. Específicamente de las 4 esquinas del lugar establecido**

Forma de entrega de la información:

De conformidad en lo dispuesto por el Artículo 117 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, su solicitud de acceso a información pública será atendida a partir del día: **24/enero/2018**.

La solicitud recibida después de las 15:30 se tendrá por recibida el día siguiente.

Observaciones.

Las notificaciones oficiales se realizaran vía la Plataforma Nacional de Transparencia. Si usted recibe la notificación de que se requiere más información o mayores datos para atender su solicitud y no la responde en el tiempo establecido, su solicitud será desechada por el sistema.

Para darle seguimiento a su Solicitud de Información, puede consultar la Plataforma Nacional de Transparencia, ingresando su número de folio o acudir a las oficinas de la Unidad de Transparencia del Sujeto Obligado.

Atentamente

Anexo 3 Respuestas del portal nacional de transparencia del “total de lesionados y defunciones por municipio”

QUERÉTARO
MUNICIPIO

Oficio Número	SSPM/CGAJ/449/2018
Números de Folio PNT	25718, 26118, 26318, 27018, 27518, 28018, 28618, 29218, 29418, 30118, 30718, 31118, 31418 y 32118.
Asunto	Se informa

Santiago de Querétaro, Querétaro, 22 de enero de 2018.

Lic. Ana Claudia Malagón Osornio
Titular de la Unidad de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Municipio de Querétaro
Presente.

Por medio del presente escrito reciba un cordial saludo, al mismo tiempo, por instrucciones del Lic. Juan Luis Ferrusca Ortíz, Secretario de Seguridad Pública del Municipio de Querétaro, me permito hacer referencia a los Acuses de Recibo de Solicitud de Información citados al rubro, mediante los cual el C. Raúl Beristain Álvarez, solicita se informe el número de muertos y lesionados viales de los últimos 10 diez años en la Ciudad de Querétaro, El Márques, Huimilpan y Corregidora.

Al respecto el Comandante Juan Fernando Plaza Arias, Director de Guardia Municipal, informó por medio del memorándum SSPM/GM/8975/2018 (Anexo 1), el número de personas lesionadas y muertas viales de las que se tiene conocimiento, dentro del ámbito de competencia de esta Secretaría de Seguridad Pública Municipal de Querétaro, desglosadas por año desde el 2007 al 19 de enero de 2018, como a continuación se informa en la tabla.

AÑO	LESIONADOS	MUERTOS
2007	1244	34
2008	1098	34
2009	953	30
2010	936	38
2011	778	40
2012	680	19
2013	551	22
2014	506	30
2015	374	33
2016	354	29
2017	260	31
Del 01 de enero de 2018 al 19 de enero de 2018	11	1

Lo anterior se informa únicamente en el ámbito de competencia del Municipio de Querétaro, en razón de que los municipios de El Márques, Huimilpan y Corregidora, son de diferente ámbito territorial y por lo tanto de competencia.

SEGURIDAD PÚBLICA MUNICIPAL
Avenida Tláloc No. 102
Col. Desarrollo San Pablo
Querétaro, Qro. C.P. 76130
Tel. 01 (442) 427 67 00

MUNICIPIO DE
CORREGIDORA

Unidad de Transparencia

SISCOE/UT/541/2018
Folio Infomex: 00025618,0026018,00028218,00028718,00029518,00030318, 00032318,

Corregidora, Qro a 21 de Febrero de 2018
"2017 Año centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

C. Raúl Beristaín Álvarez
Presente

Por este medio y atención a la solicitud de Información a través del sistema INFOMEX con números de Folios 0025618,0026018,0027118,00028218,00028718,00029518, 00030318, 00032318 por medio de la cual solicita: ""*Información sobre el número de muertos y lesionados viales de los últimos 10 años en la ciudad de Corregidora.... (SIC)*"

Al respecto me permito hacer de su conocimiento la respuesta otorgada a su petición mediante oficio S.S.P y T.M./UJ/0183/2018, suscrito por la Secretaría de Seguridad Pública y Tránsito Municipal de Corregidora, de la cual se informa lo siguiente:

Año	Lesionados	Fallecidos
2009	44	2
2010	40	0
2011	69	0
2012	62	1
2013	7	2
2014	26	1
2015	39	2
2016	19	1
2017	65	7

Lo anterior se otorga con fundamento en los artículos 8 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 130,131 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, artículo 21 fracción XX del Reglamento de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Municipio de Corregidora

Sin otro asunto en particular, quedo de Usted.

Lic. Raquel Aracely del Muro Yáñez
Titular de la Unidad de Transparencia
Municipio de Corregidora.

Municipio de Corregidora 2015 - 2018
Calle Ex Hacienda el Cerrito No. 100
El Pueblito, Corregidora. 76900 Querétaro
T (442) 209 6000 corregidora.gob.mx

MUNICIPIO DE HUIMILPAN QUERÉTARO

DEPENDENCIA:	PRESIDENCIA
RAMO:	UNIDAD DE TRANSPARENCIA
EXPEDIENTE:	6/2018
OFICIO Nº:	UNT030/2018
ASUNTO:	ACCESO A LA INFORMACION

Huimilpan, Qro., a 23 de marzo del 2018.

RAÚL BERISTAÍN ÁLVAREZ
P R E S E N T E:

Por medio de la presente, atendiendo a las solicitudes de información que hizo a través de la plataforma de INFOMEX, recibidas **el día 17 de enero del año en curso**, con **números de folio 00032018, 00031618, 00030918, 00030518, 00029818, 00028818, 00029318, 00028318, 00027818, 00027318, 00026818, 00029918, 00026618, 00025918 y 00025418**, le informo lo siguiente:

En cumplimiento a la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y a su vez a la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, hago de su conocimiento que:

Se realizó una búsqueda minuciosa en los archivos físicos y digitales, arrojando la siguiente información:

Personas lesionadas	*Persona fallecidas*
172	**10**

Lo anterior, en el periodo comprendido del mes de Enero del año 2010 y hasta el 21 de Marzo del año en curso

Sin más por el momento, permanezco a sus órdenes.

A T E N T A M E N T E
" C O M P R O M I S O C O N H U I M I L P A N "

LIC. ANA LAURA PEÑALOZA GARCÍA
ENCARGADA DE LA UNIDAD DE TRANSPARENCIA

Reforma Oriente No. 158, Col. Centro, Huimilpan, Qro.
Tel. 014482785047-48-83 Ext. 2028

Anexo 4. Respuesta de la Secretaría Pública del Municipio de Querétaro (SSPMQ) sobre hechos de tránsito en “Puente Capital”

QUERÉTARO
MUNICIPIO

Oficio Número	SSPM/CGAJ/636/2018
Solicitud de información con numero de folio	45918
Asunto	Se informa

Querétaro, Querétaro, 29 de enero de 2018

Lic. Ana Claudia Malagón Osornio
Titular de la Unidad de Transparencia
y Acceso a la Información Pública del Municipio de Querétaro
Presente

Por medio del presente escrito reciba un cordial saludo, al mismo tiempo por instrucciones del Licenciado Juan Luis Ferrusca Ortiz, Secretario de Seguridad Pública del Municipio de Querétaro, me permito hacer referencia a la solicitud de información número de folio 45918 realizada por el C. Raúl Beristain Álvarez, a través de la Plataforma Nacional de Transparencia, mediante el cual solicita lo siguiente:

- ***“Solicito hechos viales de últimos 10 años a 100 m de la redonda del puente capital ubicado en Av. Corregidora Norte y Boulevard Bernardo Quintana. Especificamente de las 4 esquinas del lugar establecido”***

Derivado de lo anterior, le informo los registros con que cuenta esta Secretaría respecto al total del número por hechos de tránsito, a partir del 2007 al 2017 ocurridos a 100 metros a la redonda del puente de la Lateral Bernardo Quintana y Avenida Corregidora, siendo únicamente la jurisdicción municipal de Querétaro, desglosándose en la siguiente tabla:

AÑO	TOTAL DE HECHOS DE TRÁNSITO
2007	90
2008	76
2009	85
2010	156
2011	304
2012	261
2013	225
2014	191
2015	85
2016	133
2017	153

Lo anterior con fundamento en el artículo 24 fracciones I, II y XVII, 28 y 29 fracciones X y XVI del Reglamento Orgánico de la Secretaria de Seguridad Pública Municipal y 45 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro.

Sin más por el momento, agradezco anticipadamente la atención que sirva dar al presente.

Atentamente
“Ciudad de Todos”

Lic. Ernesto Castrejón Espino
Coordinador General de Apoyo Jurídico
de la Secretaría de Seguridad Pública Municipal
“Danza de los Concheros, Patrimonio Histórico, Cultural Inmaterial del Municipio de Querétaro”

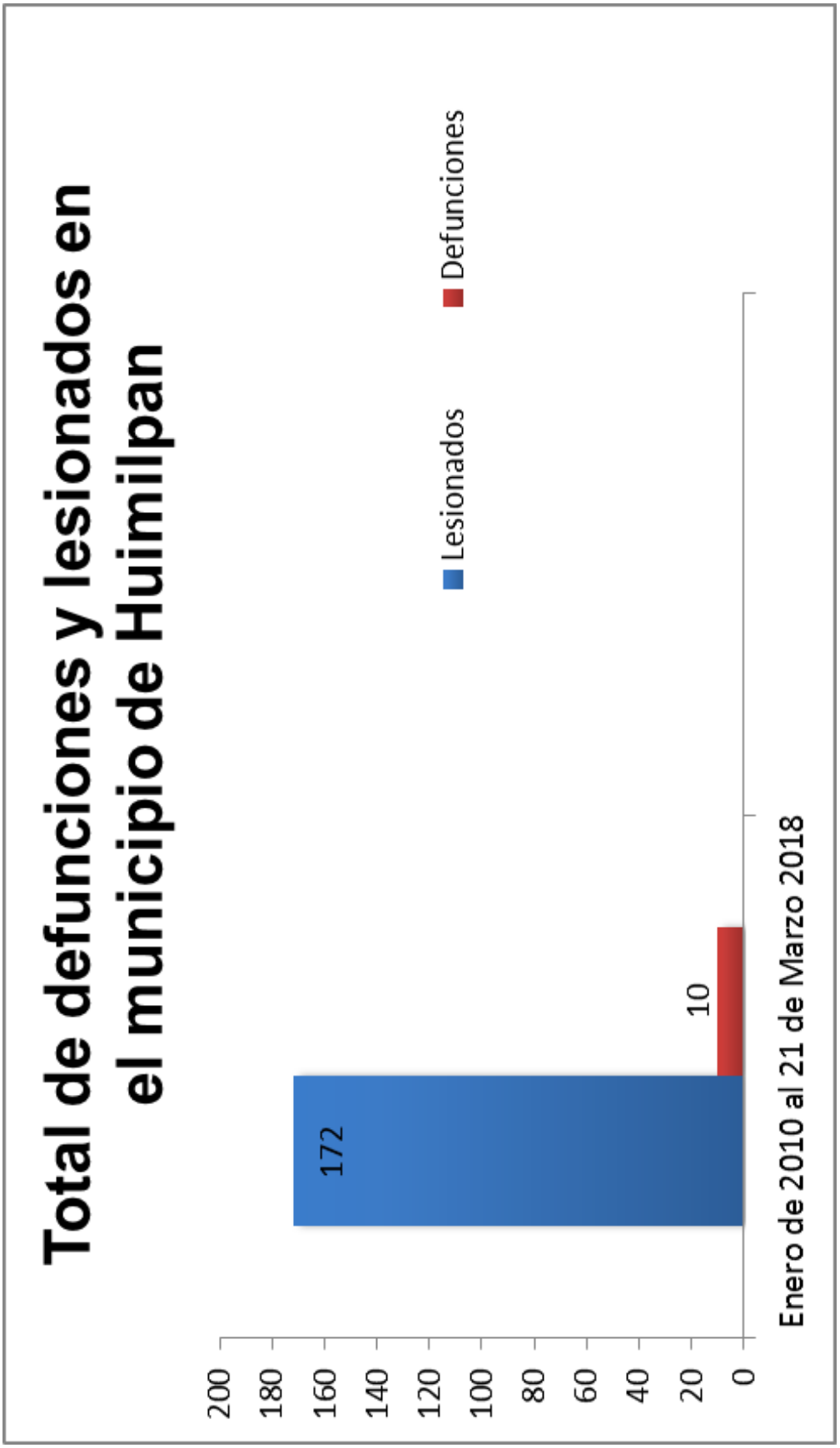
L'ECE/Jpe

QUERÉTARO
MUNICIPIO
COORDINACIÓN GENERAL DE APOYO JURÍDICO

SEGURIDAD PÚBLICA MUNICIPAL
Avenida Tláloc No. 102
Col. Desarrollo San Pablo
Querétaro, Qro. C.P. 76130
Tel. 01 (442) 427 67 00

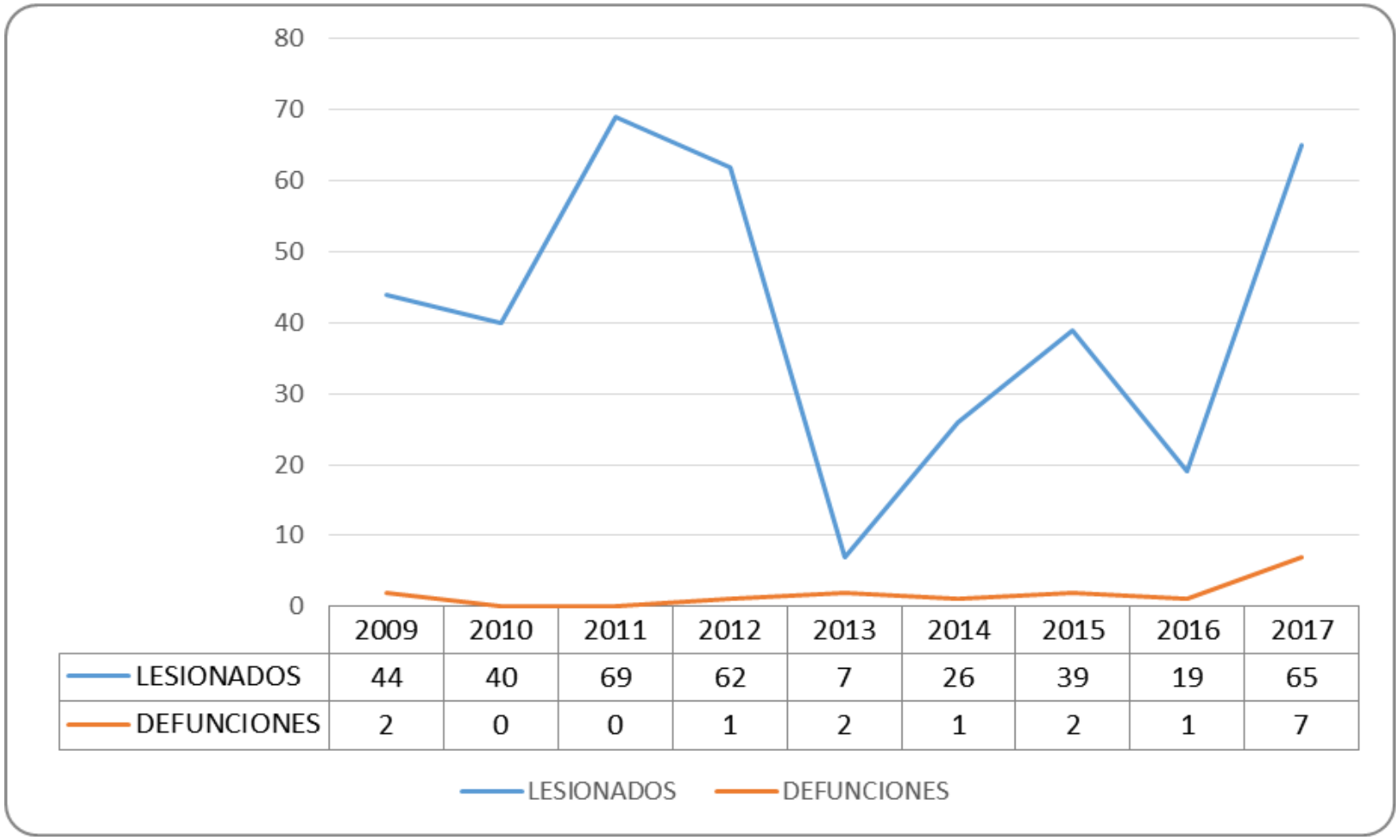
Anexo 5. Tablas y gráficos del total de fallecimientos y lesionados por municipios

En la figura A.7 “Total de defunciones y lesionados en el municipio de Huimilpan”, se puede observar mediante los datos obtenidos por la presidencia del municipio, obtenida por medio de una solicitud escrita para la dependencia encargada en el municipio de Huimilpan el cual, a través de la Plataforma Nacional de Transparencia (PNT) hizo llegar de manera transparente el acceso a dicha información. En esta gráfica se muestra en la barra de color rojo, un total de 10 defunciones; mientras que de color azul se tienen registrados 172 lesionados en un período que comprende desde enero de 2010 al 21 marzo de 2018 (ocho años y tres meses). Si bien no se puede distinguir en qué años hubo una alza o bajas tanto de lesionados como de defunciones, se puede considerar que para el municipio de Huimilpan que no está dentro de los 5 municipios considerados por el Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes como municipios con mayor índice de defunciones para el año 2014, representa considerablemente un gran número de lesionados que integra la zona Metropolitana de Querétaro



Fuente: Beristain y Cortés 2018, con datos del Municipio de Huimilpan

Figura A.5.1 Total de defunciones y lesionados en municipio de Huimilpan

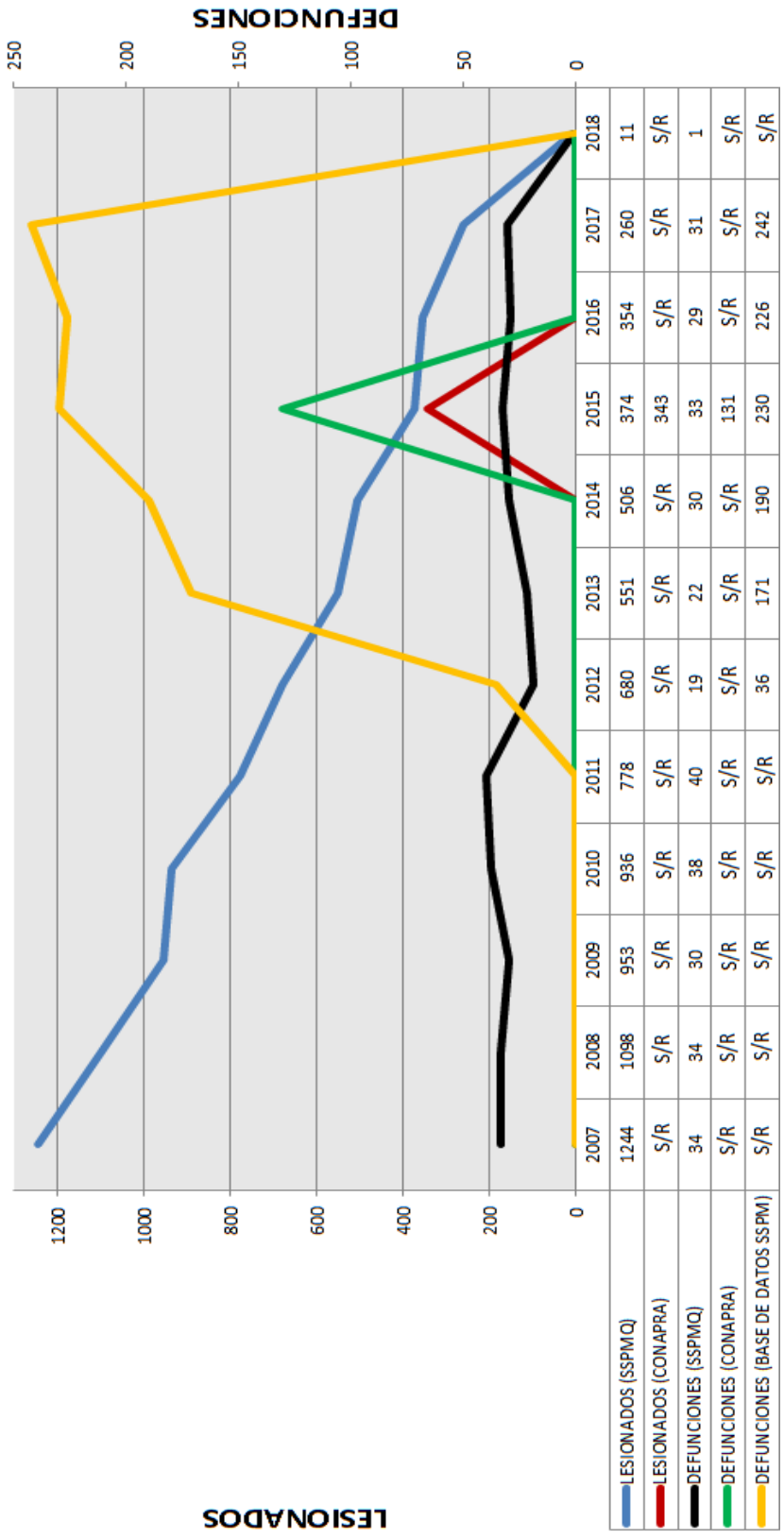


	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
LESIONADOS	44	40	69	62	7	26	39	19	65
DEFUNCIONES	2	0	0	1	2	1	2	1	7

Fuente: Beristain y Cortés 2018, con datos del Municipio de Corregidora

Figura A.5.2 Total de defunciones y lesionados en el Municipio de Corregidora

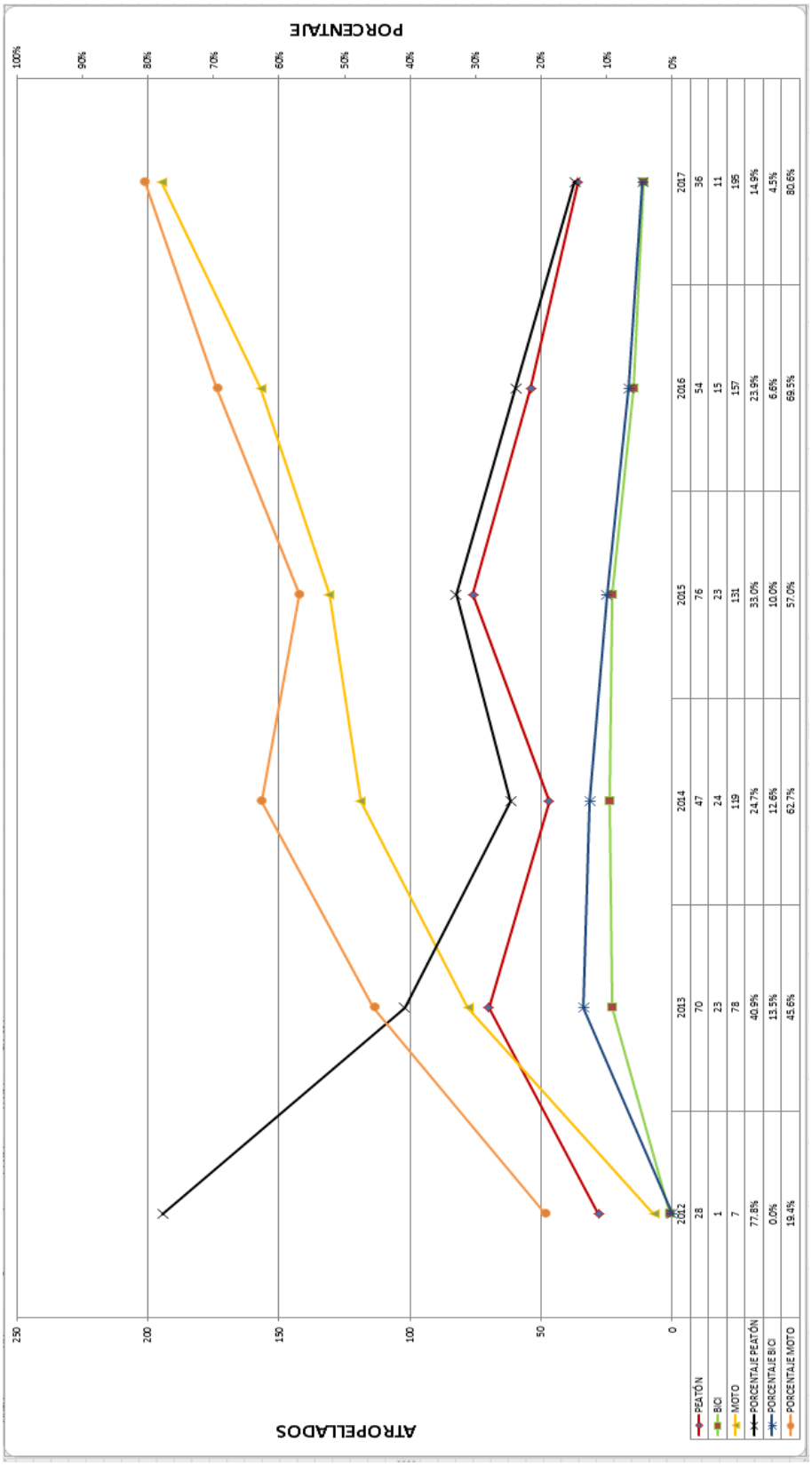
En la figura A.8 “Total de defunciones y lesionados en el municipio de Corregidora” se muestra una variación significativa entre el número de lesionados y número de defunciones en un período de nueve años, la cual comprende desde el año 2009 hasta el año 2017. En esta gráfica el número de total de lesionados empieza en el 2009, año en el que la administración municipal estaba a cargo del ex presidente municipal de Corregidora “Carmelo Mendieta” el cual llega a un registro de 44 y el número total de defunciones es de 2 personas; para el año 2010 se ve una baja mínima de 44 lesionados a 40 y de defunciones de 2 a ninguna persona registrada como fallecida por el municipio de Corregidora. Para el año 2011 existe un alza considerable en cuanto al número de personas lesionadas que llega a un total de 69; mientras que sigue con la cantidad nula de fallecimientos en la municipalidad que el año anterior. Para el año 2012 desciende de 69 a 62 lesionados y genera solo un fallecido en ese mismo año, para que en el siguiente año 2013 año el cual ya inicia otra gobernación local a cargo del ex presidente municipal Luis Antonio Zapata los números de lesionados y defunciones llegan disminuir significativamente a 7 heridos y 2 fallecidos. Esta tendencia que había marcado el año 2013 de la baja de heridos y muertos se ve contrastada para los dos años posteriores 2014 y 2015, ya que dichas cantidades de lesionados y defunciones se ven aumentadas en 26 y 1; y 39 y 2 en su orden respectivamente. Es para el año 2016, durante la última administración municipal del municipio a cargo de expresidente Mauricio Kuri González, que el número de lesionados marcaría un total de 19 y, por otra parte, el número de muertos marcaría un total de solo una persona registrada. Finalmente, y hasta donde la Secretaria de Seguridad Pública y de Tránsito del municipio de Corregidora almacenaba dicha base de datos hasta el año 2017, se tenían que solo de los 65 lesionados, sólo 7 fallecidos habían resultado en algún hecho de tránsito dentro del municipio.



Fuente: Beristain y Cortés 2018, con datos del Municipio de Querétaro y el Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes

Figura A.5.3 Gráfica de Lesionados y defunciones en el Municipio de Querétaro

En la Figura A-9 “Gráfica de Lesionados y defunciones con porcentajes en el Municipio de Querétaro hasta enero de 2018” se muestra que, en un período de 12 años, la distribución que existe entre el número de lesionados y defunciones en el municipio de Querétaro hasta el mes de enero del año 2018 por distintas instancias gubernamentales como la Secretaría de Seguridad Pública del Municipio de Querétaro (SSPMQ), Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA) y una base de datos proporcionada por la Plataforma Nacional de transparencia (PNT) proveniente de la misma Secretaría de Seguridad Pública del municipio de Querétaro sólo del año 2012 al año 2017 (5 años). En el caso de los recuadros con la representación S/R se puede entender como año sin registro de lesionados o defunciones. La gráfica con un registro de 1244 lesionados y 34 defunciones según datos de la SSPMQ; año siguiente en el 2008 se obtuvo un registro total de 1098 heridos y la misma cantidad de muertos que el año 2007 con 34; para el año 2009 decreció el número de lesionados a 953, al igual que el número de defunciones bajo a 30; mientras que para el año 2010 se consideró que el total de fallecidos fueron alrededor de 936 y, por parte de los fallecidos, se consideran un total de 38 personas; en el año 2011 se tiene un registro de 778 heridos y 40 muertos; misma tendencia sigue disminuyendo al año 2012 con 680 lesionados y 19 defunciones (SSPMQ) y 36 registrados en la base de datos proporcionada por transparencia; para el año 2013 se tienen 551 lesionados (SSPMQ), 22 (SSPMQ) defunciones y 171 en la base de datos; 2014 fue un año con un total de 506 heridos, 30 defunciones (SSPMQ) y 190 (base de datos SSPM); es hasta el año 2015 donde se puede observar más a detalle el contraste de información que existe en el número de lesionados con 374 (SSPMQ), 343 (CONAPRA) y un registro de defunciones de 33 (SSPMQ), 131 (CONAPRA), 230 (Base de datos SSPM); con un total de 354 lesionados (SSPMQ) y un total de 29 (SSPMQ), 229 (Base de datos SSPM) de muertos para el año 2016; no es hasta el año 2017 que el número de lesionados baja a su mejor número en 12 años con 260 (SSPMQ), mientras que el número de muertes varia en 31 (SSPMQ) y 242 (Base de datos SSPM); finalmente para lo último registrado en el año 2018 queda con 11 lesionados y solamente un fallecido hasta el mes de Enero de 2018.



Fuente: Beristain y Cortés 2018, con datos de la SSPMQ del año 2012 a agosto del 2017

Figura A.5.4 Gráfica de número de atropellados y porcentaje por tipo de usuario en el Municipio de Querétaro

En la figura A.10 “Gráfica de número de atropellados y porcentaje por tipo de Usuario en el Municipio de Querétaro” se muestra la distribución gráfica del número total de atropellados por tipo de usuario (Peatón, ciclista o motociclista) y su porcentaje que representa en ese año en el municipio de Querétaro, información que fue vaciada y resumida en atropellados por tipo de usuario con la base de datos proporcionada por la Secretaría de Seguridad Pública del Municipio de Querétaro. Tan sólo en el año 2012 se tiene un registro de 28 peatones atropellados, lo cual representa el 77.8%, un ciclista con el 0.0% porcentaje y 7 motociclistas con el 19.4%. Para el año 2013 hubo 70 peatones atropellados con un 40.9% porcentaje respectivamente, 23 ciclistas con un 13.5% y 78 motociclistas con un 45.6%; es para el año 2014 que se registraron 47 peatones atropellados (24.7%), 24 ciclistas (12.6%) y 119 motociclistas (62.7%). En el año 2015 existió un total de 230, 76 peatones, 23 ciclistas y 131 motociclistas con un porcentaje de 33.0% peatón, 10% ciclista y 57% motociclista; para el año 2016 la cantidad de peatones arrollados fue un total de 54 y un porcentaje de 23.9%, 15 ciclistas con un porcentaje de 6.6% y 157 motociclistas con un 69.5%. Por último, en el año 2017 fue el año con mayor índice de usuarios vulnerables (peatón, ciclista y motociclista) atropellados en el municipio de Querétaro en los últimos 5 años con un total de 242 registros entre los cuales 36 son peatones con un 14.9% por ciento, 11 ciclistas con un 4.5% por ciento y 195 motociclistas con un 80.6% por ciento.

Anexo 6 Gráfica hechos de tránsito del “Puente Capital”

En la figura 5.5 “Hechos de tránsito por año del Distribuidor vial (Puente Capital)” se puede observar una variación de siniestros viales en un periodo de 10 años (2007-2017), el total de hechos de tránsito ocurridos a 100 metros de la redonda del puente capital ubicado en Av. Corregidora Norte y Boulevard Bernardo Quintana. Empezando por el año 2007 con un total de 90 hechos de tránsito; siguiendo con el año 2008 con un total de 76; después para el año 2009 se registraron 85; para el año 2010 se obtuvieron un total de 156 siniestros viales; mientras que para el 15 de julio de 2011, año en que se inauguró el distribuidor vehicular “puente capital” con un presupuesto total destinado para el proyecto de alrededor de 250 millones de pesos, se contaron un total de 304 percances viales; a partir del año 2012 se observa una baja considerable para los próximos cuatro años después de realizada la obra, iniciando en ese año con 261 registros; 2013 con 225; 2014 con 191; 2015 con 85; posteriormente, para el año 2016 se inicia una alza de registros viales con 133 en ese mismo año y para la clausura del año 2017 con un total de 153 percances viales.

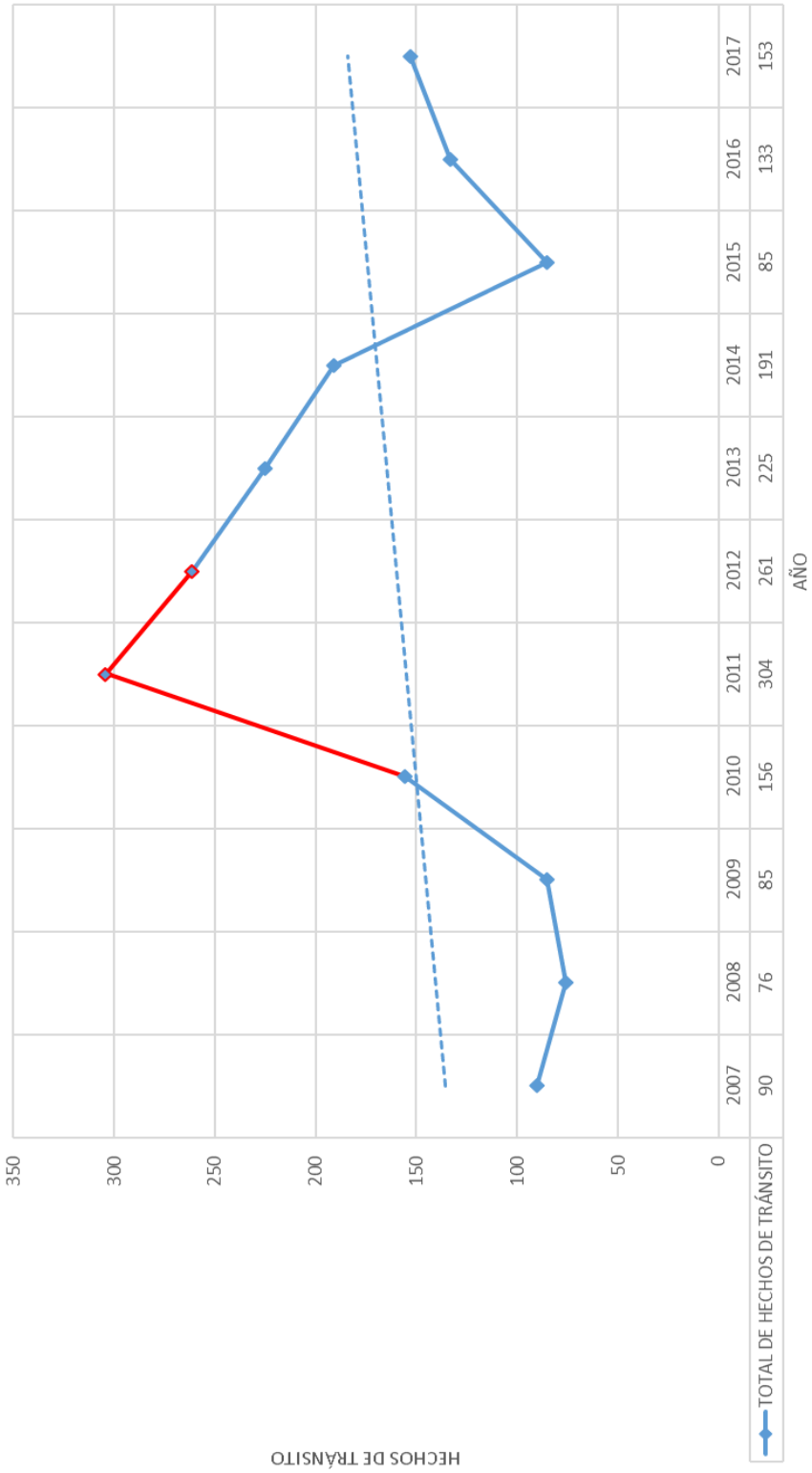
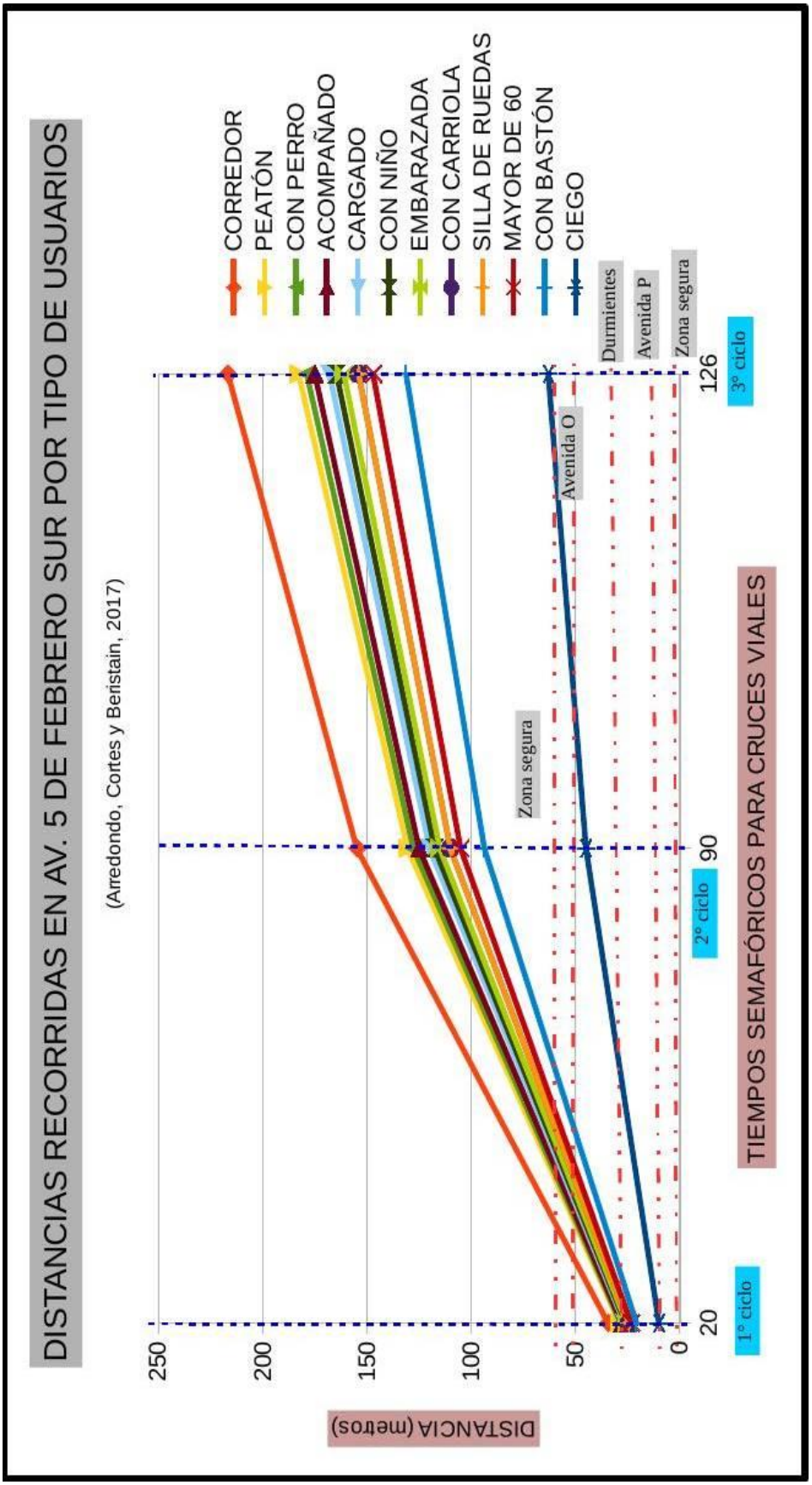


Figura A.6.1 Hechos de tránsito por año del Distribuidor Vial Puente Capital

Fuente: Beristain, Cortés y Arredondo, 2018, con datos de SSPMQ

Anexo 7 Diagrama de distancias recorridas en Av. 5 de Febrero Sur, por tipo de usuarios.

En la figura A.12 “Distancias recorridas en Av. 5 de febrero en extremo sur por tipo de usuarios” se muestra el tiempo estimado que recorrería una persona en el cruce vial por ciclos semafóricos y zonas marcadas como seguras de Av.5 de Febrero sur del crucero por tipo de peatón: corredor, peatón solo, con perro, acompañado, con carga, con niño, persona embarazada, con carriola, persona en silla de ruedas, persona de la tercera edad, persona con bastón y persona ciega. En este sentido, la persona ciega se toma como el usuario más lento para cruzar a salvo al otro extremo de la vía en una velocidad promedio de una persona ciega en una distancia aproximada de 60 metros en 90 segundos; la persona que corre como el más rápido de la ruta recorrería una distancia estimada de 150 metros en 90 segundos, seguido del peatón, persona acompañada y persona con perro a las cuales recorren 130 metros en 90 segundos, aproximadamente; la persona con carga, persona embarazada, con carriola o con niño recorrerían la misma distancia en similar tiempo; para la persona en silla de ruedas se estima que en 126 segundos podría recorrer 150 metros, al igual que la persona mayor de 60 años y, por último, la persona con bastón en 126 segundos tendría sólo recorrería alrededor de 125 metros. Asimismo, la variación que se puede observar da el tiempo suficiente para que la persona más vulnerable (persona ciega) pueda cruzar con tiempo y seguro al otro lado de la calle con algunas modificaciones al diseño del crucero vial de la zona.



Fuente: Arredondo, Cortés y Beristain 2018

Figura A.7.1 Distancias recorridas en Av. 5 de febrero en el extremo sur del crucero por tipo de usuarios

Anexo 8 Tabla de accidentabilidad por tipo de carretera y tipo de zona

Tabla A.8.1 Tasa de accidentes para diferentes tipos de vialidades

Tipo de vialidad y tipo de zona	Defunciones por cada 100 mil habitantes	Lesiones por cada 100 mil habitantes	Percances viales por cada 100 mil habitantes
Urbanas			
Calle con control vehicular	1.98	88	131
Calle semi-controlada	4.64	162	394
Sin control	4.02	272	350
Suburbana			
Calle con control vehicular	4.03	91	85
Calle semi-controlada	5.07	134	253
Sin control	5.12	338	289
Rural			
Calle con control vehicular	3.27	125	84
Calle semi-controlada	6.12	137	134
Sin control	8.70	196	217

Fuente: Morlok (1978).

Anexo 9 Tablas de demora para vehículos y peatones

Tabla A.9.1 Niveles de servicio vehiculares

Niveles de servicio vs tiempo de demora para vehículos, en minutos.	
NS	Demora por vehículo
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

Fuente: Flores. CICM A.C., 2018

Tabla A.9.2 Niveles de servicio peatonales

Niveles de servicio vs tiempo de demora para peatones, en minutos.		
NS	Demora peatonal	Probabilidad de incumplimiento
A	≤10	Bajo
B	>10-20	
C	>20-35	Moderado
D	>35-55	
E	>55-80	Alto
F	>80	Muy alto

Fuente: Flores. CICM A.C., 2018

Km 12+000 Carretera Estatal 431 “El Colorado-Galindo”
Parque Tecnológico San Fandila
Mpio. Pedro Escobedo, Querétaro, México
CP 76703
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

http://www.imt.mx/

Esta publicación fue desarrollada en el marco de un sistema de gestión de calidad certificada bajo la norma ISO 9001:2015