



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
Programa de Maestría y Doctorado de Urbanismo  
D e s a r r o l l o   U r b a n o   R e g i o n a l

## Estudio y evaluación de riesgo peatonal en las vialidades de la Ciudad de México

Tesis que para optar por el grado de:  
**Maestra en Urbanismo**

Presenta  
**Arq. Sinaí López Santos**

Director de Tesis  
**Mtro. en Ing. Juan Ansberto Cruz Gerón**  
Entidad de Adscripción: Instituto de ingeniería

### Sinodales

Mtra. Ana Areces Viña  
Facultad de Arquitectura

Mtro. Jaime Collier's Urrutia  
Facultad de Arquitectura

Mtro. Roberto Gabriel Eibenschutz Hartman  
Facultad de Arquitectura

Arq. Alejandro Guzmán Navarrete  
Facultad de Arquitectura



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Director de Tesis

**Mtro. en Ing. Juan Ansberto Cruz Gerón**

Entidad de Adscripción: Instituto de ingeniería

Sinodales

Mtra. Ana Areces Viña

Facultad de Arquitectura

Mtro. Jaime Collier's Urrutia

Facultad de Arquitectura

Mtro. Roberto Gabriel Eibenschutz Hartman

Facultad de Arquitectura

Arq. Alejandro Guzmán Navarrete

Facultad de Arquitectura



En memoria de

***Teresa Bennett Moreno***

(1932-2015)

*"Por siempre en mi mente, por siempre en mi corazón"*



## **Agradecimientos**

A mis padres, por siempre brindarme su apoyo y confianza incondicional durante todos mis años de formación académica, no tengo palabras para agradecer todo lo que me han dado.

A mis hermanos por siempre motivarme a seguir adelante.

A mi director de tesis, Maestro en Juan Ansberto Cruz Gerón, que con su apoyo, dedicación y aliento me hicieron posible concluir esta tesis.

Gracias a mis sinodales, el Maestro en Jaime Collier's, la Maestra en Urbanismo Ana Areces, Mtro. Roberto Eibenschutz y al Arquitecto Alejandro Guzmán, por guiarme en el proceso de la elaboración de la investigación, así como los conocimientos brindados a lo largo de la maestría.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y permitirme adquirir el conocimiento y experiencias necesarias para desarrollarme profesionalmente.

Al Instituto de Ingeniería de la UNAM, por otorgarme la oportunidad de colaboración, crecimiento académico y profesional, así como el apoyo otorgado que me hizo posible concluir mis estudios de posgrado.

A todos aquellos amigos que me ofrecieron su apoyo e hicieron una realidad la realización del trabajo de campo. Especialmente agradezco a Yahir Carmona y Luis Carlos Herrera por su ímpetu y disposición durante las últimas etapas del trabajo de campo.

A los miembros del Taller de Ingeniería y Diseño (TID) por permitirme formar parte de su equipo de trabajo, así como el apoyo y consejos brindados durante la finalización de la tesis. Con un agradecimiento especial para Eliud por su apoyo en etapas iniciales y a Paola por su paciencia y consejos de representación.

Por ultimo he de agradecer a todos aquellos familiares y amigos que, aunque lejos, representaron una figura de soporte y solidaridad hacia mí y mis deseos de superación profesional.

Muchas Gracias.

## INTRODUCCIÓN

<b>Planteamiento</b> .....	<b>13</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>15</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>16</b>
<b>Hipótesis</b> .....	<b>16</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>17</b>

## CAPÍTULO UNO. MARCO TEÓRICO. PRINCIPIOS DE ANÁLISIS DE RIESGO.... 19

<b>1.1. Accesibilidad urbana</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2. Riesgo</b> .....	<b>20</b>
<b>1.3. Peligro</b> .....	<b>21</b>
<b>1.4. Vulnerabilidad</b> .....	<b>22</b>
<b>1.5. Peatón</b>	
<b>1.6. Análisis cuantitativo de riesgo</b> .....	<b>24</b>
<b>1.7. Casos bases de estudio de flujo peatonal y vehicular</b>	
1.7.1. Caso 1. Seúl, Corea	
1.7.2. Caso 2. Universidad de California Berkeley, E.U.A.....	<b>26</b>
1.7.3. Caso 3. Centro de Educación e Investigación de transporte, UC, USA.	

## CAPÍTULO DOS. CONTEXTO DEL CASO DE ESTUDIO.....29

<b>2.1. Accidentalidad delegacional de la Cd. de México</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2. Colonia Doctores</b> .....	<b>34</b>
2.2.1. Densidad de población.....	<b>36</b>
2.2.2. Estructura vial.....	<b>38</b>
2.2.3. Red de transporte público.....	<b>40</b>
2.2.4. Uso de suelo.....	<b>45</b>
2.2.5. Reconocimiento de la zona de estudio.....	<b>47</b>

## CAPÍTULO TRES. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO.....53

<b>3.1. Recopilación y análisis de información</b> .....	<b>54</b>
<b>3.2. Frecuencia y Evaluación</b> .....	<b>54</b>

## CAPÍTULO CUATRO. DIAGNOSTICO. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE RIESGO....57

<b>4.1. Estadísticas de accidentalidad</b> .....	<b>58</b>
4.1.1. Accidentes viales del año 2013.....	<b>59</b>
4.1.2. Accidentes viales del año 2014.....	<b>61</b>
<b>4.2. Características urbanas de la estructura vial</b> .....	<b>63</b>
<b>4.3. Evaluación de Peligro</b> .....	<b>64</b>
4.3.1. Variables involucradas	
4.3.2. Matriz de evaluación	
4.3.3. Resultados de evaluación de peligro.....	<b>65</b>
<b>4.4. Evaluación de vulnerabilidad</b> .....	<b>68</b>
4.4.1. Cruce "Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz	
4.4.2. Velocidad de rodada y aforo vehicular.....	<b>69</b>

4.4.3. Vulnerabilidad del Peatón.....	72
4.4.3.1. Medición y procesamiento de la información.	
4.4.3.2. Flujo peatonal entre semana.....	74
4.4.3.3. Flujo peatonal en fin de semana.....	76
4.4.3.4. Flujo peatonal y equipamiento urbano.....	77
4.4.3.5. Influencia del horario de equipamiento urbano.....	78
4.4.3.6. Nivel de servicio peatonal en aceras	
4.4.4. Flujo vehicular.....	79
4.4.4.1. Medición y procesamiento de la información	
4.4.4.2. Flujo vehicular entre semana.....	80
4.4.4.3. Flujo vehicular en fin de semana.....	81
<b>4.5. Estudio de escenarios posibles (método "What If?").....</b>	<b>82</b>
4.5.1. Movimientos vehiculares y peatonales	
4.5.2. Cuestionamientos.....	84
<b>4.6. Conclusiones de la evaluación del estado de riesgo.....</b>	<b>85</b>

## **CAPÍTULO CINCO. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN URBANA PARA LA DISMINUCIÓN DEL RIESGO PEATONAL..... 89**

<b>5.1. Estado actual de la intersección.....</b>	<b>90</b>
<b>5.2. Elementos aplicables.....</b>	<b>92</b>
<b>5.3. Propuestas de intervención</b>	
5.3.1. Propuesta 1. Eliminación de camellón.	
5.3.2. Propuesta 2. Intersección canalizada 1.	
5.3.3. Propuesta 3. Intersección canalizada 2.	
<b>5.4. Conclusiones sobre las propuestas de disminución de riesgo peatonal.....</b>	<b>104</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>107</b>

Referencias bibliográficas.....	108
Índice de figuras	
Índice de Tablas.....	109

### **Anexos**

- Anexo 1. Base de datos de estado de intersecciones de la colonia Doctores.
- Anexo 2. Evaluación de peligro por intersección.
- Anexo 3. Base de datos. Aforo Peatonal.
- Anexo 4. Base de datos. Aforo y Velocidades Vehiculares.
- Anexo 5. Planos Propuesta de Intervención Urbana para la disminución de riesgo.
  - PT-01 Plano de Trazo.
  - PT-02 Plano de Trazo.
  - PS-01 Señalización y secciones transversales.



# Introducción



**E**l riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas<sup>1</sup>. Esto se entiende en su forma general como el producto de un peligro por la vulnerabilidad de un sistema expuesto.

El presente trabajo pretende identificar las variables que definen al riesgo peatonal ocasionado por automovilistas en un caso en la ciudad de México, para con ello, plantear un modelo de evaluación de riesgo peatonal aplicado en zonas urbanas, con lo que se podrán tomar medidas de acción y criterios de diseño urbano que minimicen dicho riesgo a los peatones a partir de la disminución del peligro generado por los conductores de vehículos.

En esta tesis se retoman los lineamientos para el análisis cuantitativo de riesgos en los cuales se establecen tres fases:

- a). Determinación de la frecuencia de los accidentes.
- b). Evaluación de la gravedad de los sucesos.
- c). Análisis de variables consideradas determinantes de que sucedan accidentes.

La metodología está enfocada en investigación de campo dentro de dos áreas:

- 1.- Registro de las características urbanas y espacios públicos que mantienen altos niveles de circulación peatonal
- 2.- Análisis del comportamiento vehicular y peatonal, ésta última con el objetivo de percibir, a lo largo del día, los cambios de flujos peatonal y vehicular.

Estos análisis se sustentan a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten generar mapas que representen tanto datos estadísticos como de diagnóstico.

El análisis de estadísticas de accidentes peatonales y viales obtenidas en la Subsecretaría de Control de Tránsito de la Ciudad de México y del Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática (INEGI), representaron las bases iniciales para el análisis del caso de estudio presentado en este trabajo.

La información espacial y estadística fue procesada y valorizada mediante el planteamiento de escenarios y cuestionamientos que dan a lugar al diagnóstico del caso de estudio, con lo que se desarrollaron de medidas que modifican el comportamiento peatonal y vehicular.

Ante el propósito de poder identificar las variables que influyen en el riesgo peatonal de la zona de estudio, la presente tesis muestra la utilización de diferentes elementos que determinan niveles de peligro, como:

- Relación de velocidades de automóviles en distintos sentidos de flujo y circulación.
- El sistema de semaforización vial,
- La señalización vertical y horizontal y su visibilidad, y
- Accidentalidad.

Por otro lado, los usos de suelo y equipamiento urbano tienen relación directa con los patrones de movilidad de la población.

Conociendo la relación que el uso de suelo mantiene con la movilidad y consecuentemente en los niveles de riesgo, se pueden plantear propuestas integrales de diseño e ingeniería urbana que modifiquen los patrones de flujo vehicular, aumentando la protección al peatón a partir de modificaciones de tipo urbano.

1 SDR- International Strategy for Disaster Risk, (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Recuperado el 20 de agosto de 2014 de [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

## Planteamiento

A partir del análisis del reporte del año 2014 de la Asociación Global de Seguridad Vial se observa una problemática de riesgo peatonal vista en principio desde una perspectiva global<sup>2</sup>, donde la relación entre el incremento del parque vehicular y el número de accidentes lo posiciona como la novena causa de muerte a nivel mundial, afectando primordialmente a las personas cuya edad oscila entre los 15 y 29 años, con un total de 1.2 millones de muertes y entre 20 y 50 millones de lesionados a nivel mundial cada año. Así mismo, al menos el 50% de las muertes correspondientes a este rubro, son peatones, ciclistas y motociclistas.

La figura 1 muestra el promedio de las muertes anuales ocurridas por accidentes de tráfico por cada 100,000 habitantes durante el 2014. En el mismo reporte se destaca África con 24.1 muertes, el Mediterráneo con 21.3, el Sudeste de Asia con 18.5, la región del Pacífico Occidental con 18.5, América con 16.1 y por último Europa con 10.3 muertes por cada 100,000 habitantes.

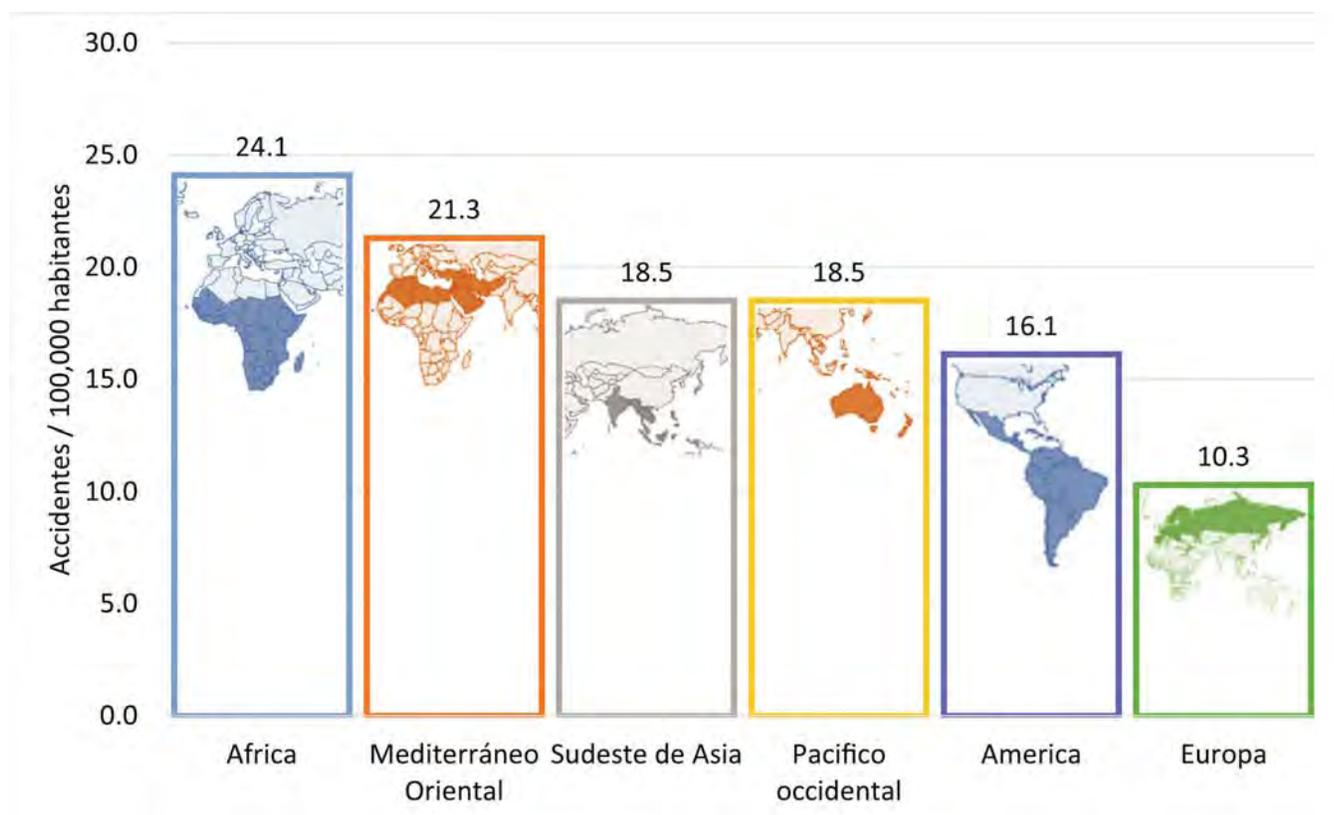


Figura 1. Accidentes Fatales/100,000 habitantes.(Global Road Safety Partnership, 2014).

<sup>2</sup> Información retomada de Global Road Safety Partnership GRSP.(2014). Annual Global road safety partnership report 2014. Recuperado el 6 de julio de 2015.

De estas cinco regiones alrededor del mundo, en una comparativa establecida entre los países de México, Brasil y Colombia, América Latina se encuentra en el segundo lugar con la menor cantidad de muertes en accidentes viales. Se destaca que los países con menor ingreso, son los principales exponentes de la mortalidad a causa de accidentes de tráfico vial.

Se debe enfatizar que las circunstancias económicas, demográficas y territoriales de cada país son únicas. México se encuentra entre los países con un menor índice de accidentalidad mundial, a pesar de mantener durante décadas una visión centrada en el uso del vehículo y una planeación urbana que no ha contemplado al peatón. Es importante destacar que en los últimos años la sociedad mexicana comenzó a hacer conciencia de la importancia del peatón, hecho que se ve reflejado en el reglamento de tránsito que fue puesto en rigor durante el año 2015, además de la implementación de medidas como la peatonalización del Centro histórico y el trayecto a la Basílica de Guadalupe, en la Cd. de México, representan el inicio de un cambio de paradigma en busca de la mejora de la movilidad peatonal de las ciudades mexicanas.

El panorama mexicano muestra un comportamiento totalmente diferente del que podría esperarse, pues los niveles de accidentalidad se encuentran encabezados por el Estado de Quintana Roo con 11.24 accidentes por cada 100,000 habitantes.

Independiente de la densidad de población de cada estado, la Ciudad de México es una de las que registra las mayores densidades, y se suscitan aproximadamente 3.86 muertes por cada 100,000 habitantes<sup>3</sup>. Ver figura 2.

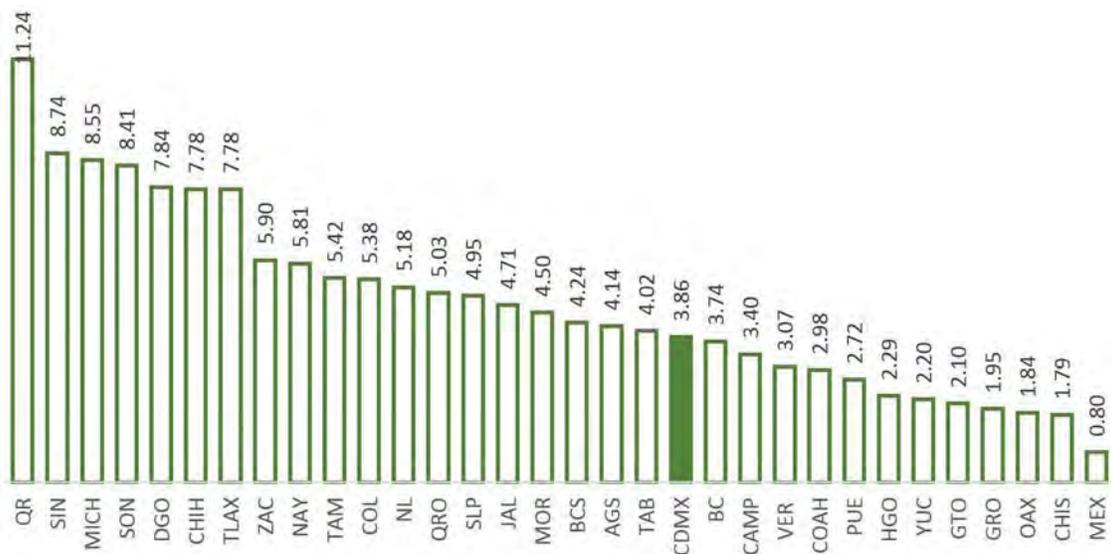


Figura 2. Accidentes Fatales Estatales, México. / 100 000 habitantes año 2013. Elaboración propia.

El riesgo es descrito por CENAPRED y la Dirección General de Protección Civil<sup>4</sup> como la “probabilidad” de que un agente vulnerable sufra daños o pérdidas debido a la presencia de un agente peligroso. A su vez el peligro es interpretado en relación al nivel de vulnerabilidad y exposición; en otras palabras es el grado de vulnerabilidad que un individuo tiene ante la presencia de un agente capaz de infringir daños o pérdidas en la persona.

La vulnerabilidad del peatón en vialidades de alto congestionamiento vehicular y/o que manifiestan altas velocidades, lo hace más susceptible a sufrir un percance automovilístico<sup>5</sup>. Es posible aseverar que el aumento del uso del vehículo particular, genera un incremento en el riesgo peatonal.

Se busca un estudio de riesgo de accidente cuando la velocidad de rodada (o de circulación) del vehículo aumenta, y/o la estructura vial muestra una clara orientación a un aumento del tránsito y flujo vehicular.

3 Accidentes de tránsito fatales, 2013 (s.f.), INEGI. Recuperado el 17 de agosto de 2015, de [www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi)

4 Dirección General de Protección Civil y Emergencias (s.f.). Recuperado 20 noviembre de 2014, de [www.proteccioncivil.org/riesgos](http://www.proteccioncivil.org/riesgos)

5 Información retomada de National Highway Traffic safety Administration, Traffic Safety Facts, U.S. department of Transportation, 2012 [Fecha de consulta: Agosto 2014]

Jan Bazant<sup>6</sup> señala que la estructura vial es contemplada entre los componentes esenciales de la estructura espacial urbana, que permite el flujo de personas y bienes entre dos o más lugares donde se desarrollan las actividades urbanas. Por lo que es considerada entre los elementos más importantes en el riesgo peatonal, Es aquí cuando resulta importante contemplar que una carencia de infraestructura peatonal congruente con las necesidades de movilidad de la población, provoca que el peatón se arriesgue a estar involucrado en un accidente automovilístico.

## Justificación

El Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA), indica que en México las lesiones, discapacidad y muerte por causa de tránsito automovilístico, generan pérdidas de más de 120,000 millones de pesos al año. Los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte de la población de entre 5 y 34 años de edad, con un total de más de 24,000 muertes, 750,000 heridos graves y 39 000 con discapacidades, al año. Razón principal para que organizaciones como; CTSEMBARQ México<sup>7</sup>, LIGA PEATONAL<sup>8</sup> e ITDP<sup>9</sup>, entre otras, exploren acciones, políticas públicas de movilidad, enfocadas a mejorar el espacio público y la seguridad vial, con una visión de cero muertes por accidentes automovilísticos.

El Distrito Federal con una población aproximada de 8,851,080 habitantes (2010), muestra la presencia de más de 4,457,548 vehículos al 2012. Durante el año 2013 ocurrieron 15,716 accidentes de los cuales 1,110 (equivalentes al 7%) involucraron a uno o más peatones.

Entre los estudios dirigidos a cambiar el panorama de la seguridad vial en México se destaca: “*Entendiendo recomendaciones de Seguridad Vial: Lecciones y Desafíos*” desarrollado por CTSEMBARQ México<sup>10</sup>, este plantea una serie de recomendaciones prácticas para mejorar la seguridad vial, así como la factibilidad económica, física, de la implementación de dichas soluciones. Igualmente es presentada la “*Carta Mexicana de los Derechos al Peatón*” desarrollada por la organización “LIGA PEATONAL”, la muestra las premisas para la planeación y evaluación de políticas públicas de movilidad y espacio público, anteponiendo a las personas sobre los vehículos. Por último al hablar de medidas nacionales, el nuevo reglamento de tránsito destaca la especial atención en priorizar el derecho de peatones y ciclistas en el uso de la infraestructura vial<sup>11</sup>.

En el panorama internacional se destaca la búsqueda de implementación de la iniciativa sueca Visión Cero, al caso mexicano, basándose en tres principios básicos: “*la pérdida de vidas humanas en accidentes de tráfico es inaceptable*”; aceptar el error humano como algo inevitable y prestar una mayor atención en la mejora de la infraestructura vial y los vehículos para minimizar las consecuencias de los accidentes. Dicha visión ha sido retomada en México con el objetivo de cambiar la seguridad vial.

## Relevancia en el urbanismo

El urbanismo es una disciplina que dentro de uno de sus múltiples aspectos, estudia las redes urbanas, entre las que se encuentran las vialidades que dan paso a la movilidad tanto vehicular como peatonal y es esta interacción entre las distintas zonas de la ciudad la que da paso a las líneas de deseo de la población, lo cual influye en el crecimiento socio-económico de las ciudades.

Entonces la necesidad de transportarse y la infraestructura que ésta amerita (redes viales, red de transporte

6 Bazant, Jan. 1984, *Manual de criterios de diseño urbano* (segunda edición). D.F., México: Ed. Trillas, Fecha de recuperación: mayo 2015.

7 Disponibilidad de consulta en <http://embarqmexico.org/>

8 Disponible en: <http://ligapeatonal.org/>

9 Por sus siglas en inglés – Institute for Transportation and Development Policy. Consultar: <http://mexico.itdp.org/>

10 Kulpa, Erika; Varela Sebastián, CTSEMBARQ, *entendiendo recomendaciones de seguridad vial: lecciones y desafíos*. Walk 21 [en línea]. [Fecha de consulta: Julio de 2014]. Disponible en: <http://www.walk21.com/papers/3-ponencia-seguridad-vial-2012.pdf>

11 CDMX, Reglamento de tránsito del D.F., Gaceta oficial, [Fecha de consulta: noviembre 2015]. Disponible en: [http://www.consejeria.df.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetitas/0dfe0f2c2728da104e72f26974d2ad23.pdf](http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/0dfe0f2c2728da104e72f26974d2ad23.pdf)

público, etc.), son parte inherente de las características urbanas fundamentales para la planificación y crecimiento urbano.

Soms<sup>12</sup> nos dice que en México el desarrollo de la industria automotriz, basada en la política nacional de industrialización y modernización, colabora con un patrón de organización de la red vial urbana que se basa en el uso del automóvil privado, mismo que a su vez se observa continuamente saturando las vialidades principales, complicando así la movilidad de aquellas personas que se trasladan a pie o haciendo uso de las redes de transporte público, lo que provoca un sentido de inseguridad para el peatón pues complica los trayectos y transiciones de uno modo de transporte a otro.

La finalidad principal de esta tesis es plantear un modelo de evaluación de la estructura vial a escala de barrio y definir el riesgo que representa para el peatón, con el objetivo de que sea posible plantear acciones urbanas para la disminución del mismo.

## Objetivos

***El objetivo es evaluar el riesgo peatonal, a partir de las características urbanas de la infraestructura vial, usos de suelo y particularidades de los movimientos peatonales y vehiculares de la ciudad, identificando y caracterizando las variables que definen el peligro y la vulnerabilidad, con la finalidad de contar con una plataforma argumentativa para aminorar el riesgo.***

El objetivo particular de la presente tesis es que la metodología de evaluación pueda ser replicada en diferentes ciudades del país, mediante la utilización de sistemas de información geográfica, programas de representación gráfica y una logística de trabajo de campo, que permita expresar las mediciones de peligro y vulnerabilidad en torno a la estructura urbana.

Por último se busca que planteamientos de distintas situaciones actuales y futuras, a partir de la información antes evaluada, sean utilizados como herramientas para una planeación urbana que considere al peatón como uno de los principales elementos en el desarrollo de la ciudad.

## Hipótesis

Un estudio integral de la movilidad vehicular y peatonal en la infraestructura vial, permitirá estimar el riesgo peatonal para aportar valores cuantitativos de movilidad en el diseño urbano.

***“El riesgo peatonal en las ciudades mexicanas puede disminuirse a partir de una evaluación de la estructura vial urbana y la influencia de esta entorno a la movilidad vehicular y peatonal.”***

## Metodología

12 Soms García, Esteban. 1986. La hiperurbanización en el valle de México I. pg. 73, México, UAM Azcapotzalco, Fecha de consulta: Enero 2016

La metodología para analizar el riesgo peatonal comienza por medir el peligro y la vulnerabilidad, como factores que conforman el riesgo. Partiendo de un análisis de datos estadísticos de los accidentes viales y sus causas fue posible identificar zonas urbanas de peligro peatonal que necesitaron de una intervención urbana para mejorar las condiciones de movilidad peatonal.

Una vez identificada la zona de estudio, en ésta se realizaron mediciones de flujos peatonales y vehiculares, a partir de los cuales se obtienen datos medibles de peligro y vulnerabilidad peatonal. Después se utilizaron los datos anteriores junto con observaciones de campo para realizar planteamientos hipotéticos de diferentes escenarios, con lo cual es posible concretar distintos parámetros urbanos para una reestructuración vial integral que disminuya el riesgo peatonal.

En la figura 3 se muestran los aspectos relevantes dentro del marco teórico, que resalta las variables relevantes de la investigación y la secuencia de trabajo necesaria para abordar un análisis de riesgos.

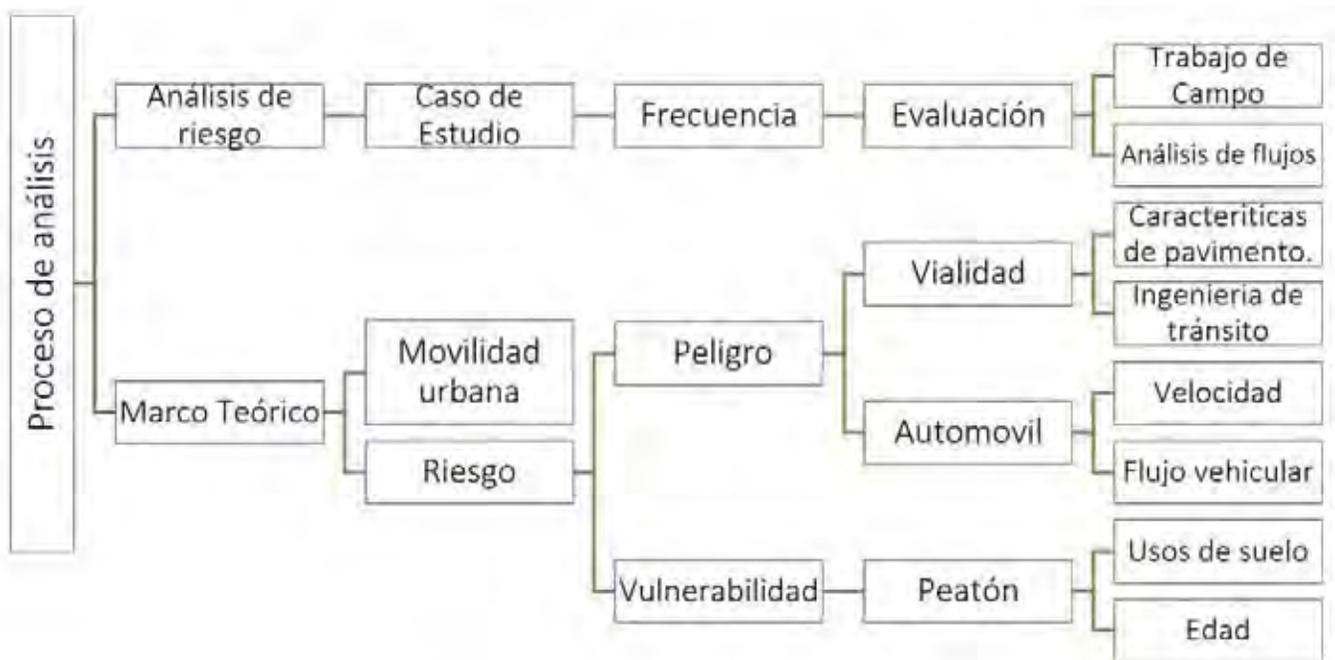


Figura 3. Componentes de la metodología de análisis de riesgo.



Capítulo uno  
MARCO TEÓRICO. PRINCIPIOS DE ANÁLISIS DE RIESGO.



**A**ccesibilidad, movilidad y riesgo, son algunos de los conceptos básicos a tratar en este apartado, ya que al comprender como se relacionan es posible establecer caminos de acción para mejorar la movilidad urbana de la ciudad.

## 1.1 Accesibilidad urbana

La combinación de distintas actividades —educativa, cultural, deportiva, recreativa y comercial— ligadas a un nivel de accesibilidad alto, hacen que una ciudad sea atractiva. Un nivel de accesibilidad malo, provoca que la ciudad no sea aprovechada al máximo.

Soms<sup>1</sup> (1986, p.72), establece que *“el adecuado funcionamiento de las actividades urbanas en general, depende de su localización y accesibilidad y de la existencia de un sistema vial y de transporte capaz de reducir al mínimo los costos de movilización de personas y mercancías”*. La accesibilidad juega un papel importante en la estructuración urbana de las vialidades, ya que la población procura optimizar su tiempo de traslado, lo que genera tendencias en las ciudades que modifican el sistema de movimientos a partir de soluciones que promueven el uso del automóvil privado (construcción de ejes viales, segundos pisos, redes de transporte masivo (como el STC-Metro), de tal forma que no se prioriza el traslado peatonal dentro de las reestructuraciones urbanas, por lo que el habitante ve reducida su accesibilidad.

En la Ciudad de México uno de los problemas que suelen pasar desapercibidos es la accesibilidad, misma que se ha desvirtuado y se ha enfocado a la búsqueda de soluciones de creación de infraestructura vial que lo único que ha logrado es un aumento del parque vehicular. Es por ello que la solución no reside en el aumento de la movilidad vehicular, sino en mejorar la accesibilidad a las diferentes actividades urbanas a partir de un cambio en la movilidad peatonal.

## 1.2 El riesgo

Wilches-Chaux<sup>2</sup> (1993), indica que por Riesgo se entenderá cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno.

El riesgo se define como la probabilidad de que se desencadene un determinado suceso que, como consecuencia genere pérdida de bienes y/o efectos perjudiciales en las personas, y como tal este se encuentra en función del factor peligro aunado a un determinado grado de vulnerabilidad (esta es determinada por factores físicos, sociales y económicos que condicionan la susceptibilidad de afrontar un fenómeno peligroso) y exposición<sup>3</sup>.

La Guía técnica “Métodos cuantitativos para el análisis de riesgo<sup>4</sup>”, clasifica tres tipos de riesgo:

1. *Global e individual.* A consecuencia de un estudio, se señala, que las hipótesis de accidentalidad se definen a través de: la frecuencia (frecuencia/año) y el daño (victimas/ocurrencia). Entonces el riesgo global (RG) es caracterizado por la suma de riesgo de accidentes según la frecuencia y daños ocasionados. Mientras que el riesgo individual se debe a la frecuencia con la que una persona puede recibir un daño.
2. *Social.* Es la relación entre la frecuencia y un cierto número de personas susceptibles a cierto nivel de daño. Puede ser expresado mediante el uso de dos términos: el tamaño del desastre y la probabilidad de dañar a un número de personas. Este término difiere de los demás ya que puede desencadenar protestas y

1 Este apartado establece la relación la estructura urbana y el sistema de movimientos, entorno a la expansión de la ciudad. Soms García, Esteban.1986, La hiperurbanización en el Valle de México I, pg. 72, México, UAM Azcapotzalco, Fecha de consulta: Enero 2016

2 Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. Retomado desde A. Maskrey, & A. Maskrey (Ed.), Los desastres no son naturales. Bogota: Ed.Tercer Mundo.fecha de consulta: Agosto 2014

3 Dirección General de Protección Civil y Emergencias (s.f.). Recuperado 20 noviembre de 2014, de [www.proteccioncivil.org/riesgos](http://www.proteccioncivil.org/riesgos)

4 Civil, D. G. (s.f.). GUIA TECNICA[en línea]. Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos. España. Pag. 119, [fecha de consulta: mayo de 2014]. Disponible en: <http://www.proteccioncivil.org/documents/11803/22691/G+T%C3%A9cnica+metodolog%C3%ADas+para+el+an%C3%A1lisis+de+riesgos.+M%C3%A9todos+cuantitativo.pdf>

conmociones a nivel nacional que concluyen en medidas que reduzcan este tipo de riesgo, es por ello que se mide en torno a daños humanos y no solo pérdidas o daños materiales.

3. *De muerte y daños.* Este es el riesgo más directo y fácil de comparar con otros riesgos de la vida cotidiana, a pesar de que no cuenta con un mayor interés social con respecto a otro tipo de riesgo y resulta complicado calcularlo para un peligro determinado, generalmente para este tipo de riesgo se toma como representante a la población más expuesta.

El riesgo peatonal evalúa el riesgo de muerte o daños, considerando a la población susceptible a un accidente, por su cercanía al tránsito vehicular.

Para lo cual es posible subdividir el riesgo de acuerdo a los factores que conforman el peligro y vulnerabilidad peatonal, como se exponen en la figura 4.



Figura 4. componentes de riesgo peatonal. Elaboración propia.

Cuando se habla de un peatón, el nivel de vulnerabilidad depende de factores como:

- Cercanía al arroyo vehicular, (relacionado con el ancho de banquetas).
- Características del peatón.
- Flujo peatonal.

En el peligro generado por la vialidad influyen los factores de:

- Velocidades de proyecto según la normativa vigente por el Reglamento de tránsito.
- Capacidad de las vialidades que conforman la estructura vial de la ciudad
- Ancho del arroyo vehicular.
- Ingeniería de control de tránsito; semaforización, señalizaciones, controles de velocidad, entre otros.
- Flujo vehicular.

Por su parte el peligro atribuido al automóvil se complementa por:

- Las condiciones físicas y mentales del conductor.
- Velocidades de circulación.
- Condiciones mecánicas del automóvil.

### 1.3 Peligro.

Wilches-Chaux (1993) también define el peligro como un evento raro o extremo en el ambiente natural o humano, que afecta adversamente a la vida humana o sus actividades a tal grado de causar un desastre. Encontramos que también se define a la amenaza como la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual una comunidad es vulnerable.

Entonces además de relacionarse el peligro con circunstancias naturales, también está involucrado en la actividad humana, es por ello que en el día a día el habitante urbano se encuentra vulnerable a cierto tipo de

peligro derivado de la relación entre la actividad humana y su interacción con el medio ambiente.

Para poder realizar una identificación de peligro, se debe tomar como base las fuentes que potencializan un evento peligroso; para esta investigación, serán: la velocidad de los automóviles, el estado físico de la red vial, la edad promedio de los usuarios (tanto conductores como peatones), características de la traza urbana, semaforización, señalización, etc.

## 1.4 Vulnerabilidad

Este concepto denota, según Wlches-Chaux (1993), la incapacidad de una comunidad para “absorber”, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su “inflexibilidad” o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. Es entonces que la vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad.

La vulnerabilidad se identifica a través de aspectos como; las condiciones físicas peligrosas, las condiciones socioeconómicas y la capacidad de recuperación de un individuo o sociedad.

Es importante destacar que el concepto de vulnerabilidad y riesgo se encuentran ligados, ya que el riesgo se presenta en espacios donde la comunidad presenta condiciones de vulnerabilidad, generando con esto condiciones de desastre.

## 1.5 El peatón

Se puede considerar como peatón a la población en general, ya que todos somos peatones durante el desarrollo de las actividades cotidianas. La importancia del peatón recae, no solo porque este es víctima del tránsito, sino también una de sus causas<sup>5</sup>.

Francisco Rama (2011, p.6) sostiene que *“El peatón es un factor importante en cualquier problema de circulación urbana, especialmente desde el punto de vista de su seguridad, siendo sus actitudes más diversas que las de los conductores, obedeciendo con menos rigor las normas específicas y a la señalización, por lo que es más difícil ordenar sus movimientos y mejorar su seguridad.”*<sup>6</sup>

Según Rafael Cal y Mayor *“el peatón no se ha asimilado al medio; se denota claramente con gente que viene de otras ciudades; su indecisión en los cruceros mientras esperan el momento oportuno, sin saber de qué lugar vienen los vehículos y terminan corriendo repentinamente para cruzar la calle”*.

Al igual que con los vehículos es posible establecer niveles de servicio de tránsito peatonal, calculando el volumen máximo de peatones por cada metro de sección transversal de acera. Cal y Mayor a través de la fundación internacional de carreteras, en Buenos Aires Argentina considera los siguientes valores de servicio para tránsito peatonal.

La tabla 1 indica que la velocidad mínima del peatón es inversamente proporcional al nivel de servicio tomando en consideración que el nivel de servicio E muestra el máximo volumen de peatones, donde por cada metro de sección transversal de acera pueden llegar a pasar hasta 81 peatones por minuto con una velocidad de 2.4 km/h, representando con esto que, cada peatón representa 0.5 m<sup>2</sup> en términos de espacio de acera.

5 Cal y Mayor, R.; Cárdenas, J. (1994), Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones, (7ma. edición).

6 Retomado de Rama Labrador, Francisco (2011). Resumen de “Estudio de accesibilidad urbanística y legislación vigente”, diciembre 17 2015, disponible en: <http://www.franciscorama.com/urban-accessibility.html>

Tabla 1. Nivel de servicio para tránsito de peatones, Fuente: Cal y Mayor, et al, 1994.

Nivel de Servicio	Volumen de Servicio (peatón/min/m)	m <sup>2</sup> por peatón	Velocidad mínima de operación	
			m/min	Km/h
A	22	3.5	77	4.6
B	30	2.5	75	4.5
C	46	1.5	69	4.1
D	62	1.0	62	3.7
E	81	0.5	40	2.4
F	Variable	<0.5	<40	<2.4

Por otro lado, Cal y Mayor, también hace mención de a los criterios establecidos en el Manual de Capacidad Carreteras de 1985, de los Estados Unidos, donde se definen de los niveles de servicio peatonales para condiciones promedio en periodos de 15 minutos, mismo que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Nivel de servicio en aceras, cada 15 min. Fuente: Cal y Mayor, et al, 1985.

Nivel de Servicio	Flujo de Servicio Esperado (peatón)	Espacio m <sup>2</sup> por peatón	Velocidad media esperada	
			m/min	Km/h
A	≤ 7	≥ 12.1	≥ 79	≤ 4.7
B	≤ 23	≥ 3.7	≥ 76	≤ 4.6
C	≤ 33	≥ 2.2	≥ 73	≤ 4.4
D	≤ 49	≥ 1.4	≥ 69	≤ 4.1
E	≤ 82	≥ 0.6	≥ 46	≤ 2.8
F	Variable	< 0.6	< 46	< 2.8

Si se comparan los rangos estipulación del nivel de servicio se denotan similitudes en cuanto a la capacidad de las aceras pero, en términos de flujo de peatones los niveles pueden llegar a varias, principalmente a la exigencia mostrada por la fundación internacional de carreteras de Buenos Aires, donde para alcanzar un nivel A se requieren 22 peatones por minutos mientras que el manual de capacidades de EUA, establece un máximo de 7 peatones por cada 15 minutos. Con esto es de considerarse que el nivel de servicio para aceras urbanas, es más adecuada la utilización del manual de carreteras de los Estados Unidos.

Esta base sirve de apoyo para la proyección de los anchos de aceras de acuerdo a los volúmenes peatonales proyectados según los usos de suelo existentes, al igual que también ayuda a la medición de eficiencia de las aceras actuales. Se debe de tomar en cuenta este nivel de servicio, para su aplicación en el modelo que riesgo peatonal, con el fin de contar con parámetros de servicio para el análisis peatonal de las secciones viales.

## 1.6 Análisis Cuantitativo de riesgo

A continuación se presenta la metodología de evaluación de riesgo aplicado a una empresa de la cual se retoma el proceso de análisis y selección de peligros para ser aplicados al caso de riesgo urbano, específicamente el riesgo peatonal.

El modelo de análisis de riesgo suele presentarse como una herramienta de gestión para la toma de decisiones de inversión en seguridad y mejora de las condiciones de trabajo de una empresa. Un estudio de este tipo se realiza con el objetivo de ofrecer una visión de las distintas causas de accidentes, y siendo limitado a un caso en específico<sup>7</sup>.

Este tipo de modelo es comúnmente utilizado para la determinación de las condiciones de seguridad en el trabajo, usualmente en empresas de producción industrial, o en aquellas que hacen uso continuo de diferentes agentes químicos y/o tóxicos.

Para poder realizar un análisis cuantitativo del riesgo la metodología implica el manejo de la información en tres etapas; la primera que estipula la determinación de la frecuencia con la que sucede un accidente en específico, para continuar con una evaluación general de sus consecuencias y, por último, el cálculo del riesgo.

Aun cuando, es difícil que los valores, dentro de este tipo de análisis, sean absolutos, se debe de poner énfasis en cada uno de los cálculos, ya que, con la determinación de la frecuencia se facilita la planificación territorial, se encuentra ligado a un estudio de las causas que producen un accidente y constituye una base para la determinación de los riesgos tanto individuales como sociales.

Para la evaluación de las causas y consecuencias de un accidente, es necesario la definición de aquellas zonas de planificación (intervención y alerta), usualmente relacionado a un cierto número de víctimas asociadas a un accidente. Esta fase pretende la simulación del comportamiento real de los agentes involucrados y la intervención de una multitud de factores; Condiciones en las que se produce el accidente, las características de los involucrados, las características del medio en el que se produce el accidente y por último la relación del agente con el entorno.

Las especificaciones mínimas a cumplir durante esta segunda fase, son:

- Constancia de las condiciones de cálculo consideradas.
- Debe darse una estimación de la incertidumbre o rango aproximado del resultado obtenido; cálculo de las áreas afectadas, limitaciones de los modelos, etc.
- Contabilización de los efectos posibles del accidente, con una especial incidencia sobre los más graves.
- Tiempos de exposición.

Por último, como se mencionó con anterioridad, se define que la evaluación de riesgo a tratar es el de muerte o daños. Para lo cual se puede hacer uso de un método alternativo para la determinación del riesgo, de carácter cualitativo, en donde se contraponen los valores de la probabilidad y la severidad de las consecuencias, dentro de un cuadro de evaluación.

## 1.7 Casos bases de estudio de flujo peatonal y vehicular

Se presentan tres casos de estudio enfocados en la determinación de la frecuencia de uso peatonal de intersecciones, así como la descripción de distintos métodos de medición peatonal. Sus metodologías resultan importantes para medir afluencia peatonal como vehicular.

### 1.7.1 Caso 1. Seúl, Corea.

El departamento de investigación del sistema de transporte, del instituto de Seúl, Corea ha realizado investigaciones que buscan estimar el volumen de tráfico peatonal<sup>8</sup>, este documento se denota el uso de

7 Gonzalez B, C.; Inches, M. J. (s.f.), Modelo de análisis y evaluación de riesgo en accidentes en el trabajo para una empresa textil. [fecha de consulta: mayo de 2014 ], Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81670106>

8 Dae-Jim Kim, Joonho Ko &Young-ihn.2013. Estimating pedestrian traffic volume: A preliminary analysis. Department of Transportation System

métodos para estimar el volumen de peatones, entre los cuales se hace uso de técnicas de modelado regresivo, con bosquejo de planos y sintaxis de espacios. Este documento establece la descripción de variables tales como el volumen de peatones, el uso de suelo, el sistema de transporte y las características de las calles peatonales. Para poder crear un modelo que estimara el volumen de tráfico peatonal se vieron consideradas una serie de variables que se ven asociadas con el volumen pedestre y que a su vez se ven divididas en dos categorías; dependientes y explicativas; las primeras dependen en gran medida de las variables explicativas ya que en éstas se define el uso y características de suelo (densidad, áreas residenciales, comerciales de usos múltiples, de negocios, entre otros), el sistema de transporte disponible y las características de las calles peatonales, mientras que las variables dependientes giran en torno a los horarios en los que se realizaron aforos peatonales.

El segmento más importante que muestra la investigación, es la metodología, ya que ésta se encuentra resumida en una tabla que define el uso de las diferentes variables. Divididos en cuatro categorías: Volumen peatonal, uso de suelo, sistema de transporte y las características de las calles peatonales.

Entre las variables del volumen peatonal se identifican cuatro que responden a las horas de tránsito pico y el volumen peatonal total, dentro de un rango de tiempo entre las siete de la mañana y las 9 de la noche, por otro lado en la categoría de uso de suelo se destacan aquellas zonas que presentan uso de comercial, mixto, residencial, y de oficinas, esto ya que como es de suponerse, una zona con un uso de suelo comercial ha de presentar un mayor tránsito, tanto peatonal como vehicular.

En la categoría de sistema de transporte se analiza el índice de accesibilidad a transportes, como el metro y autobuses urbanos de pasajeros, y el número de estaciones y paradas de autobús en radios de 500 y 300 metros respectivamente. Por último, para el estudio de las características de las calles peatonales, las variables responden a: los anchos de banquetas, número de líneas cerca del camino vehicular, cruces peatonales, entradas de metro, etc.

Las variables ya descritas permitieron generar mapas geográficos que indicaban los rangos de influencia, y con esto se propició un análisis de resultados que se resumen en un aumento gradual de peatones, a lo largo del día, y mostrando un fenómeno de tres horas pico diarias, durante las cuales se registra un mayor tránsito peatonal.

El estudio realizado en Seúl se destaca debido a que su abanico de variables utilizado permite definir con mayor exactitud las causas del aumento o disminución de los accidentes.

1. La red de transporte público, manejada como una variable explicativa ya que la definición de la ubicación de sus paradas, volúmenes de pasajeros transportados, y efectividad, brindan una idea de las zonas que demandan un mayor margen de atención y a su vez provocan determinado flujo vehicular que suele llegar a ser alto.

2. Estructura vial, ya que el riesgo de atropellamiento, varía según sus diferentes características geométricas y cualitativas de calles, avenidas banquetas, camellones, etc. De la misma manera se pueden someter a consideración, las características de uso de suelo de la zona a estudiar.

El cruce de variables como horarios y tipo de uso de suelo, es considerado crucial en este análisis ya que mientras el usos de suelo determina el tipo de actividades que se desarrollan en la zona de estudio, el horario establecerá los momentos a los cuales se debe de prestar mayor atención debido a la existencia de un mayor volumen tanto vehicular como peatonal.

Y es con la determinación de las horas pico dentro de un estudio de riesgo, y con la definición de los períodos para el desarrollo de un aforo peatonal, que se pueden determinar los momentos de mayor riesgo para el peatón.

### 1.7.2 Caso 2. Universidad de California, Berkeley, E.E.U.U.

Una investigación de gran importancia entre los estudios y análisis peatonales es la realizada por Schneider en el artículo "Un modelo piloto para estimar el volumen de peatones que cruzan una intersección"<sup>9</sup>, con el propósito de plantear un modelo preliminar sobre los volúmenes de cruce de peatones en intersecciones pedestres, mediante el uso de registros disponibles de una base de datos común obtenida del censo de E.E.U.U. sobre las carreteras locales y el sistema de tránsito.

Su metodología se basa en el conteo de peatones realizado en 50 diferentes intersecciones de avenidas arteriales y colectoras a todo lo largo de Alameda County en California. Se destaca lo decisivo que resulta realizar una adecuada selección de las intersecciones a analizar, ya que la presencia de diferentes tipos de usos de suelo, sistemas de transporte y determinadas características socio económicas de los vecindarios, son determinantes en la afluencia de peatones y vehículos.

Además de las variables estudiadas por el instituto de Seúl, la Universidad de California añade la variable socioeconómica, pues de entenderse que dependiendo del nivel económico de la población analizada y los usos de suelos se puede determinar la presencia en mayor o menor nivel del transporte privado o público, es por ello que se busca desarrollar el estudio en una zona con un nivel socioeconómico medio-bajo, donde la mayoría de su población recurra al uso cotidiano de la red de transporte público, ya que esto brinda una mejor detección de las horas pico de movilidad peatonal.

### 1.7.3 Caso 3. Centro de Educación e Investigación de Seguridad de Transporte, (California University).

Basado en la ciudad de San Francisco, es un estudio comparativo de los métodos de conteo pedestre en intersecciones es uno de los documentos destacados publicados por la Universidad de California en Berkeley, éste muestra la necesidad para determinar a partir de estudios de riesgo, los accidentes de peatones dentro de centros urbanos, es basado en la ciudad de San Francisco.

La exactitud de esta investigación reside en la aplicación de tres métodos de conteo manual; mediante el uso de hojas, clicker's y cámara de video, éstos se realizan al mismo tiempo en una intersección, y así representar el volumen pedestre en tiempo real. Un dato agregado al comparar los resultados es el margen de error entre los tres métodos de conteo, con una variación de entre un 8 % y 25%, el cual es más significativo al inicio y final del periodo, ya que la falta de familiaridad y la fatiga son circunstanciales al momento de realizar el trabajo de campo.

9 Schneider, R.J. (2009), A pilot model for estimating pedestrian intersection crossing volumes, University of California, Traffic Safety Center, Berkeley, CA. [ Fecha de consulta: Julio de 2014 ]. Disponible en: <http://escholarship.org/uc/item/3nr8h66j>





# Capítulo dos

## CONTEXTO DEL CASO DE ESTUDIO.



La selección del caso de estudio para la aplicación de la evaluación de riesgo es realizado a partir de una metodología que se enfoca en analizar la información más relevante accidentalidad vial y peatonal en la Ciudad de México.

### Zona de estudio

En una primera etapa se muestran las condiciones actuales de accidentalidad en la Ciudad de México, analizando información de censos de población de INEGI<sup>1</sup>, accidentes ocurridos por delegación, nivel socio-económico, uso de suelos, equipamiento, estructura vial conectora ejes y/o avenidas primarias, presencia de accidentes viales uniforme y una localización centralizada con respecto a la ciudad.



Figura 5. Proceso de selección de Zona de estudio, Elaboración propia.

### Análisis Delegacional

El primer acercamiento se efectúa a partir de un apoyo estadístico, por medio del cual se identifican los accidentes por delegación, que relacionados con área delegacional y localización dentro de la Ciudad de México, se establece la densidad de accidentes por kilómetro cuadrado de extensión delegacional. Lo anterior nos indica cual es la delegación con una mayor concentración de accidentes anuales, dentro de la cual se procede a la selección a nivel de barrio.

### Colonia de estudio

La selección de la colonia se realiza a según las siguientes particularidades como;

- Ser una colonia de carácter central, similar a los casos de estudio referidos.
- Contar con una estructura vial conectora de vialidades principales, que demuestre altos volúmenes vehiculares.
- Contar con una Red de transporte público masivo, mismo que brinda una mayor accesibilidad tanto a los habitantes de la colonia como a los visitantes de ésta.
- Presencia de equipamiento, que evidencie el constante flujo peatonal y vehicular.
- Una presencia de accidentes en diferentes intersecciones de la colonia, para poder identificar los cruces con mayor índice de riesgo.
- Presentar una regularidad morfológica de la colonia, donde las vialidades promuevan una mejor movilidad y velocidad vehicular.

Entendido el proceso de selección, en los siguientes apartados se describen los datos relevantes para entender la problemática de accidentalidad que presenta la Ciudad de México, así como el panorama actual de la zona de estudio seleccionada.

1 Disponibilidad de consulta: [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

## 2.1 Accidentalidad delegacional de la Ciudad de México

La base de datos sobre accidentes viales en la Ciudad de México muestra que de un total de 15,735 accidentes ocurridos durante el año 2013, solo 1,110 (7.05 %) de los accidentes involucraron a 1 o más peatones y en solo 342 (2.17%) de los casos se tuvieron resultados fatales. En la tabla 3 se presentan los datos analizados.

En la tabla 3 se muestran solo cuatro de las clasificaciones proporcionadas por INEGI en el año 2013, ya que son éstas las que muestran una mayor relación con la problemática de la investigación, la primera de estas hace referencia a todos los accidentes que sucedieron dentro de zonas urbanas de las 16 delegaciones de la Ciudad de México; en la segunda columna se exponen los accidentes en que una o más personas fallecieron; en la tercera columna se muestran los datos de accidentes no fatales, en donde solo se presentaron daños materiales y/o lesiones leves en las personas involucradas, la cuarta clasificación se enfoca en los accidentes que involucraron a uno o más peatones. Este acercamiento de accidentalidad en la Ciudad de México al 2013 determina la proporción de accidentes por delegación, es por ello que se muestra una quinta columna de accidentes por kilómetro cuadrado, de acuerdo al área delegacional. Por otro lado no se tomaron en cuenta años subsecuentes debido a los datos presentados se mostraban incompletos al momento de realizada la investigación.

Tabla 3. Accidentes ocurridos por delegación durante 2013. Fuente: Banco de Información INEGI 2013<sup>2</sup>

Delegación	Accidentes en zona urbana	Accidentes de tránsito Fatales	Accidentes de tránsito No Fatales	Accidentes por colisión con peatón.	Accidentes/km <sup>2</sup>
Del. Cuauhtémoc	2,023	47	659	276	59.40
Del. Benito Juárez	1,290	13	283	35	53.53
Del. Venustiano C.	1,230	31	225	93	38.06
Del. Miguel Hidalgo	1,495	7	229	28	35.30
Del. Iztacalco	709	25	162	52	24.47
Del. Coyoacán	1,247	12	239	56	23.88
Del. Gustavo A. M.	1,850	69	495	187	22.43
Del. Azcapotzalco	667	8	131	29	22.41
Del. Iztapalapa	2,205	40	493	172	20.54
Del. Álvaro Obregón	1,074	21	192	66	10.26
Del. Cuajimalpa de M.	262	16	73	25	5.17
Del. Xochimilco	395	8	57	19	3.43
Del. Magdalena C.	192	3	48	19	3.02
Del. Tlalpan	826	32	214	38	2.51
Del. Tláhuac	195	2	23	3	1.82
Del. Milpa Alta	56	8	23	12	0.20

En la figura 6, generada con los datos de la tabla 3, se observa que en el año 2013 los accidentes de tránsito se concentran en las delegaciones Cuauhtémoc 59.40 accidentes/km<sup>2</sup>, Benito Juárez 53.53 accidentes/km<sup>2</sup>, Venustiano Carranza 38.06 accidentes/km<sup>2</sup>., Miguel Hidalgo con 35.30 accidentes/ km<sup>2</sup>, e Iztacalco 24.47 accidentes/ km<sup>2</sup>.

2 Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Banco de información: datos de accidentes DF, 2013. Fecha de consulta 25 de junio del 2014. Puede ser consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/>

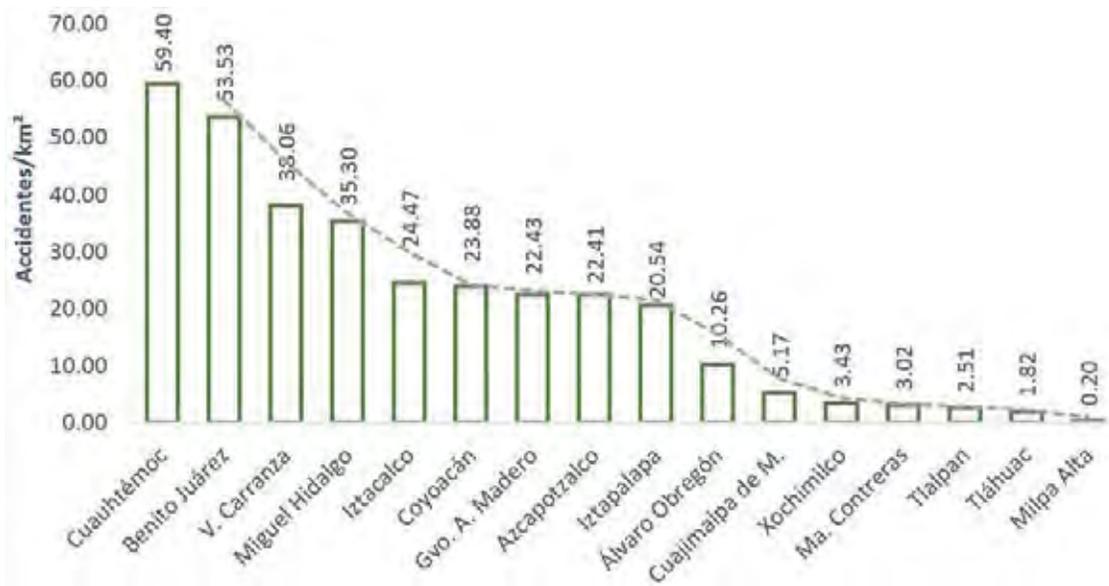


Figura 6. Accidentes/km2 anuales (2013) en delegaciones DF, Accidentes/Km2. Elaboración propia.

Dada la cantidad de accidentes anuales por km<sup>2</sup>, la delegación Cuauhtémoc se consideró la más adecuada a estudiar, ya que su localización central y el hecho de contener colonias con gran afluencia de tránsito vehicular y peatonal, con diversas actividades turísticas y comerciales, lo hacen la zona idónea de estudio.

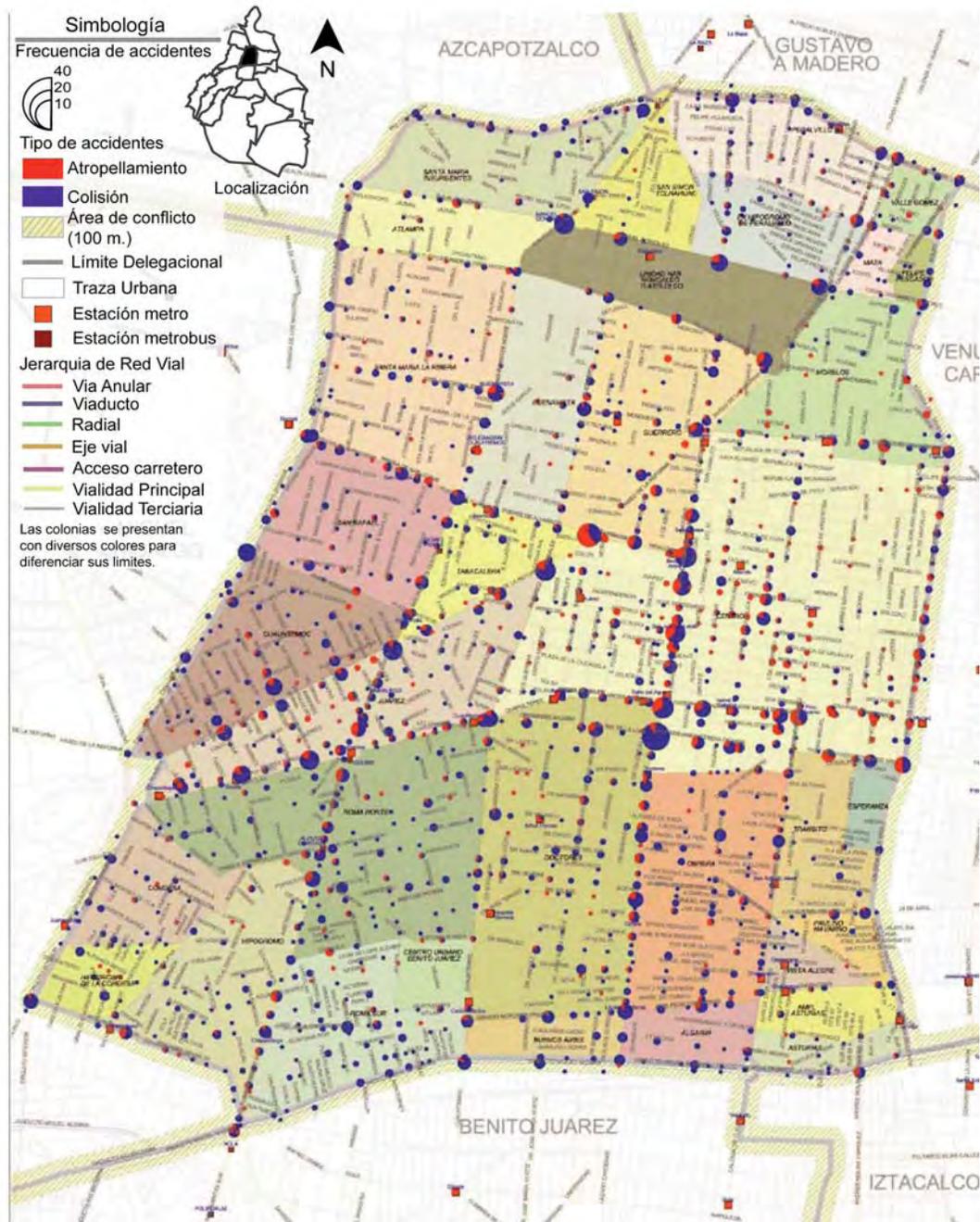
En el año 2008 el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó a modo de protocolo un diagnóstico de los accidentes de tránsito del año 2005 en el Distrito Federal, y a su vez presenta mapas que representan variedad de indicadores urbanos como lo es la densidad de población por delegación, estructura vial, cantidad de accidentes ocurridos en las intersecciones viales, por delegación.

La investigación titulada “El Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal”, muestra un estudio detallado sobre la ubicación de las zonas con un mayor índice de accidentes viales de las 16 delegaciones que conforman el territorio del Distrito Federal.

En la figura 7 se representa la frecuencia de ocurrencia de colisiones y atropellamientos por intersección, ocurridos en la delegación Cuauhtémoc. En este mapa se logra apreciar la marcada accidentalidad presente en vialidades primarias tales como Eje Central, Insurgentes, Av. Chapultepec y Reforma, con hasta 40 accidentes al año.

Con base en este estudio es posible plantear el caso de estudio más adecuado en cuanto a parámetros de nivel de peatonalidad de las vialidades, homogeneidad de ocurrencia de accidentes, flujos peatonales, accesibilidad de transporte público y usos de suelo, lo cual define la probabilidad de repetición de dichas condiciones en ciudades ajenas a la Capital Mexicana.

## 2.2. Colonia Doctores



**Figura 7.** Frecuencia de colisiones y atropellamientos por intersección en la Delegación Cuauhtémoc. Fuente: I.G. UNAM.(2008). Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal. Secretaria de Salud, México, fecha de consulta Junio 2014.

Tomando en consideración características como, traza urbana, transporte público, equipamiento urbano, accidentalidad, densidad urbana, se tomó la decisión de estudiar la problemática en torno a la Colonia Doctores, misma que se presenta en la figura 8.

Fundada en el año de 1889, la Colonia Doctores cuenta con una superficie de 249.98 hectáreas (ha),



Figura 8. Colonia Doctores, Elaboración propia.

equivalentes al 7.73 % de la superficie total de la delegación Cuauhtémoc y cuenta con una densidad de 178 hab/ha, su estructura vial propicia altas velocidades de circulación y se caracteriza por albergar instalaciones gubernamentales y de justicia, vivienda uni y plurifamiliar e instalaciones de salud. En la figura 9 se observan los límites que definen la Colonia Doctores, así como los nombres de sus principales vialidades.

Sus límites se encuentran definidos por Eje 3 – Doctor Ignacio Morones Prieto al sur, entre Eje 1 Poniente-Avenida Cuauhtémoc al oeste y Eje Central – Lázaro Cárdenas al este, mientras que su límite norte se encuentra definido por Avenida Chapultepec/Arcos de Belén, Así mismo la colonia colinda con la col. Centro al norte, la colonia Obrera al este, la Buenos Aires al Sur y la Roma Norte y Sur en su límite oeste.

Se destaca por mantener una población de más de 44,579 habitantes, mismos que representan el 0.5 % de la población total de la Ciudad de México o el 8.38 % de la Delegación Cuauhtémoc.

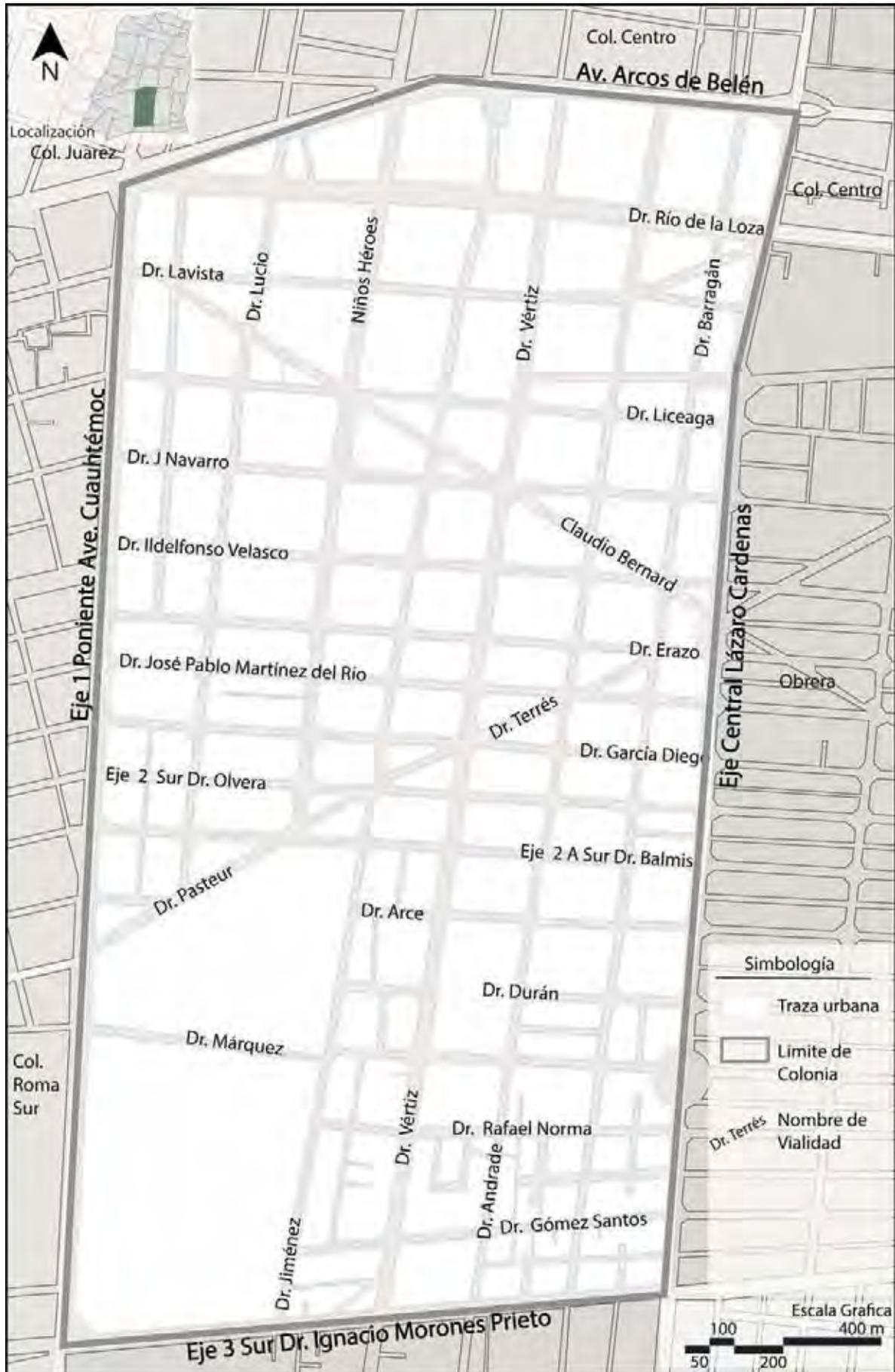


Figura 9. Limites Colonia Doctores. Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.1. Densidad de Población

Al ser una colonia dirigida en sus inicios a población de bajos recursos, aunada a un crecimiento acelerado de la ciudad y una continua necesidad de vivienda, es que en la colonia se puede encontrar desde vecindades, casas unifamiliares y edificios departamentales de hasta cinco niveles de altura, principalmente en su zona centro – sur, zonas donde se pueden encontrar manzanas con más de 500 habitantes.

En la figura 10 se observa la densidad de población neta por manzana que al ser expresada por color y rango de habitantes por hectárea identifica una zona norte relativamente poco poblada entorno al equipamiento presente en la colonia.

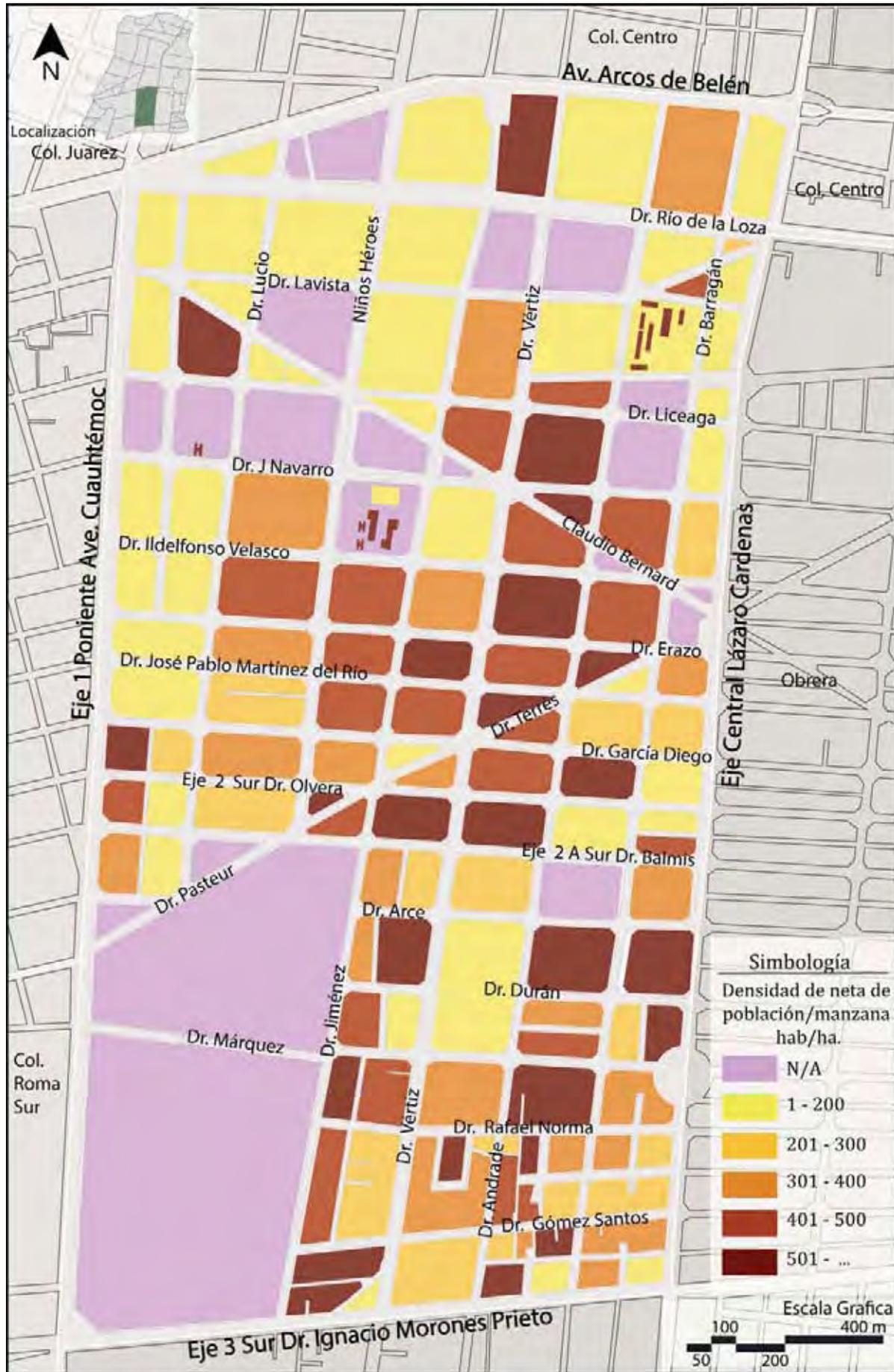


Figura 10. Densidad de población por manzana, Elaboración propia.

### 2.2.2. Estructura vial

Con una limitación territorial por medio de los ejes viales; eje 1 poniente Cuauhtémoc, Eje Central Lázaro Cárdenas, Eje 3 Dr. Ignacio Morones Prieto, la Avenida Chapultepec misma que se convierte en Arcos de Belén. Cuenta además con una serie de avenidas que resultan beneficiosas para las personas que transitan desde la Colonia Roma hacia la Colonia Obrera y viceversa, ya que estas atraviesan la colonia de estudio y cuentan con ciertas intersecciones importantes, tales calles son Av. Río de la Loza (este-oeste), Niños Héroes (Sur – Norte), Dr. José María Vértiz (Sur – Norte), Eje 2 Sur Doctor Olvera (este-oeste) y Eje 2 A Sur Doctor Balmis (este-oeste).

Entre otras vialidades que resultan importantes debido a su continuidad y a su geometría constante son las calles: Doctor Miguel Francisco Jiménez, Doctor Andrade, Doctor Barragán, las cuales presentan un tránsito que corre de Norte a Sur, mientras que las calles Doctor Navarro, Dr. Ildefonso Velasco, Dr. Erazo, Dr. Martínez del Rio y Dr. García Diego, presentan un tráfico que corre de Este a Oeste y Viceversa. Ver figura 11.

Por último se destaca lo limitante que resulta la estructura vial en cuanto a maniobras vehiculares de cambio de ruta esto debido a que más del 60% de las vialidades se caracterizan por una circulación que va de poniente a oriente o con dirección Norte, esto puede ser traducido en un congestionamiento de aquellas pocas calle que muestran una circulación contraria (de oriente a poniente).

Hay que recordar que por un lado al norte se encuentra la colonia Centro, en este caso las vialidades Dr. Vértiz, Dr. Andrade, Dr. Barragán y Dr. Jiménez cumplen su cometido de permitir un mejor acceso al Centro Histórico. Pero las vialidades que circulan de poniente a oriente tienden a menguar un tránsito hacia la Colonia Roma y sus consecuentes.

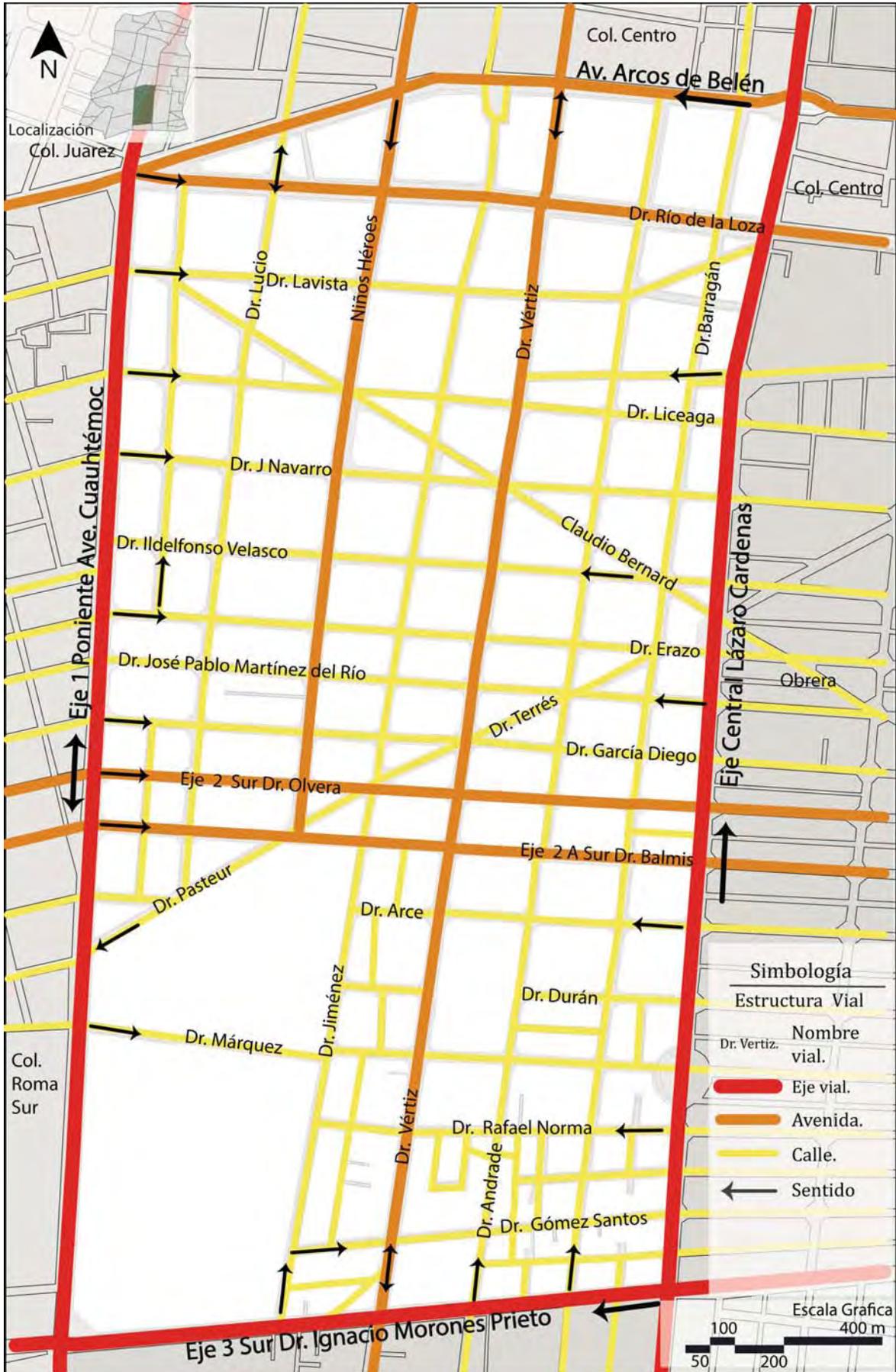


Figura 11 Estructura Vial Colonia Doctores. Elaboración propia

### 2.2.3. Red de transporte público

La colonia de estudio se ve caracterizada por contar con una gran disponibilidad de medios de transporte masivos de pasajeros, entre los cuales destaca la presencia de:

#### 1. *Metro. Presenta acceso a tres líneas de metro.*

- Línea 3 Dirección Universidad-Indios Verdes, con las estaciones: Centro Médico (conexión con Línea 9), Hospital General, Niños Héroes y Balderas.
- Línea 8 Dirección Garibaldi-Constitución de 1917, con las estaciones: Isabel la Católica, Doctores y Obrera.
- Línea 9 Dirección Tacubaya – Pantitlán, con las estaciones: Centro Médico (conexión con Línea 3) y Estación Lázaro Cárdenas.

#### 2. *Metrobús.*

Línea 3 con direcciones Etiopía –Tenayuca, a lo largo de Eje 1 Pte. Cuauhtémoc, con seis estaciones; Centro Médico, Dr. Márquez, Hospital General, Jardín Pushkin, Cuauhtémoc y Estación Balderas.

#### 3. *Trolebús.*

La colonia cuenta con dos líneas, la línea "A" (desde Terminal de autobuses del norte hasta Terminal de autobuses del sur) y transita por Eje Central norte-sur y la Línea "S" (desde metro Velódromo hasta Metro Chapultepec) recorre las vialidades Eje "2" y Eje "2 A" Sur atravesando la colonia de oriente a poniente.

#### 4. *RTP.*

Este transporte se presenta en la colonia con cuatro rutas:

- Ruta Santa Fe – Metro Balderas. Toma Dr. Río de la Loza, Gral. Gabriel Hernández (Dr. Jiménez) y Ave. Arcos de Belén.
- Ruta 25 Hospital General – Zacatenco. Por Eje 2A sur Dr. Balmis, Dr. Vértiz y Por Niños Héroes.
- Ruta 27 Salto del Agua – Reclusorio Norte. Recorre parte de Dr. Pascua, Dr. Barragán y Eje Central.
- Ruta 155-a Pedregal de San Nicolás/Torres de Padierna – Metro Boulevard Puerto Aéreo. Cruza la Colonia por Dr. Olvera y Dr. Balmis.

#### 5. *Microbuses<sup>3</sup>.*

Se observa que este medio de transporte es el que cuenta con un mayor nivel de cobertura dentro de la colonia y hacia diversos puntos de la ciudad, se observa la presencia de 17 rutas. Ver tabla 4.

<sup>3</sup> La información sobre rutas y trayectos que recorren los microbuses fue adquirida directamente del sitio web <http://www.viadf.com.mx/directorio/Distrito-Federal/Cuauhtemoc/Doctores> el 18 de febrero de 2016

Tabla 4. Recorridos de rutas de microbús por Co. Doctores. (Elaboración propia).

Ruta de Microbús	Origen	Destino	Vialidades de tránsito en Col. Doctores
SRuta 1-19	U. Vicente Guerrero	Metro Cuauhtémoc	Dr. Liceaga, Dr. Vértiz, Dr. Navarro y Dr. Claudio Bernard.
SRuta 1-46	C.U.	Margarita Maza de Juárez	Eje Central Lázaro Cárdenas y Eje 1 Poniente Cuauhtémoc
SRuta 1-50	Metro Tacuba	Metro Pantitlán	Dr. Río de la Loza y Ave. Arcos de Belén
SRuta 1-51	Metro Chapultepec	Central de Abasto	Dr. Río de la Loza y Ave. Arcos de Belén
SRuta 1-52	Metro Chapultepec	Metro Pantitlán	Eje 2 A Sur Dr. Balmis, Dr. Martínez del Río y Dr. Terres (Dr. Pasteur).
SRuta 1-53	Oficinas Pemex	Cd. Deportiva	Dr. Río de la Loza y Ave. Arcos de Belén
SRuta 1-54	Metro Cuauhtémoc	Metro Pantitlán	Dr. Río de la Loza, Dr. Velasco y Dr. Claudio Bernard.
SRuta 1-55	Metro Aeropuerto	Metro Insurgentes	Dr. Río de la Loza, Dr. Velasco y Dr. Claudio Bernard.
SRuta 1-57	Hospital General	Santa Cruz	Eje 1 Poniente Cuauhtémoc, Dr. Pasteur, Eje 3 Sur Dr. Ignacio Morones Prieto.
SRuta 1-90	Raza	Ejes, Tlalnepantla	Eje 1 Poniente Cuauhtémoc, Dr. Liceaga, Dr. Lucio y Eje Central Lázaro Cárdenas.
Ruta 97	Tehuantepec	Metro Mixiuhca	Dr. Pasteur, Eje 2 A Sur Dr. Balmis y Eje 3 Sur Dr. Ignacio Morones Prieto.
Ruta 5	Metro Tacuba	Metro P. Viejo	Dr. Río de la Loza y Ave. Arcos de Belén
SRuta 1-49	Metro Pantitlán	Metro Patriotismo	Eje 1 Poniente Cuauhtémoc, Dr. García Diego, Eje 2 A Sur Dr. Balmis, Dr. Vértiz y Eje 3 Sur Dr. Ignacio Morones Prieto.
SRuta 1-72	Calle 1	Fuente de Petróleos	Eje 2 A Sur Dr. Balmis, Dr. Vértiz y Dr. Velasco.
Ruta 72	Ticomán	Metro Hospital General	Niños Héroes, Dr. Pasteur, Eje 1 Poniente Cuauhtémoc, Dr. Márquez, Dr. Jiménez y Eje 2 A Sur Dr. Balmis.
Ruta 108	Parque Ricardo Flores Magón	Metro Taxqueña	Eje Central Lázaro Cárdenas, Dr. Martínez del Río, Dr. Erazo y Eje 1 Poniente Cuauhtémoc
SAUSA	Metro Tacubaya	La Valenciana	Eje 3 Sur Dr. Ignacio Morones Prieto.

Ya entendidas las rutas y tipos de transportes que circulan alrededor y dentro de la colonia de estudio es que se pueden apreciar los recorridos de cada uno de éstos y el alto nivel de accesibilidad que hace atractiva a la colonia en cuanto a actividades urbanas.

En la figura 12, la localización de las estaciones de metro y metrobús junto con sus correspondientes radios de influencia, bajo el entendimiento que la distancia estándar entre una y otra estación es de no más de 500 metros, y responden a la presencia de equipamiento como el Hospital General, El Centro Médico Siglo XXI, los tribunales, la Secretaría de Finanzas, entre otros.

En la figura 13 por su parte se observan los recorridos de RTP y Trolebús, los cuales se caracterizan por recorrer el centro, norte y límite oriente (Eje Central) de la colonia de estudio, son entonces estos medios de transporte los que representan un menor impacto en accesibilidad peatonal hacia y desde la colonia.

Por ultimo en la figura 14 permite asimilar la alta influencia que el microbús representa en términos de transporte de pasajeros, ya que con un total de 17 rutas es posible recorrer prácticamente todos los extremos de la colonia de estudio. Aquí también se observa que las vialidades que muestran una mayor influencia de transporte son Dr. Río de la Loza, Dr. Claudio Bernard y Dr. Balmis, puesto que son estas las que muestran un mayor número de rutas.

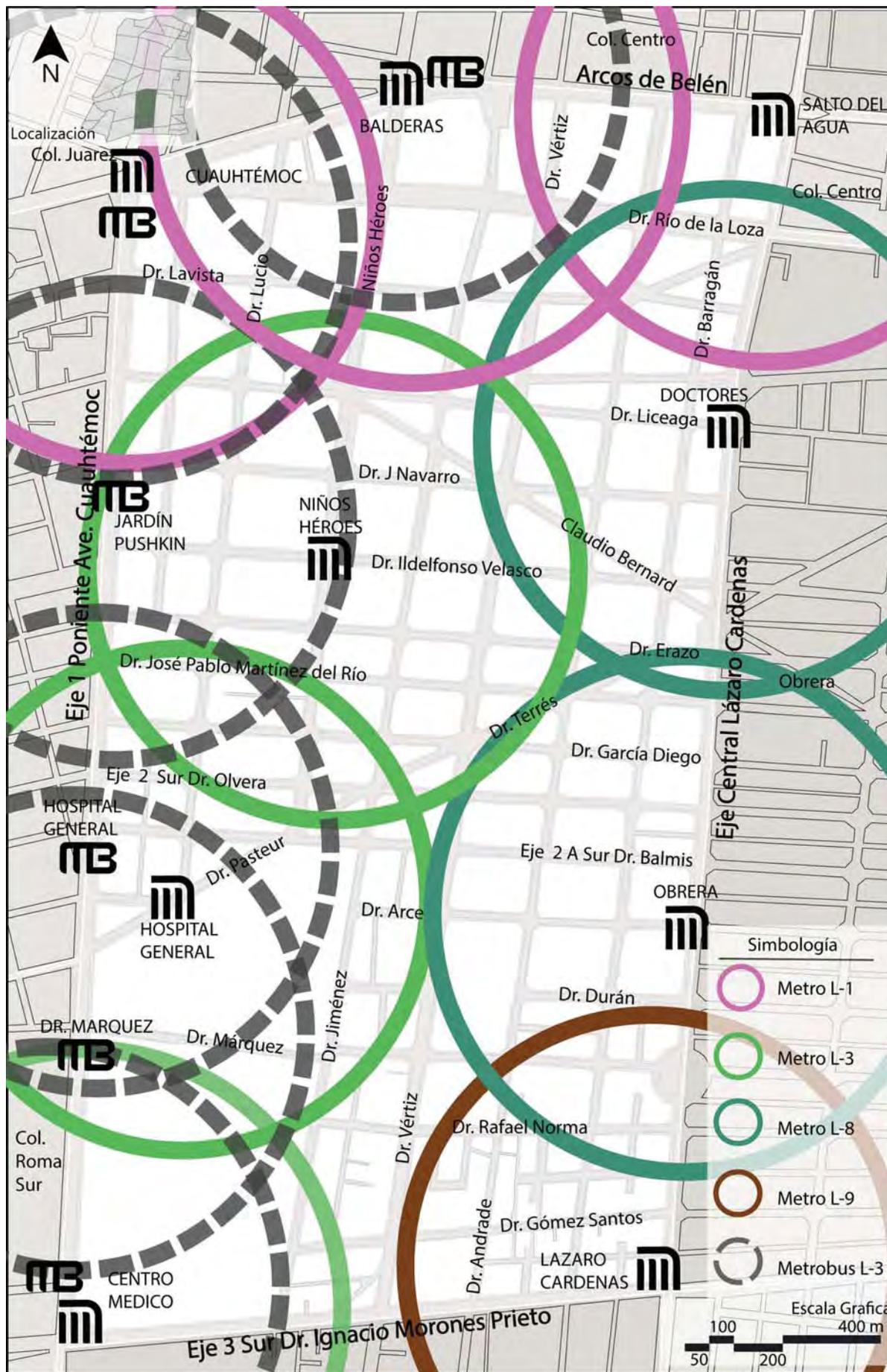


Figura 12. Radio de influencia de Red de Transporte público, Elaboración propia

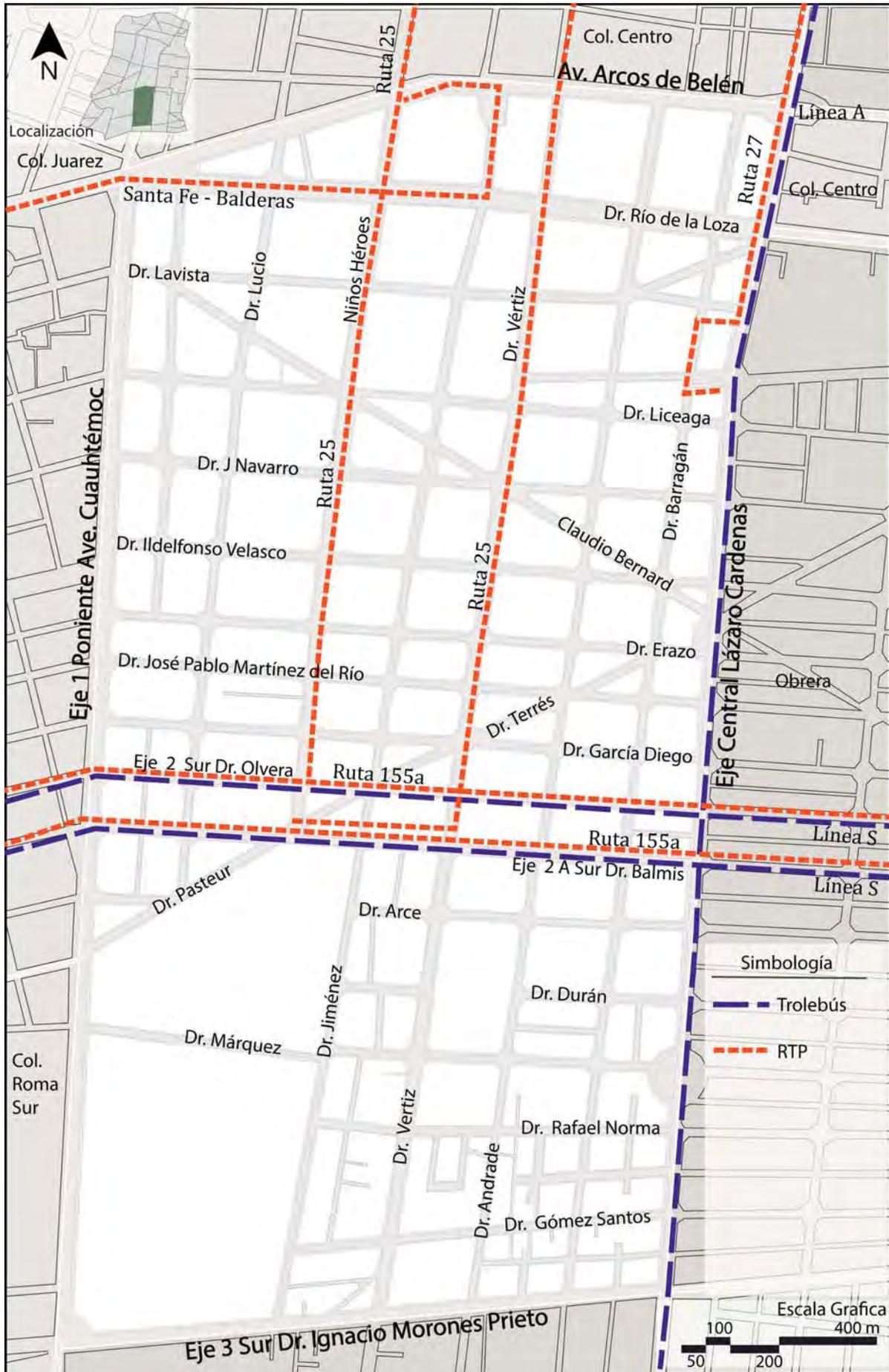


Figura 13 Trayectorias de recorrido de Transporte RTP y Trolebús. Elaboración Propia

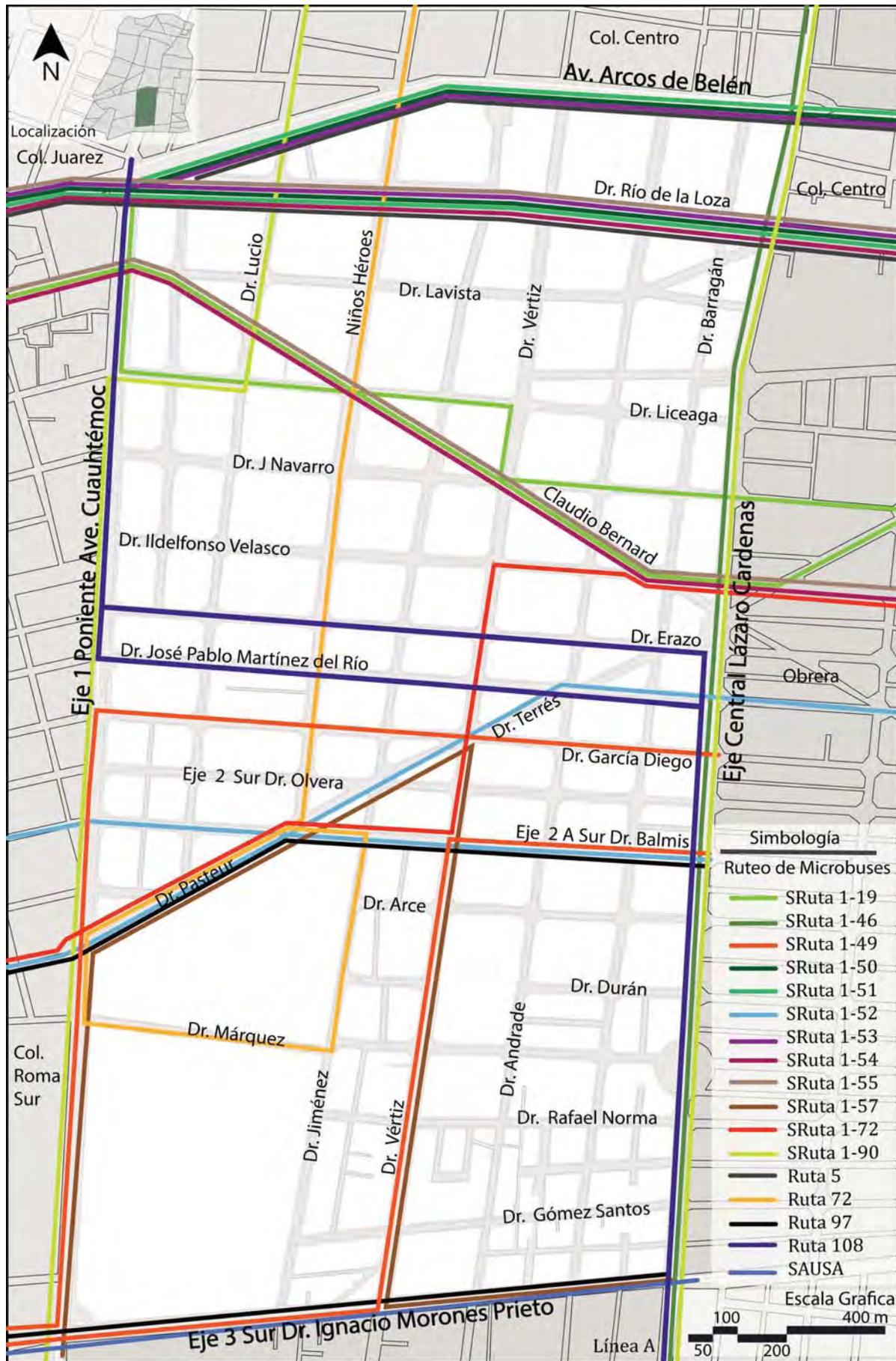


Figura 14 Recorridos de microbús dentro de la Col. Doctores

#### 2.2.4. Usos de suelo

De las 250 ha que constituyen a la Colonia Doctores, aproximadamente el 22% (54 ha.) está destinado a equipamiento de salud, educación, recreación, comercio, asistencia social u otro.

En la figura 15, se muestran los diferentes usos de suelo, los cuales presentan concentraciones de equipamiento y uso habitacional – mixto en el área sur de la colonia de estudio, por otro lado Dr. Vértiz presenta en toda su extensión uso de suelo habitacional mixto y equipamiento.

De acuerdo a lo establecido en las Normas de la Secretaría de Desarrollo social (SEDESOL), el equipamiento que se localiza dentro de la colonia Doctores es catalogado dentro de los siguientes sistemas:

- Salud; inmuebles prestadores de servicio medico
  - o Hospital General de México (SSA).
  - o Unidad Médica de Alta Especialidad.
  - o Hospital Infantil de México Federico Gómez.
  - o Centro Médico Nacional Siglo XXI.
- Asistencia social.
  - o Centro de atención integral.
- Comercio.
  - o Mercado Hidalgo.
- Educación.
  - o Secundaria Técnica #10 (SEP-CAPFCE).
  - o Centro escolar Revolución (SEP-CAPFCE).
- Recreación.
  - o Jardín vecinal Dr. Ignacio Chávez.
  - o Plaza Adolfo López Mateos.
  - o Plaza Capitán Rodríguez M.
  - o Parque Urbano Lázaro Cárdenas.
  - o Jardín Artes Gráficas.
- Deportes.
  - o Gimnasio deportivo (Arena México).

Más allá de equipamiento antes mencionado, dentro de la colonia a su vez se encuentran instancias gubernamentales no estipuladas propiamente como equipamiento dentro de las normas de SEDESOL, tales como:

- Registro civil
- Tesorería del DF,
- Secretaría de Finanzas del Gobierno del Distrito Federal,
- Oficinas INEGI,
- Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal,
- Sindicato Nacional de Trabajadores de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social,
- Junta de Conciliación y Arbitraje,
- Procuraduría Federal del Consumidor – PROFECO.

El mapa de equipamiento mostrado en dicha figura 15 destaca la concentración del mismo en las zonas norte/centro y sur/oeste de la colonia, con lo que resultan en dos polos de atracción de grandes y constantes movimientos peatonales y vehiculares.

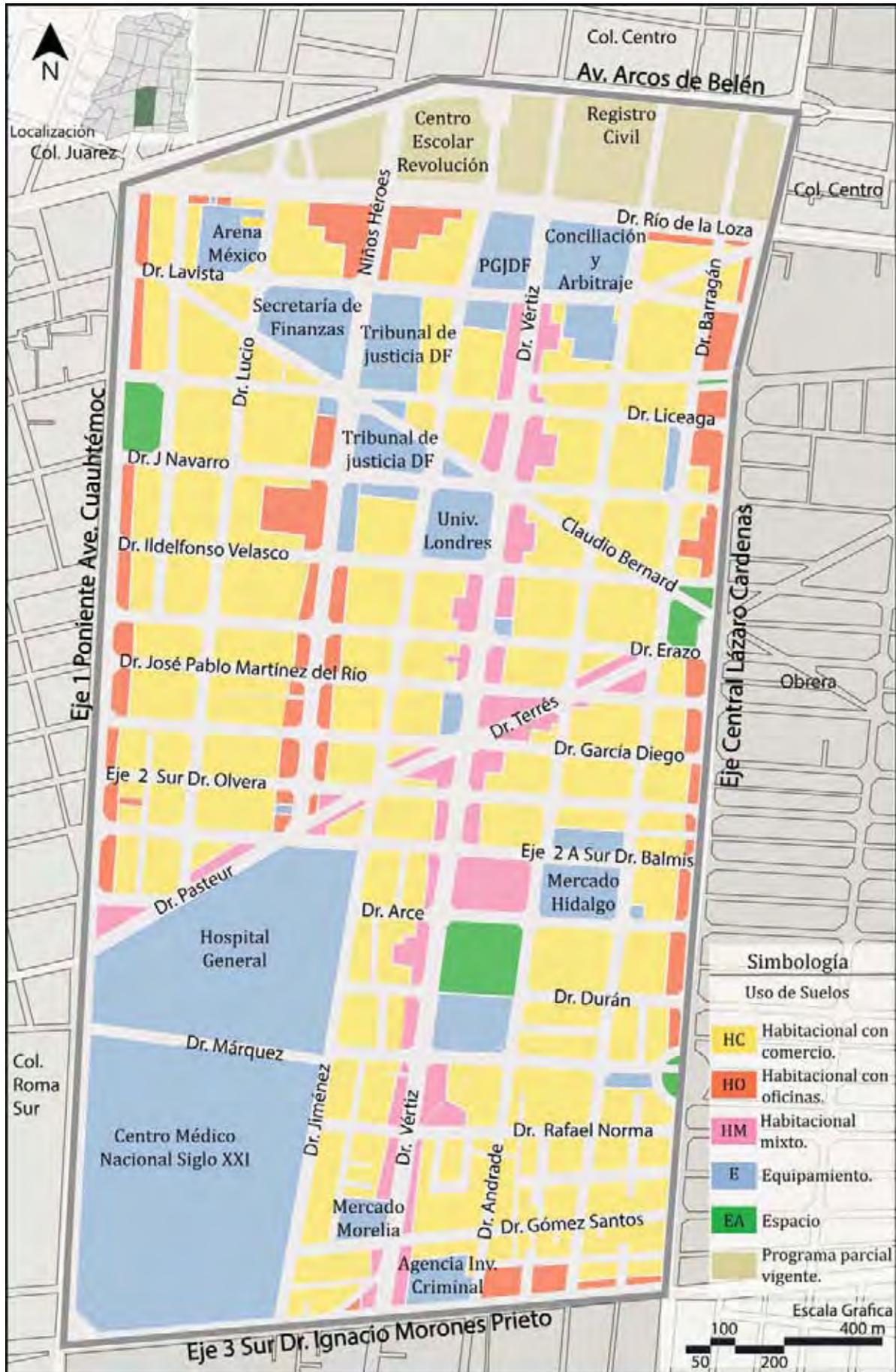


Figura 15. Usos de Suelo Colonia Doctores, Elaboración propia.

### 2.2.5. Reconocimiento de la zona de estudio

Para poder identificar las características morfológicas y calidad de banquetas, pavimentos y demás aspectos de la colonia se realizó un levantamiento fotográfico de distintas intersecciones para su posterior evaluación.

Como referencia en la determinación de las intersecciones más problemáticas para el peatón según los análisis estadísticos, el levantamiento también forma parte de un primer acercamiento a la zona de estudio y análisis de las intersecciones de la colonia. Entre los aspectos destacables durante el recorrido por la colonia se observa que:

1. Las dimensiones de las intersecciones son, por lo general demasiado amplias, permitiendo que esquinas con ángulos de 45 grados fomenten estacionamientos vehiculares en doble fila, además de que éstas establecen mayores distancias de cruce peatonal y provocan que el transeúnte cruce en zonas inapropiadas
2. La ubicación poco visible de señalización en las esquinas, además de encontrarse en mal estado.
3. En la mayoría de las intersecciones viales se presenta una poca y en ocasiones inexistente señalización peatonal, misma que requiere de un notable mejoramiento.
4. Las banquetas mantienen un ancho adecuado, en la mayoría de las calles, con hasta dos metros y medio de ancho incluyendo el espacio de 50 – 60 cm de arriate para dividir el espacio peatonal del vehicular.

En la figura 16 se muestra un plano llave de localización de las imágenes correspondientes al levantamiento fotográfico mientras que las figuras 17 y 18 son un conjunto de las distintas intersecciones observadas durante el recorrido de la colonia.



Figura 16 Mapa localización de levantamiento fotográfico. Elaboración propia.



Figura 17. Levantamiento fotográfico. Elaboración propia.



Figura 18. Levantamiento fotográfico. Elaboración propia.

Entre los aspectos observados en todas las intersecciones se destaca una ausencia de señalizaciones verticales de alto y de velocidad, así como también un deterioro de las señalizaciones en piso, por otro lado también se identifica que las esquinas achatadas aumentan la distancia de cruce peatonal y contribuyen a complicar la movilidad ya que en algunos casos son utilizadas como espacio de estacionamiento impidiendo un cruce seguro de los peatones.





Capítulo tres  
METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RIESGO.



La metodología de este trabajo pretende un acercamiento a la toma de medidas y recomendaciones adecuadas, en cuanto a infraestructura urbana como de operación, que sean coherentes a las necesidades de la estructura vial de la ciudad, a partir de un análisis de flujos vehiculares y peatonales, geometría y estado físico de la vialidad y velocidades de rodada.

La metodología toma sus bases de modelos aplicados al estudio de riesgo en áreas que, aunque ajenas a aspectos urbanos, están destinadas a eliminar el riesgo del individuo ante la posibilidad de accidentes que podrían tener resultados fatales. Dichos modelos de riesgo son explicados como parte del marco teórico, que a su vez establece los principios conceptuales básicos que son necesarios para el estudio.

### 3.1. Recopilación y análisis de información.

Con la zona de estudio determinada es necesaria la recopilación y diagnóstico de la misma, en tres etapas: cálculo de la frecuencia de accidentes de años recientes, a partir de Información proporcionada por instituciones como la Secretaría de Seguridad Pública (SSP) por medio de la Subsecretaría de Control de Tránsito (SCT). Entre la información necesaria destaca:

- Tipo de evento (choque, atropellamiento, volcadura, etc.).
- Fecha y hora de ocurrencia.
- Localización del incidente,
- Tipos de vehículos.
- Condición de salud de los involucrados.
- Causa del accidente (lesionado, occiso).
- Identidad de los afectados (pasajero, conductor, Peatón).



Figura 19. Proceso de análisis de riesgo, Elaboración propia.

Con estos datos es posible dar inicio al proceso de mapeo diagnóstico a partir de SIG's, donde la ubicación y frecuencia de accidentes ocurridos en la zona de estudio, son representadas espacialmente, según las condiciones morfológicas/urbanas, señalización, accidentalidad, semaforización y velocidades vehiculares de las intersecciones involucradas en el área.

### 3.2. Frecuencia y Evaluación.

Esta es la primera etapa en la cual uno de los objetivos es la representación gráfica de los accidentes que se presentan en la zona de estudio, durante un lapso de tiempo determinado para este caso se toman datos anuales de accidentes.

La evaluación dirige un diagnóstico del peligro y la vulnerabilidad peatonal, en donde el primero toma en consideración variables del nivel de peligro al peatón según las vialidades estudiadas, tales como:

a) *Velocidad de rodada o recorrido.* Definida como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, aplicada al vehículo, la velocidad representa su relación de movimiento expresada en kilómetros por hora (km/h). La seguridad del peatón depende en gran medida de la velocidad del automóvil al momento del impacto, ya que cuando un auto corre a una velocidad de 50 km/h, aumenta el peligro de muerte del peatón ocho veces, comparado con un auto que transita a una velocidad de 30 km/h.<sup>1</sup>

1 Pasanen, Eero. 2002. Driving speed and pedestrian safety. Walk21 III: San Sebastián, España. Recuperado el 17 de junio de 2014 de <http://www.walk21.com/papers>

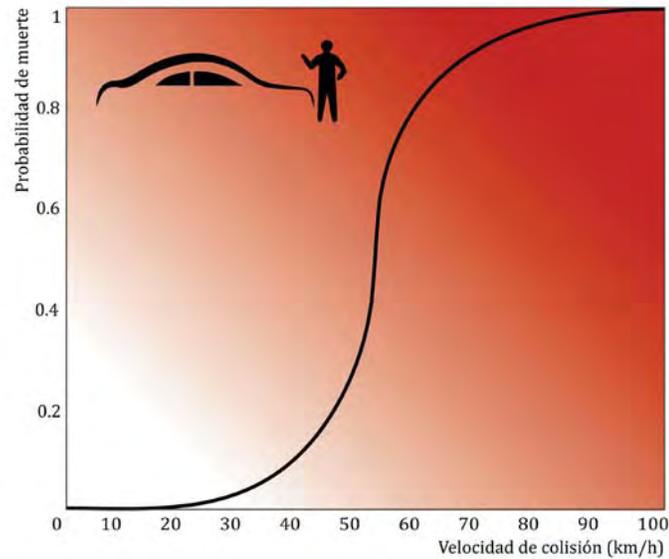


Figura 20 El efecto de la velocidad de colisión en la probabilidad de muerte del peatón. <sup>2</sup>

Es de suponerse que de ser registrada la velocidad de rodada en una intersección que presente una alta cantidad de accidentes anuales, ésta deberá al menos sobrepasar los 35 km/h en horario de flujo peatonal alto, aumentando así el peligro potencial de accidentes.

De forma sencilla la velocidad de rodada puede ser registrada mediante el uso de un cronómetro y radios que permitan reconocer el tiempo que un automóvil tarda en cruzar una distancia conocida, siempre atravesando la intersección de estudio.

*b) Traza urbana.* Variable que mediante un análisis morfológico tanto de banquetas como del arroyo vehicular (derecho de vía), busca determinar las capacidades de las vialidades.

*c) Estado de la vialidad.* Esta parte consiste en el registro y evaluación del estado del pavimento de las intersecciones que presentaron algún tipo de accidente vial, tomando en cuenta que cuando la vialidad se encuentra en buenas condiciones, representa cierto grado de peligro, ya que, promueve las altas velocidades.

*d) Señalización.* La evaluación de la presencia de señales restrictivas, de precaución e informativas resulta relevante para la circulación vehicular, pues de no haber presencia alguna de dicha señalización (tanto vertical como horizontal), el conductor deja de considerar su entorno como un factor relevante en su trayectoria.

*e) Semaforización.* La evaluación de este aspecto va de la mano con el tipo de intersección ya que mientras sean vialidades locales, el semáforo no será necesario, mientras que en las vialidades primarias y secundarias su presencia y adecuada sincronización serán relevantes para el adecuado flujo vehicular y peatonal.

En cuanto a la vulnerabilidad peatonal se puede decir que solo depende de las condiciones y capacidad de recuperación de una persona dentro de un entorno peligroso, así mismo de no existir un agente vulnerable, el riesgo peatonal de igual manera es inexistente, ante esta problemática se consideran los siguientes elementos:

- *Flujo peatonal.* Mediante un aforo peatonal en horarios de mayor tránsito de peatones, se registra la cantidad y rango de edad de personas que cruzan en cada una de las cuatro esquinas que conforman la intersección, ésta sirve para relacionarla con el flujo vehicular.

<sup>2</sup> Fuente: imagen retomada de Pasanen, E. (2002). The effect of the collision speed on the probability of death of a pedestrian (Figura 1)



Capítulo cuatro  
DIAGNOSTICO. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE RIESGO.



**E**ste capítulo presenta en sus primeros apartados un diagnóstico en términos de accidentalidad de la colonia durante los años 2013, 2014 y el análisis de las características urbanas de las vialidades que conforman la colonia.

Lo anterior permite mostrar una evaluación del peligro conforme a la Accidentalidad, Circulación peatonal, Semaforización, Señalización horizontal, Señalización vertical, Velocidad de circulación y Visibilidad como variables que intervienen en los niveles de peligro.

#### 4.1. Estadísticas de accidentalidad

A partir de información provista por la Secretaría de Seguridad Pública (SSP) enlazada con la Subsecretaría de Control de Tránsito (SCT) del Distrito Federal respecto a los accidentes ocurridos dentro de la colonia Doctores en años recientes, permitió identificar las zonas de conflicto vehicular, al igual que la gravedad de los accidentes. Dicha base de datos se compone de los siguientes elementos de información;

- Tipo de Accidente: choque, atropellamiento, caída de pasajeros, volcadura, incendio de vehículo, entre otros.
- Fecha y hora del accidente.
- Puntos de intersección donde ocurrió el accidente, la Colonia y Delegación.
- Tipo de vehículos involucrados: auto, camión, microbús, motocicleta, bicicleta.
- Condiciones de salud de los involucrados. Lesionado u Occiso
- Causa del accidente. Falta de Precaución, Exceso de Velocidad, Conducción en Estado de Ebriedad, Entre otros),
- Identidad de la persona afectada (Peatón, Conductor, Pasajero).

En la tabla 5 se observa parte de la bases de datos proporcionada por la Secretaria de Seguridad Pública de la Ciudad de México, en cuanto a accidentes ocurridos durante el año 2013. Esta información así como la del año 2014 permite su posterior mapeo de acuerdo con la localización, cantidad de accidentes y condiciones de salud de los involucrados en cada una de las intersecciones.

Es importante puntualizar que para que sea considerado un estudio exclusivo de la Colonia Doctores, no se han tomado en cuenta los accidentes ocurridos en las vialidades periféricas de la colonia (Eje 1 Pte., Eje Central, Eje 3, Arcos de Belén y Av. Chapultepec), esto debido a que de tomarlas en cuenta, sería necesario contemplar el efecto de estos accidentes en las colonias aledañas.

**Tabla 5.** Base de Datos de Accidentes, Col. Doctores. 2013, Fuente: Secretaría de Seguridad Pública

No .	Tipo de Evento	Fecha	Hora	Punto 1	Punto 2	vehículo 1	vehículo 2	Condición	Causa	Identidad
1	Atropellado	01/01/13	1:30	Dr. Río de la Loza	Eje Central	S/D	S/D	Lesionado	S/D	Peatón
2	Atropellado	02/01/13	22:16	Eje 1 Poniente	Dr. Lavista	Auto	S/D	Lesionado	Falta de precaución	Peatón
3	Atropellado	07/01/13	13:21	Dr. Río de la Loza	SD	S/D	S/D	S/D	S/D	Conductor
4	Atropellado	09/01/13	12:13	Av. Chapultepec	Cuauhtémoc	S/D	S/D	S/D	S/D	Conductor
5	Atropellado	09/01/13	19:31	Niños Héroes	Dr. Río de la Loza	S/D	S/D	S/D	S/D	Peatón
6	Choque	01/01/13	16:50	Dr. Río de la Loza	Eje Central	Auto	Auto	Lesionado	S/D	Pasajero
7	Choque	01/01/13	22:52	Niños Héroes	Dr. Río de la Loza	S/D	S/D	S/D	S/D	Peatón
8	Caída de pasajero	03/01/13	12:07	Arcos de Belén	Dr. Vertiz	Moto	S/D	Lesionado	S/D	Pasajero
9	Choque	04/01/13	21:29	Dr. Rafael Lucio	Dr. Río de la Loza	S/D		Lesionado	S/D	Peatón
10	Choque	04/01/13	22:00	Av. Chapultepec	Dr. Rafael Lucio	Auto	Auto	Lesionado	Exceso de velocidad	Pasajero
11	Volcadura	07/01/13	6:03	Dr. Vértiz	Dr. Matías Romero	S/D	S/D	S/D	S/D	Conductor
12	Volcadura	08/01/13	7:00	Dr. Vértiz	Dr. Matías Romero	S/D	S/D	S/D	S/D	Conductor

S/D = Sin Datos

#### 4.1.1. Accidentes viales del año 2013

De acuerdo a las estadísticas brindadas por la S.S.P., los accidentes durante este año, se ven mayormente concentrados en la zona norte de la colonia de estudio, específicamente se observa un patrón de ocurrencia en las calles Dr. Río de la Loza, Dr. Vértiz, Niños Héroes y Eje 2A Sur Dr. Balmis.

Fueron 54 accidentes viales en el transcurso del año, los que ocurrieron en el norte de la colonia, mientras que 31 accidentes se dieron lugar solo en la intersección de Eje Central y Dr. Río de la Loza, que aunque no es considerada en el estudio es relevante mencionar que esta puede ser catalogada como una las intersecciones más peligrosas para el peatón, dentro de la delegación.

Se contempla la posibilidad de que sea la localización de equipamiento en el área la probable causa de los accidentes, ya que por ejemplo, el cruce vial de Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz, se caracteriza por tener la mayor cantidad de accidentes durante el 2013 y además de la convergencia de instituciones educativas e instancias gubernamentales y las instalaciones de equipamiento se caracterizan por ser polos de atracción de fuerte cantidad de población itinerante y de todos los rangos de edades. Otro dato que salta a la vista en el Cruce de Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz es la velocidad máxima permitida en ambas vialidades ya que esta es de hasta 70 km/h, misma que se puede considerar alta debido a la presencia de escuelas en su entorno inmediato, es necesario aclarar que con el nuevo reglamento de tránsito que entró en rigor en diciembre del 2015 estas velocidades permitidas se han reducido con el objetivo brindar una mayor seguridad peatonal mientras se establece un mejor control del tráfico vehicular

Con estos primeros mapas buscan ubicar geográficamente los accidentes de acuerdo a la frecuencia con la que ocurrieron en el año, e indicando las intersecciones viales más problemáticas que después han de ser analizadas, como se muestra en la figura 21.

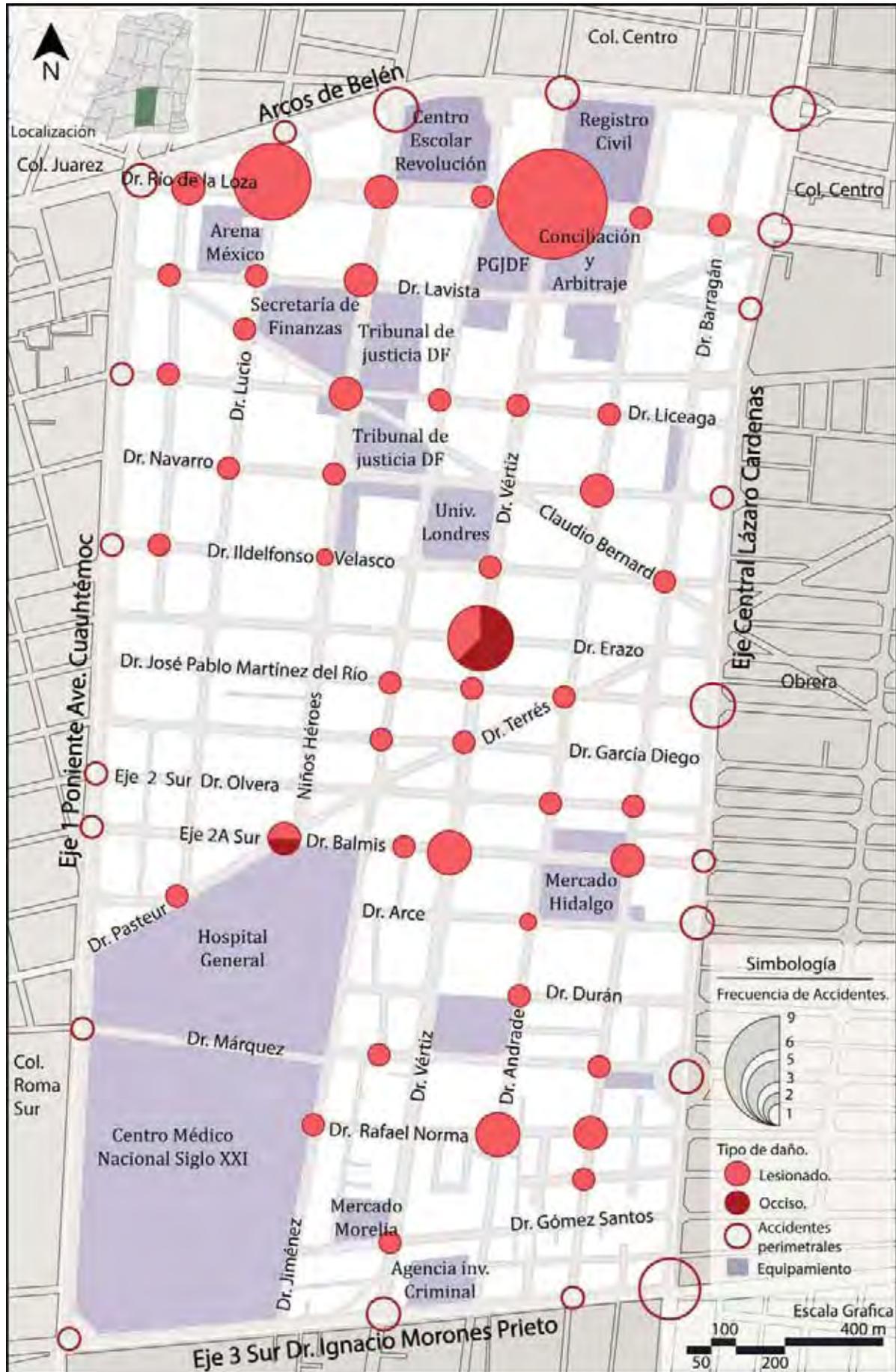


Figura 21 Accidentes viales año 2013. Col. Doctores. (Elaboración propia).

#### 4.1.2. Accidentes viales del año 2014

La dinámica observada durante el 2014, se constituye por repetir accidentes en intersecciones importantes dentro de la colonia, relevantes por presentarse en vialidades que presentan una velocidad máxima de 40 y 70 km/h.

En embargo, en este año la cantidad de incidentes de los que se tiene registro es menor con respecto al 2013, pero con cuatro veces más accidentes fatales. Esto es un indicio de un aumento de peligro de muerte durante el 2014.

Las bases estadísticas indican, por lo tanto, que una alta incidencia está relacionada con la una probabilidad de accidentes más que con el peligro de sufrir daños en la integridad física del peatón y/o conductores.

El mapeo de accidentes de 2014 que se observa en la figura 22, además de mostrar localización, frecuencia y cantidad de sucesos viales, reporta datos sobre peligro de mortalidad de peatones.

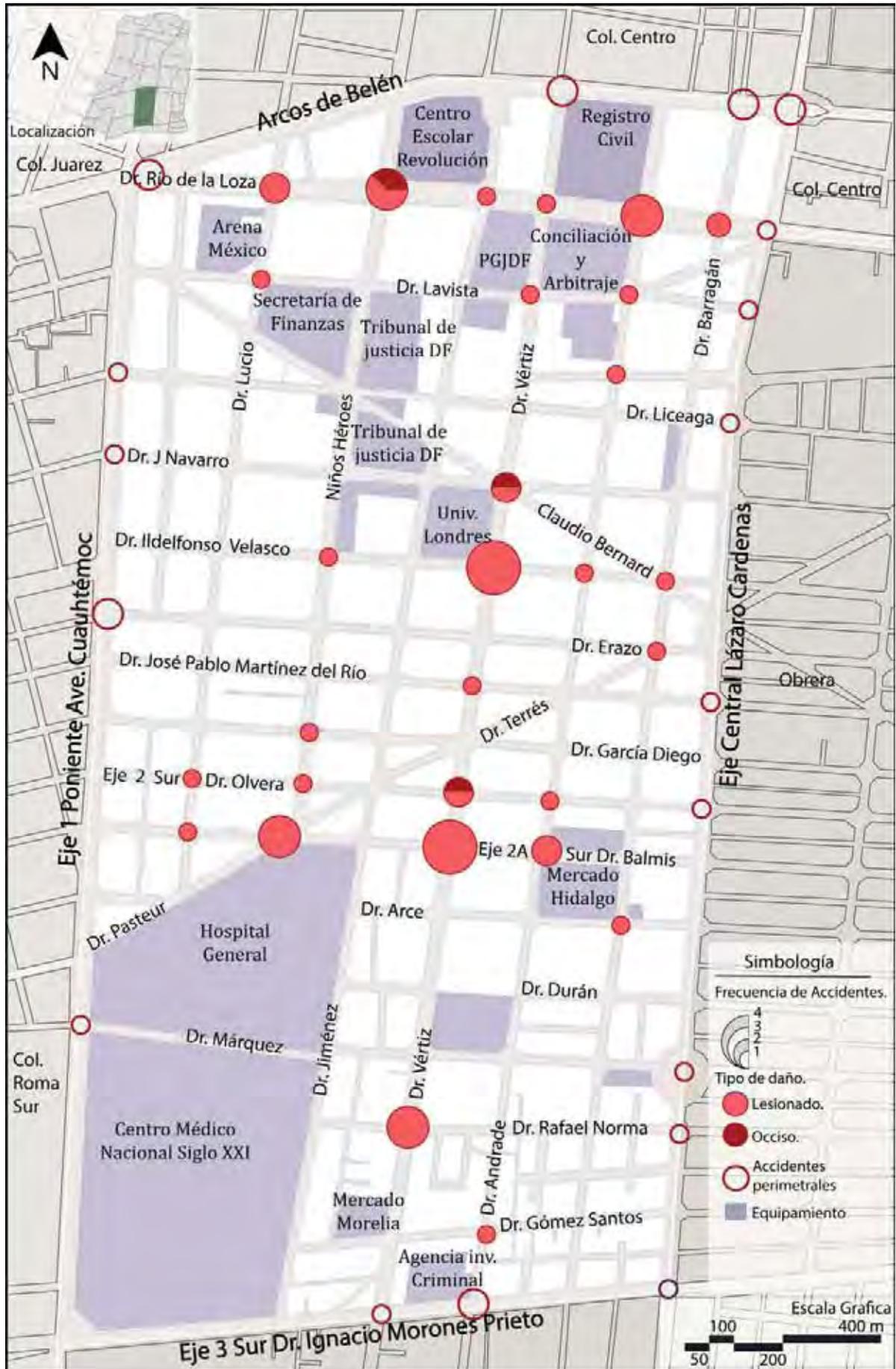


Figura 22. Accidentes viales año 2014. Col. Doctores. (Elaboración propia).

### 4.2. Características urbanas de la estructura vial.

Continuando con el proceso de análisis, esta etapa se valoran los factores considerados determinantes en la definición y caracterización del riesgo peatonal, empezando por las peculiaridades que describen la morfología de la colonia, como lo es la calidad del pavimento, la pertinencia de semáforos, presencia y ausencia de señalamientos y las velocidades de circulación permitidas.

Particularmente se enfoca en la evaluación de 59 de las intersecciones que mostraron accidentes viales durante los años 2013 y 2014, se tomó registro de las particularidades de la estructura vial de la colonia, mismo que hace énfasis en las características perceptibles y las determinadas por el comportamiento vehicular y peatonal: semaforización, estado de vialidad, señalización, velocidad máxima permitida, accidentalidad, intersección estudiada.

Todo lo anterior se encuentra registrado en la tabla 6, la muestra un extracto del registro completo de evaluación de los cruces viales. En esta evaluación se destaca la valoración del estado vial en las intersecciones, bajo la premisa que un buen estado de la vialidad puede propiciar el aumento de velocidades de circulación mientras se dificulta el cruce seguro de los peatones. En el anexo 1 se presenta la evaluación completa de los cruces de la colonia de estudio que presentaron accidentes viales durante los años 2013 y 2014.

Accidentes			Intersección				Estado de Vialidad			Semáforo		Señalización vertical						Señalización horizontal					
Total	2013	2014	Vialidad 1	Velocidad km/h	Vialidad 2	Velocidad km/h	Bueno	Regular	Malo	Vehicular	Peatonal	Nomenclatura								Flechas/dirección	Paso peatonal		
																					Bueno	Regular	Malo
8	6	2	Dr. Río de la Loza	70	Dr. Lucio	40	**			**	**	**	**	**							**	**	
4	2	2	Dr. Río de la Loza	70	Niños Héroes	70	**			**	**	**	**	**	**	**	**				**	**	
10	9	1	Dr. Río de la Loza	70	Dr. Vértiz	70	**			**	**	**	**	**	**	**	**	**	**		**	**	
4	1	3	Dr. Río de la Loza	70	Dr. Andrade	30		**		**		**	**			**	**				**		
2	2	0	Dr. Lavista	40	Niños Héroes	70		**		**	**	**	**										**
2	2	0	Dr. Liceaga	30	Niños Héroes	70	**			**	**	**	**								**	**	
1	0	1	Dr. Navarro	30	Dr. Vértiz	70		**		**	**		**					**					**
2	1	1	Dr. Velasco	40	Dr. Barragán	30		**		**			**										**
5	1	4	Dr. Velasco	40	Dr. Vértiz	70	**			**		**	**								**		**
5	5	0	Dr. Erazo	30	Dr. Vértiz	70		**		**		**	**								**		**
2	1	1	Dr. Martínez del Río	30	Dr. Vértiz	70	**			**		**	**										**
2	0	2	Dr. Olvera	70	Dr. Vértiz	70	**			**		**	**		**								**
5	2	3	Dr. Balmis	70	Niños Héroes	70	**			**		**	**								**		**
7	3	4	Dr. Balmis	70	Dr. Vértiz	70	**			**		**	**								**		**
3	0	3	Dr. Norma	40	Dr. Vértiz	70	**			**													**
3	3	0	Dr. Norma	40	Dr. Andrade	30		**				**									**		**
2	2	0	Dr. Norma	40	Dr. Barragán	30		**				**											**

Tabla 6 Extracto de Base de Datos de estado de intersecciones viales. (Elaboración Propia).

De manera general la base de datos presenta un estado de vialidad predominante bueno en las intersecciones y aunque en su mayoría cuenta con semáforo, la presencia de éste no asegura un flujo óptimo de tránsito, ya que dichos semáforos no muestran un estado óptimo de funcionamiento y de sincronización. La ausencia de señalizaciones verticales es alarmante, sobre todo en zonas escolares y de hospitales, donde la falta de información sobre la presencia de altos flujos personas y/o de estudiantes puede dar lugar a que ocurra un accidente.

### 4.3. Evaluación de peligro

Para estimar el nivel de peligro se establece una matriz de evaluación de los factores urbanos antes descritos en las 58 intersecciones visitadas donde a mayor valor corresponde un nivel peligro más alto.

#### 4.3.1 Variables involucradas

Es necesario retomar que al ser un estudio de riesgo peatonal, las intersecciones tienen que ser analizadas según las características que, en las vialidades involucradas, representan un mayor peligro para el transeúnte. Para ello se evalúan siete variables: accidentalidad, circulación, semaforización, señalización horizontal, señalización vertical, vialidad y visibilidad. Su valoración se realiza a partir de las siguientes consideraciones.

- *Accidentalidad:* El análisis estadístico de años anteriores representa patrones que indican la frecuencia de ocurrencia de accidentes.
- *Circulación peatonal:* Se refiere al libre tránsito que tiene el peatón sobre la acera para trasladarse en la zona de estudio, sin necesidad de bajar al arroyo vehicular.
- *Semaforización:* Destaca la existencia, estado, y sincronización de los semáforos (peatonales, vehiculares), ya que al cumplir los parámetros de calidad y sincronización pueden contribuir al aumento de congestionamiento, cruce peatonal imprudente, y accidentes.
- *Señalización horizontal:* Señala la calidad de señales en piso (cebras de cruce peatonal, reducción de velocidad, carriles, estacionamiento restringido, etc...)
- *Señalización vertical:* Presencia y visibilidad de letreros de acuerdo a las características de la zona (reducción de velocidad, cambios de velocidad permitida, escuelas, altos, vueltas prohibidas, entre otros.)
- *Velocidad de circulación:* Hace referencia a la relación entre las velocidades permitidas en los cruces de estudio, aunque con frecuencia estas no suelen ser respetadas, esta variable permite establecer una idea de daños según las velocidades que se pueden manejar a la hora de accidente. Se evaluarán las calles involucradas, se evaluarán de acuerdo a las velocidades máximas permitidas en la vialidad.
- *Visibilidad:* se basa en la posibilidad del automovilista y peatón para observar el entorno de la zona de cruce.

#### 4.3.2 Matriz de evaluación

La matriz establece valores del 1 al 3, según las características que favorecen situaciones peligrosas como el aumento de la velocidad, cruces poco controlados, etc...

En la tabla 7 se presenta la rúbrica para asignar la evaluación de cada variable, siendo 1 el menor valor de peligro y 3 el de mayor peligro.

Tabla 7 Matriz de Valoración del Estado Físico-Urbano. (Elaboración Propia).

Matriz de Evaluación de Condiciones físico-Urbanas de la Vialidad			
Variable	Valor		
	1	2	3
Accidentalidad	Patrón de 3 o menos accidentes al año.	Patrón de 4 a 7 accidentes al año.	Patrón de 8 o más accidentes al año.
Circulación Peatonal	Libre circulación peatonal sobre la acera.	Circulación obstruida, peatón circula en el arroyo vehicular.	Circulación en acera bloqueada.
Semaforización	Semáforos bien localizados, sincronizados y en buenas condiciones.	Semáforo poco visible y/o en malas condiciones de servicio.	Falta de semáforo, o mal sincronizado.
Señalización Horizontal	Señalización visible y en buen estado.	Señalización marcada pero en condiciones deficientes.	Inexistencia de señalización.
Señalización Vertical	Presencia de señales necesarias para cada cruce	Presenta señalización pero en mal estado	Ausencia de señalización necesaria.
Relación de Velocidades	Relación 40-40, 40-30, 30-30 km/h	Relación 40-70, 30-70 km/h.	Relación de 70-70 km/h.
Visibilidad	Libre visibilidad para el conductor y peatón.	Elementos que interfieren la visibilidad al conductor.	Presencia de elementos que bloquean visibilidad de conductor.

### 4.3.3. Resultados de evaluación de peligro.

En tabla 8 se presentan un extracto de los resultados de la valoración de las 58 intersecciones, de acuerdo a los siete factores involucrados en el peligro peatonal, como se estableció anteriormente, la evaluación es proporcional al nivel de peligro de la intersección en estudio, donde el valor más alto corresponde a un nivel de peligro mayor. En el anexo 2 se presentan los resultados de las 58 intersecciones.

Con estos resultados es posible la representación gráfica, según las características de la colonia de estudio.

Tabla 8 Nivel de peligro de Intersecciones estudiadas. (Elaboración Propia).

Intersección				Relación de Velocidad	Semaforización	Señalización Vertical	Señalización Horizontal	Visibilidad	Circulación	Accidentalidad	Total
Calle 1	Velocidad permitida	Calle 2	Velocidad permitida								
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Vertiz	70	3	3	3	3	2	3	3	20
Dr. Río de la Loza	70	Niños Héroes	70	3	3	3	3	2	3	2	19
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Andrade	40	2	3	3	3	2	3	2	18
Dr. Lavista	40	Niños Héroes	70	2	3	3	2	3	3	1	17
Dr. Olvera	70	Dr. Vertiz	70	3	2	2	2	3	2	2	16
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Jiménez	40	2	2	2	2	3	3	1	15
Dr. Olvera	70	Dr. Barragán	30	2	3	2	1	2	3	1	14
Dr. Balmis	70	Dr. Lucio	40	2	2	2	1	2	3	1	13
Claudio Bernard	40	Dr. Lucio	40	1	2	1	1	3	3	1	12
Dr. Gómez Ugarte	30	Dr. Andrade	30	1	1	1	1	3	3	1	11
Dr. Norma	40	Dr. Jiménez	30	1	1	1	1	3	2	1	10
Dr. Durán	30	Dr. Andrade	30	1	1	1	1	2	2	1	9
Dr. Arce	30	Dr. Andrade	30	1	1	1	1	2	1	1	8
Dr. Pascua	30	Dr. Andrade	30	1	1	1	1	1	1	1	7

Este mapeo de resultados permite catalogar las diferentes zonas de la colonia por su peligrosidad, donde a partir de la secuencia de colores es posible la diferenciación de peligro en los cruces de la colonia por medio de tonalidades rojas que identifican zonas de mayor peligro y/o tendencia a accidentes viales, mientras que las tonalidades verdes hacen referencia a zonas menos peligrosas.

Se destaca el cruce de la avenida Dr. Río de la Loza con calle Dr. Vértiz, ya que esta última presenta cierto nivel de fluidez vehicular adecuada hasta que alcanza su intersección con Dr. Río de la Loza, lo cual produce altos niveles de congestión en ambas vialidades. Esto se refleja en el mapa resultado de la evaluación, pues la calle Dr. Vértiz muestra constancia de un peligro intermedio, hasta que cruza con Dr. Río de la Loza, intersección identificada como una de las más peligrosas.

El mapa de la figura 23 anterior muestra claramente el alto nivel de accidentalidad de Dr. Río de la Loza, debiéndose; en primera a que es una vialidad reversible en un horario de 6:00 h a 9:00 h; la presencia de camellón, apto para una vialidad principal de doble sentido, obstruye una circulación adecuada provoca infracciones vehiculares por verse impedido el cambio de carriles hacia los ambos extremos de la vialidad.



Figura 23 Representación gráfica de peligro en la Colonia Doctores. (Elaboración propia).

#### 4.4. Evaluación de la vulnerabilidad

Para poder evaluar la vulnerabilidad es necesario hacer uso de una de las intersecciones más peligrosas de la colonia, Dr., Río de la Loza y Dr. Vértiz, en principio por los movimientos de la Secundaria Técnica #10, vivienda plurifamiliar, oficinas de la Procuraduría General de justicia, Escuela Libre de Derecho, entre otras instalaciones, como se muestra en la figura 24.

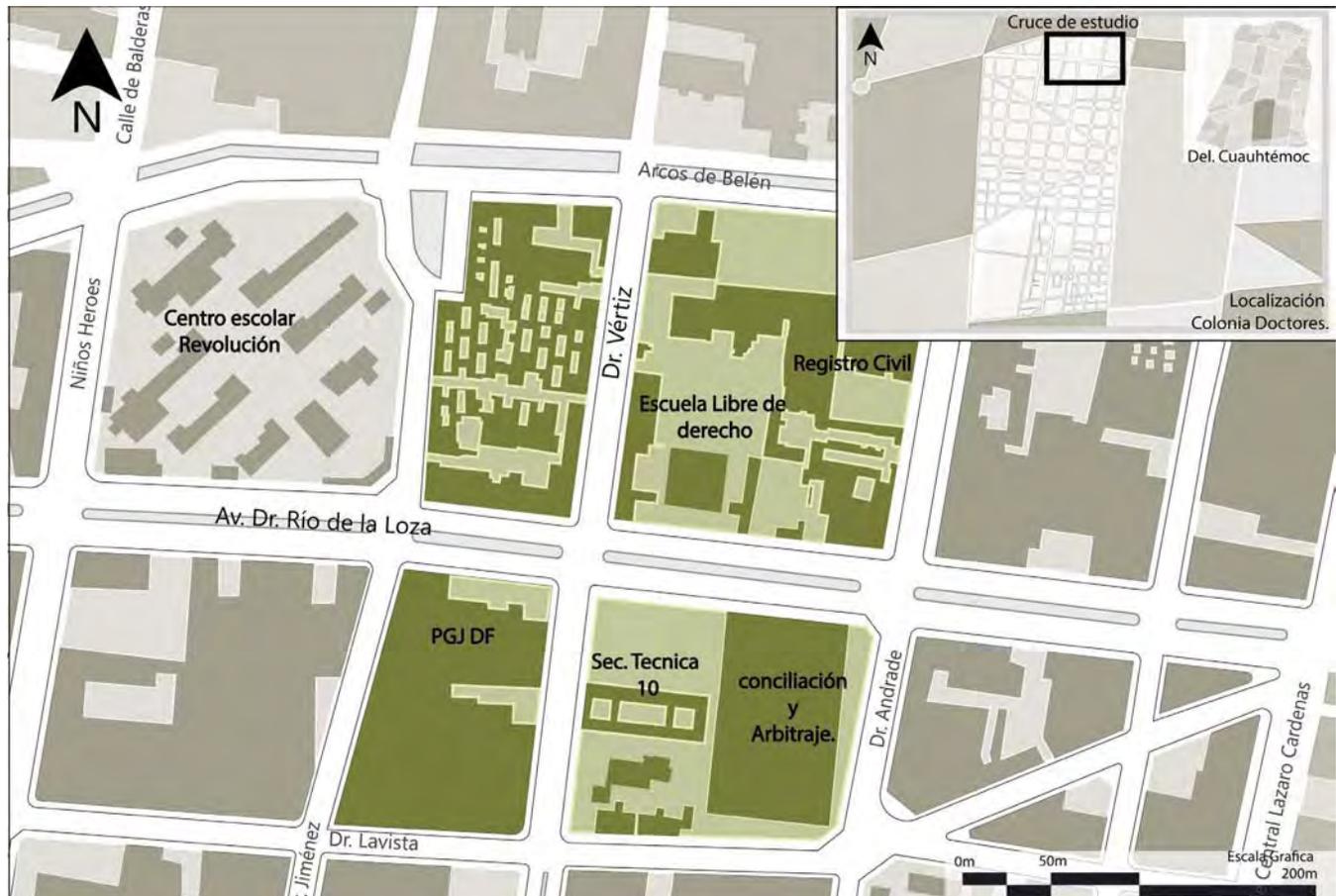


Figura 24 Zona de Estudio Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz. (Elaboración propia).

El estudio de esta intersección es relevante, no solo por su estatus de peligroso, sino también por el flujo peatonal que el equipamiento circundante es capaz de generar. Debido a esto es necesario medir el flujo peatonal y vehicular haciendo uso de distintas herramientas y métodos de registro en campo. Para lograr una medición adecuada de la vulnerabilidad peatonal en la intersección, es necesario realizar tres controles de flujos, descritos a continuación:

1. Medición 24 horas. Un aforo de autos y velocidades de circulación en un lapso de 24 horas en Dr. Río de la Loza, para registrar el comportamiento vehicular y con ello los horarios de mayor congestión vehicular.
2. Medición de Flujo peatonal. durante los horarios identificados de mayor tráfico peatonal.
3. Medición de Flujo vehicular. En este apartado se mide el aforo de autos que transitan la calle sin detenerse y las velocidades de circulación de estos, principalmente en los mismos horarios en que se realizó el aforo peatonal.

##### 4.4.1. Cruce "Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz"

Una vez identificada la intersección en la colonia para realizar la primera parte de análisis, se identifican los días más propensos a accidentes, con ayuda de las bases de datos de los años que se tiene registro, una clasificación de accidentes por día de la semana y horario en que ocurrieron, esto bajo la premisa de que: el horario matutino es de 5:00 h – 12:00 h, el horario vespertino es de 12:00 h – 19:00 h, y el nocturno de 19:00h - 5:00 h. En la figura 25 se presentan los accidentes del cruce de estudio, tanto del año 2013 como 2014.

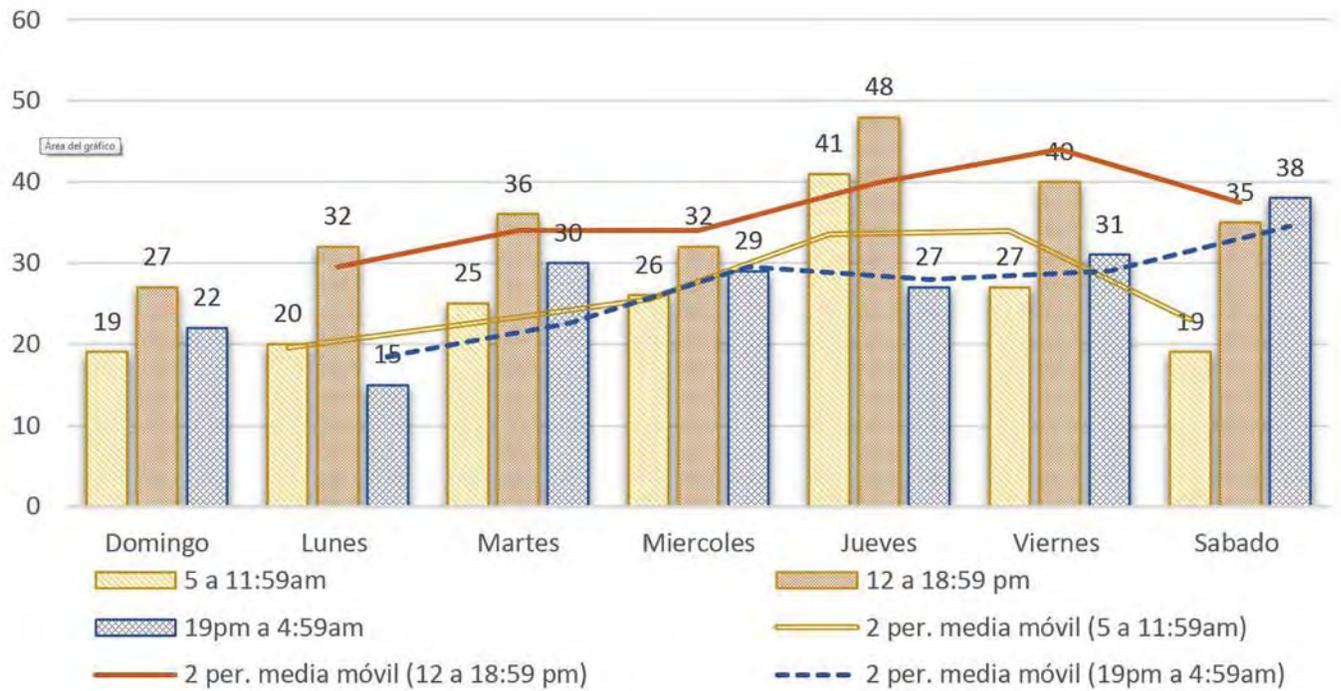


Figura 25. Registro de Accidentes por día y horario. (Elaboración propia) <sup>1</sup>.

El gráfico de la figura 25 demuestra la creciente incidencia de accidentes hacia el día jueves, y disminuyendo del viernes al domingo, a su vez toda la semana muestra una mayor incidencia entre el 12:00 h y las 19:00 h, Considerando que el jueves es el día con más accidentes durante la tarde, se generan cuestionamientos en cuanto a las situaciones que se presentan este día en cuanto a congestión y movimientos peatonales generados por el equipamiento circundante.

A partir de estos resultados se resuelve realizar un estudio de velocidades y volúmenes vehiculares se ha de realizar en el día jueves, con el objetivo de analizar el movimiento vehicular que se da en este día, de mediodía del día jueves a mediodía del viernes, ya que así se tienen movimientos vehiculares de dos días.

#### 4.4.2 Velocidad de rodada y aforo vehicular

Para obtener información sobre la velocidad de circulación y el flujo de vehículos en el cruce de estudio se organizó un primer trabajo de campo que consistió en medir la cantidad de automóviles que transitan sobre la Av. Dr. Río de la Loza y cruzan o se incorporan a la calle Dr. Vértiz, al mismo tiempo se registra la velocidad de circulación de los mismos de manera aleatoria. Para el registro de los datos se organizó un equipo de durante en un lapso de 24 horas, pues el objetivo consiste en determinar los horas pico de velocidades y flujo vehicular.

Debido a lo exigente del trabajo de campo es que la organización del equipo se desarrolló con la idea de mantener una constante de 2 o 3 personas en cada horario, mismas que fueron orientadas en cuanto a su tarea y horarios de trabajo.

El equipo de trabajo se dedicó principalmente al aforo vehicular, mediante el uso de contadores manuales, mientras que una persona se encarga del registro de velocidades vehiculares cronometrando el tiempo que el auto tarda en recorrer una distancia de 60 m, para ambos casos se toman en cuenta tanto a los autos que muestran un tránsito ininterrumpido, como a los que se detienen completamente debido al congestionamiento.

<sup>1</sup> Gráfico desarrollado a partir de las bases de datos sobre accidentes ocurridos en los años 2013 y 2014, proporcionada por la Subsecretaría de Control de Tránsito de la Ciudad de México (SCT) a través de la Secretaría de Seguridad Pública. Solicitada en julio de 2014 y entregada en agosto 2014

Tabla 9 Primer equipo de trabajo de campo. (Elaboración propia).

Equipo de apoyo para trabajo de campo		
Nombre	horario	Fecha
Jovan A. Ávila	12:00 h a 16:00 h	Jueves 7 de mayo de 2015
Marina Contreras	12:00 h a 15:00 h	
Alejandra Lobato	16:00 h a 20:00 h	
Fernando Chavira	16:00 h a 20:00 h	
Laura Macías	20:00 h a 0:00 h	
Rogelio Valdés	0:00 h a 6:00 h	Viernes 8 de mayo de 2015
Gabriela Sotelo	6:00 h a 9:00 h	
Belem Quiroz	8:00 h a 12:00 h	
Edna Torres	8:00 h a 12:00 h	

En la tabla 9 se muestran las personas involucradas en el trabajo de campo, así como los horarios de colaboración.

Los resultados de esta primera parte del trabajo de campo se observan en la tabla 10, indicando una velocidad mínima de 17 km/h a las 12:00 h, con un aforo de no menos de 3,803 vehículos, a su vez en el transcurso el día se detectó una velocidad máxima de 57 km/h a las 4:00h y 5:00 h, aunado a un aforo de 735 y 542 vehículos respectivamente.

Por otro lado se muestra un comportamiento particular a las 8:00 h y entre las 19:00 h y 20:00 h ya que la velocidad promedio alcanza los 42, 37 y 45 km/h respectivamente, resultando altas considerando la presencia de hasta 4,941 vehículos, apuntando a una efectiva fluidez de autos sobre ave. Dr. Río de la Loza, dicha fluidez se debe en parte a que el tránsito vehicular de Dr. Vértiz no interfiere la circulación.

Tabla 10. Resultados de Aforo vehicular y velocidades de circulación vehicular, Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz. (Elaboración propia).

Hora		Aforo (Vehículos)	Velocidad Km/h
Jueves, 7/mayo/2015	13:00	3,725	18.97
	14:00	3,753	19.54
	15:00	3,790	37.93
	16:00	4,176	25.90
	17:00	3,725	25.08
	18:00	3,936	26.60
	19:00	4,771	37.24
	20:00	4,744	44.94
	21:00	4,400	41.41
	22:00	4,244	36.95
	23:00	3,304	36.95
24:00	2,520	36.95	
Hora		Aforo (Vehículos)	Velocidad Km/h
Viernes, 8/mayo/2015	1:00	1,439	45.40
	2:00	1,176	45.40
	3:00	860	41.41
	4:00	735	56.66
	5:00	542	56.66
	6:00	1,113	33.35
	7:00	2,435	40.30
	8:00	4,941	42.48
	9:00	4,152	32.85
	10:00	3,200	28.80
	11:00	3,572	19.36
	12:00	3,803	17.67

Tomando la información mostrada en la tabla 10 y relacionándola con el horario en que ocurrieron accidentes en la intersección de estudio e intersecciones aledañas, se encuentra una correspondencia entre accidentes y aforo vehicular, ya que la intersección de Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz, muestra que el 60% de los accidentes ocurridos sucedieron entre las 12:00 y 16:00 horas, hecho que concuerda con los horarios escolares de salida, recordemos que en este cruce se encuentran instaladas instituciones educativas.

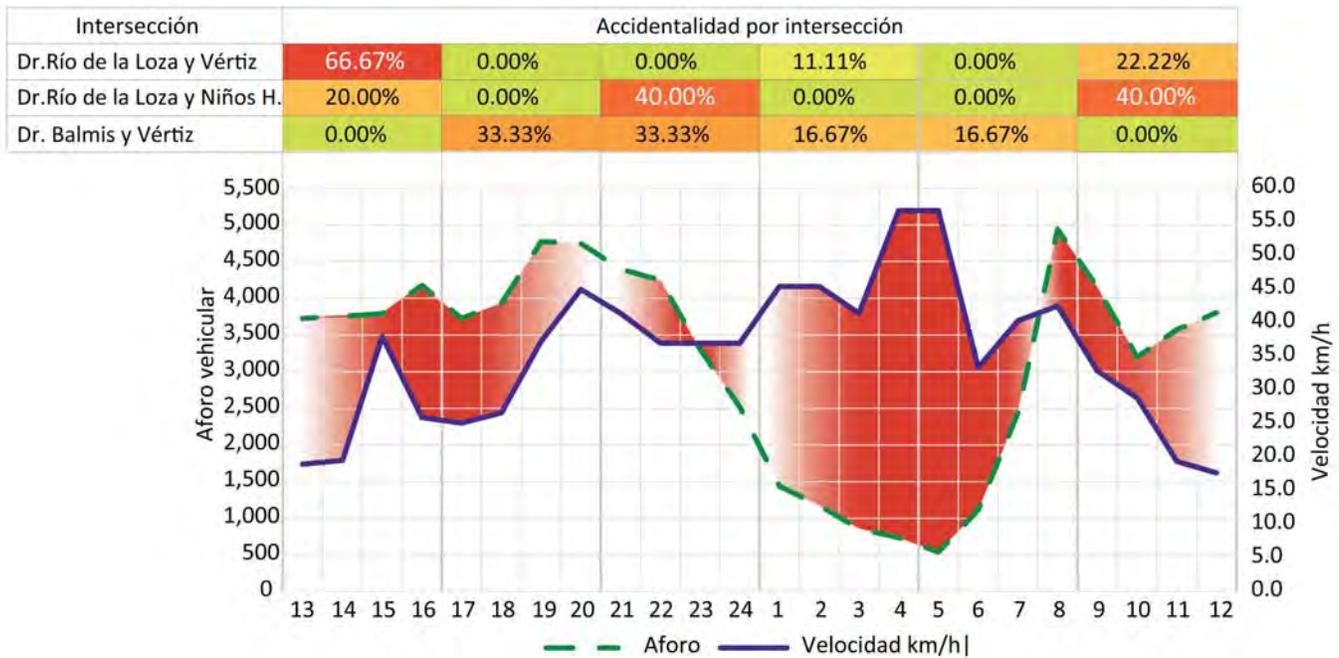


Figura 26. Relación, Aforo vehicular-Velocidad de rodadura. (Elaboración propia).

La figura 26 permite apreciar los constantes cambios de volumen vehicular y velocidades, se destaca la relación entre las velocidades de circulación y cantidad de vehículos que transitan por hora en la intersección, en primera los datos referentes al aforo se identifican a partir del eje lateral izquierdo y las velocidades con el eje lateral derecho. Por ejemplo se indica que hasta las 13:00 h el aforo fue mayor a 3,500 unidades, con una velocidad promedio de 20 km/h. En el gráfico se observa una velocidad inversamente proporcional a la cantidad de autos, se denotan horarios de equilibrio, los cuales hablan de horas de fluidez vehicular mientras que la distancia entre la velocidad y el aforo establece los niveles de congestionamiento vial.

Por otra parte se destacan los horarios de entre las 21:00 y 0:00 h y entre las 9:00 y las 12:00h, pues es durante estos lapsos de tiempo cuando pasa un 40% de los accidentes en otra intersección importante Av. Dr. Río de la Loza con Niños Héroes.

#### 4.4.3 Vulnerabilidad del peatón

Ya que conocemos el aforo vehicular preliminar en la intersección, es necesario un análisis del flujo peatonal en los horarios con registro constante de peatones, y su posterior relación con el flujo vehicular continuo, y la velocidad de marcha. Es importante la realización de dicho estudio en días laborales (lunes-Viernes) como en días de descanso (sábado, domingo) para observar el comportamiento en distintos panoramas de actividades.

##### 4.4.3.1 Medición y procesamiento de la información

La medición se realiza tomando en cuenta los horarios de servicio de transporte público, y horarios de servicio de las instancias que se encuentran en la intersección, además es necesario repetir dicha medición entre semana y en fin de semana, para comparar los flujos en días de menor circulación.

Para identificar los espacio se van a aforar se realizó un croquis de la zona de estudio, en el que se identifica de manera estricta que cruces peatonales se ven influenciados por la intersección, se clasificaron en A, B, C, D, E, F, G y H, siendo los primeros cuatro los más peligrosos pues ser estos los que conforman el cruce de Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz, los cruces se pueden observar en la figura 27.

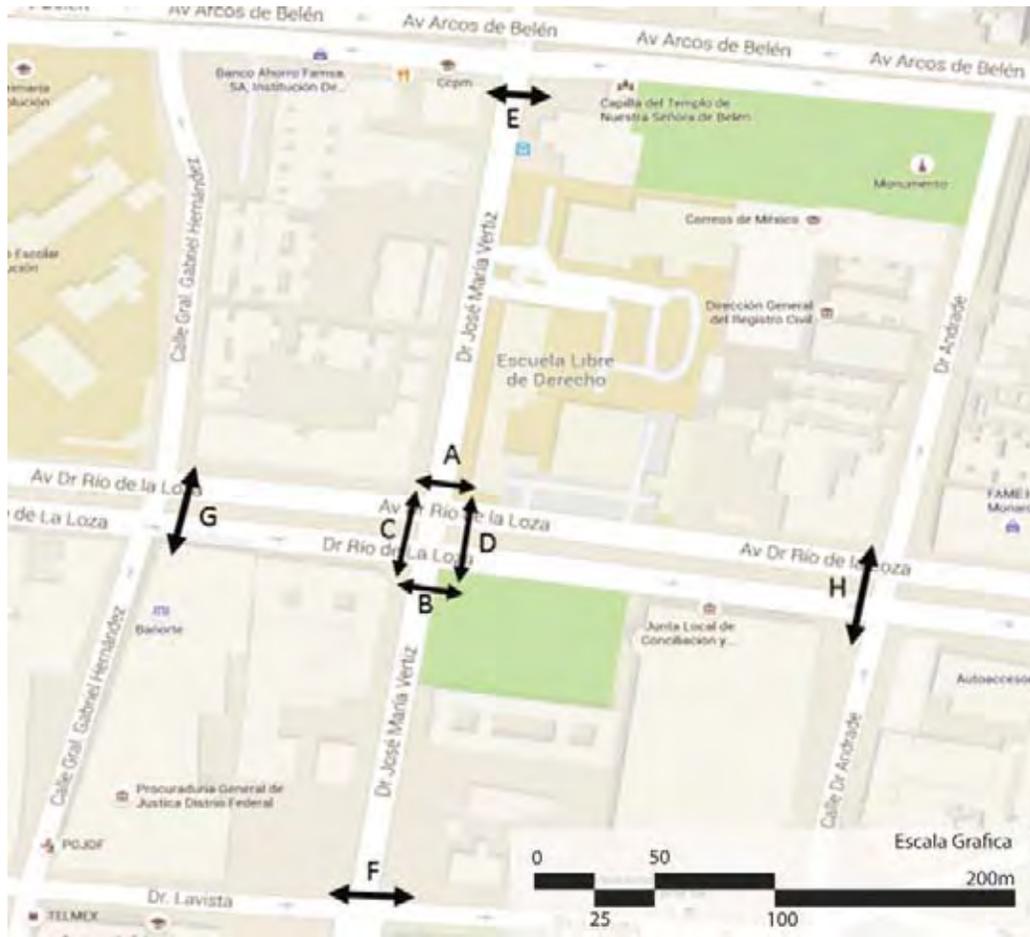


Figura 27. Cruceos peatonales del estudio. (Elaboración propia).

Con dicha clasificación se establecieron horarios y fechas de registro de peatones iniciando con los cruces A, B, C y D (Ver tabla 11).

Tabla 11 Matriz de registro de flujo peatonal. (Elaboración propia).

Día	Fecha	Cruce peatonal	Horario	Personal necesario
Jueves	1/oct/2015	A, B, C y D	6:00-19:00 h	3 personas.
Domingo	4/oct/2015	A, B, C y D	6:00-19:00 h	3 personas.
Martes, Miércoles*	6/oct/2015, 7/oct/2015	E, F y H	6:00-19:00 h	3 personas.
Sábado	10/oct/2015	E, F y H	6:00-19:00 h	3 personas.
Domingo	11/oct/2015	G	6:00-19:00 h	1 personas.
Viernes	11/oct/2015	G	6:00-19:00 h	1 personas.

Nota\*. La presencia de manifestantes después de las 12 pm el día martes 5/octubre, provocando suspensión de actividades que se retomarán al día siguiente a partir de las 11 am.

Nota\*. La presencia de manifestantes después de las 12 pm el día martes 5/octubre, provocando suspensión de actividades

Para lograr los aforos se hizo uso de contadores manuales (clicker's), con los cuales se registró la circulación de peatones, en lapsos de 15 minutos, en un horario de 6:00 a 7:00 h, mismo en el que se desarrollaban flujos peatonales constantes debido a actividades laborales y escolares principalmente, después de éste la cantidad de transeúntes se presentaba baja casi nula.

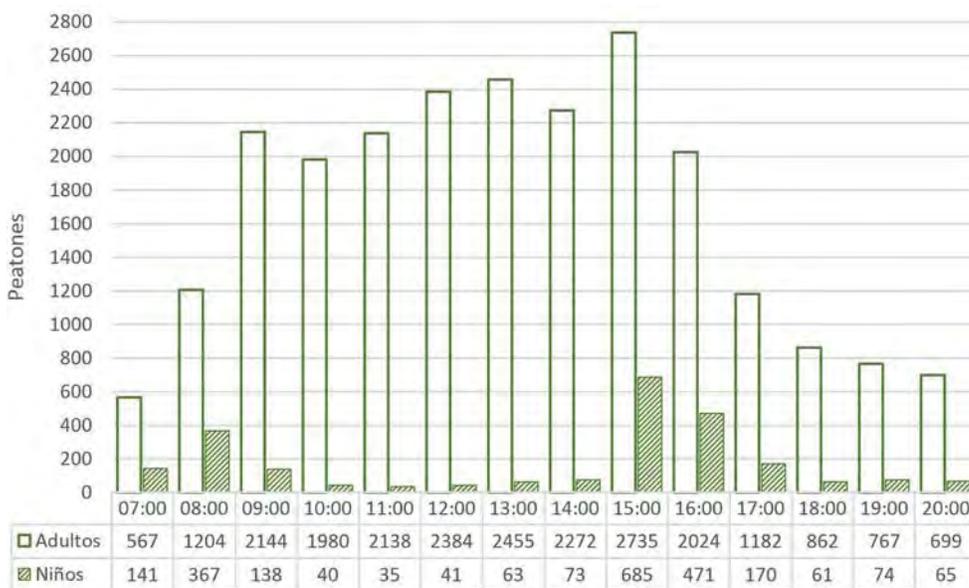
La matriz de registro utilizada establece tres datos principales: el horario de registro, la cantidad de adultos en cada horario y la cantidad de jóvenes menores de 15 años. En la tabla 12 se presenta un extracto de los resultados obtenidos sobre el flujo peatonal. Para ver las fichas de registro completas ver el anexo 3.

**Tabla 12** Ficha de registro de Flujo peatonal. (Elaboración propia).

Cruce peatonal : "A"		Registró : Sinaí López	Fecha de registro: 01-oct-15	
Horario			Adultos	Niños
06:00 h.	06:15 h.		7	0
06:15 h.	06:30 h.		13	0
06:30 h.	06:45 h.		11	0
06:45 h.	07:00 h.		22	5
07:00 h.	07:15 h.		26	6
07:15 h.	07:30 h.		17	9
07:30 h.	07:45 h.		25	4
07:45 h.	08:00 h.		34	13

#### 4.4.3.2 Flujo peatonal entre semana.

Después de aforarse cada uno de los ocho cruces peatonales se logra apreciar los aumentos paulatinos de peatones adultos y niños. La figura 28 muestra los volúmenes peatonales por hora, capturados el día jueves 1° de octubre de 2015 en los cuatro cruces peatonales de la intersección estudiada (Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz.).



**Figura 28.** Flujo peatonal total por hora, entre semana. (Elaboración propia).

Como se observa en la figura 28 el movimiento de niños en el transcurso del día muestra una línea de tendencia con dos horarios picos entre las 6 y 9 horas, y un repentino incremento de las 15 a las 16 horas, ambos aumentos corresponden con los horarios escolares. Por otro lado es entre las 9 y las 16 horas que se mantienen un nivel alto, pero equilibrado de actividad de peatones adultos. A partir de las 17 horas es que el nivel peatonal disminuye a un mínimo de hasta 65 personas por hora a las 20 horas.

La figura 29, compila los volúmenes peatonales en cada uno de los cruces, destacando que los porcentajes de peatones menores de edad se dan en la intersección Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz, esto le atribuye cierto nivel de vulnerabilidad.



Figura 29 Flujo peatonal entre semana. Elaboración propia.

También se destaca el cruce sur de Ave. Arcos de Belén, y el de Dr. Andrade por ser las que atraen un mayor nivel de movimiento peatonal, en parte debido a que la primera conecta dos estaciones de transporte colectivo-metro; Balderas líneas 1-3 y Salto del agua líneas 1-8, mientras que el segundo cruce (Dr. Andrade) atribuye su flujo a la presencia de las oficinas del registro civil y la Junta de Conciliación y arbitraje. Al mismo tiempo que la Río de la Loza mantiene una ruta de Camión de pasajero, aumentando el acceso de usuarios de la red de transporte.

Observando la figura 30, el flujo peatonal, sobre todo de adultos, presenta incrementos muy bajos a lo largo del día, viéndose disminuido a partir de las 16:00 h, mientras que la presencia de menores es de hasta un 14% por hora. Por su parte son los cruces de la intersección de Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz, los que muestran una mayor presencia de niños a lo largo del día, donde el cruce oeste de Dr. Río de la Loza muestra que el 18% de los peatones por día son niños. Ver Figura 29.

### 4.4.3.3 Flujo peatonal en fin de semana.

Por su parte el fin de semana presenta un flujo más escaso, con un flujo peatonal máximo de 548 peatones adultos a las 15 horas y un mínimo de 13 personas y un promedio de 349 personas por hora. Ver Figura 30. (Anexo 3).

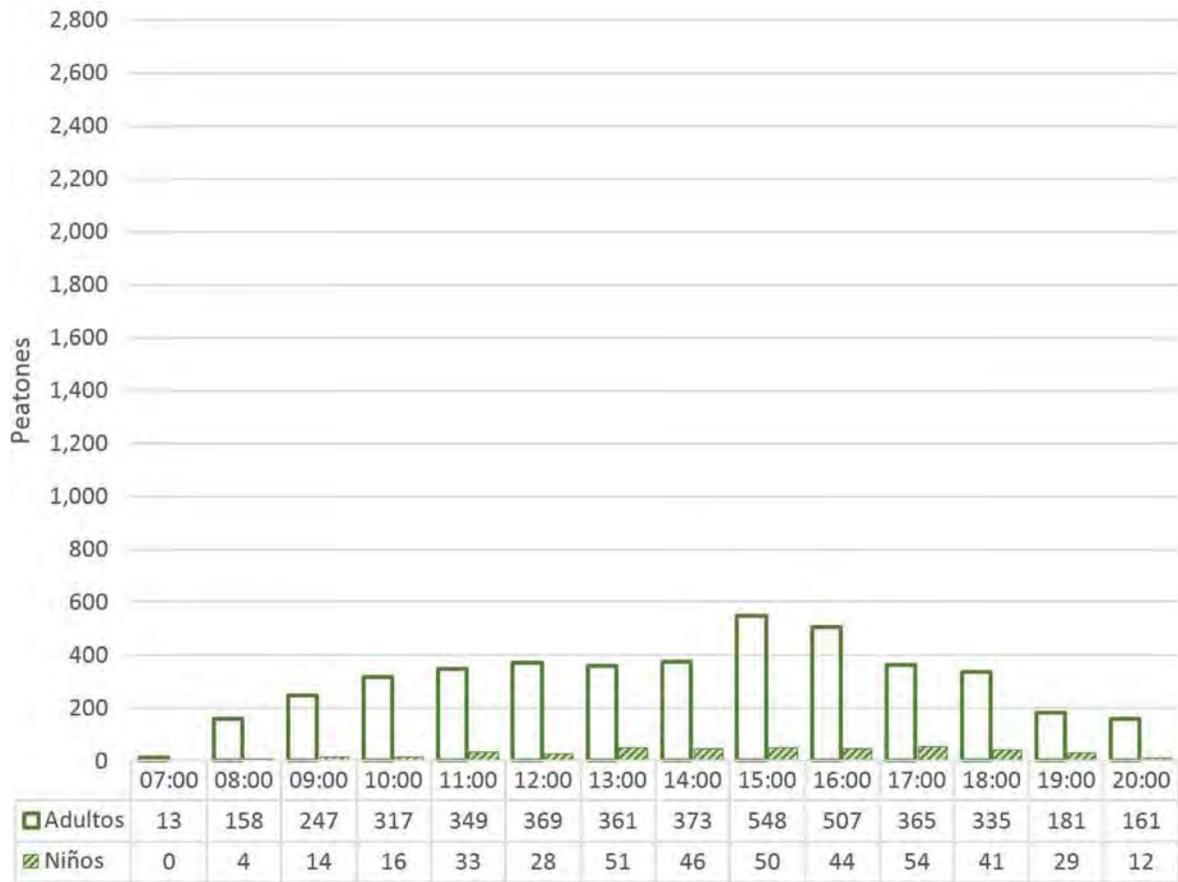


Figura 30. Flujo peatonal total por hora en fin de semana. Elaboración propia.

Observando la figura 30, el flujo peatonal, sobre todo de adultos, presenta incrementos muy bajos a lo largo del día, viéndose disminuido a partir de las 16:00 h, mientras que la presencia de menores es de hasta un 14% por hora. Por su parte son los cruces de la intersección de Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz, los que muestran una mayor presencia de niños a lo largo del día, donde el cruce oeste de Dr. Río de la Loza muestra que el 18% de los peatones por día son niños.

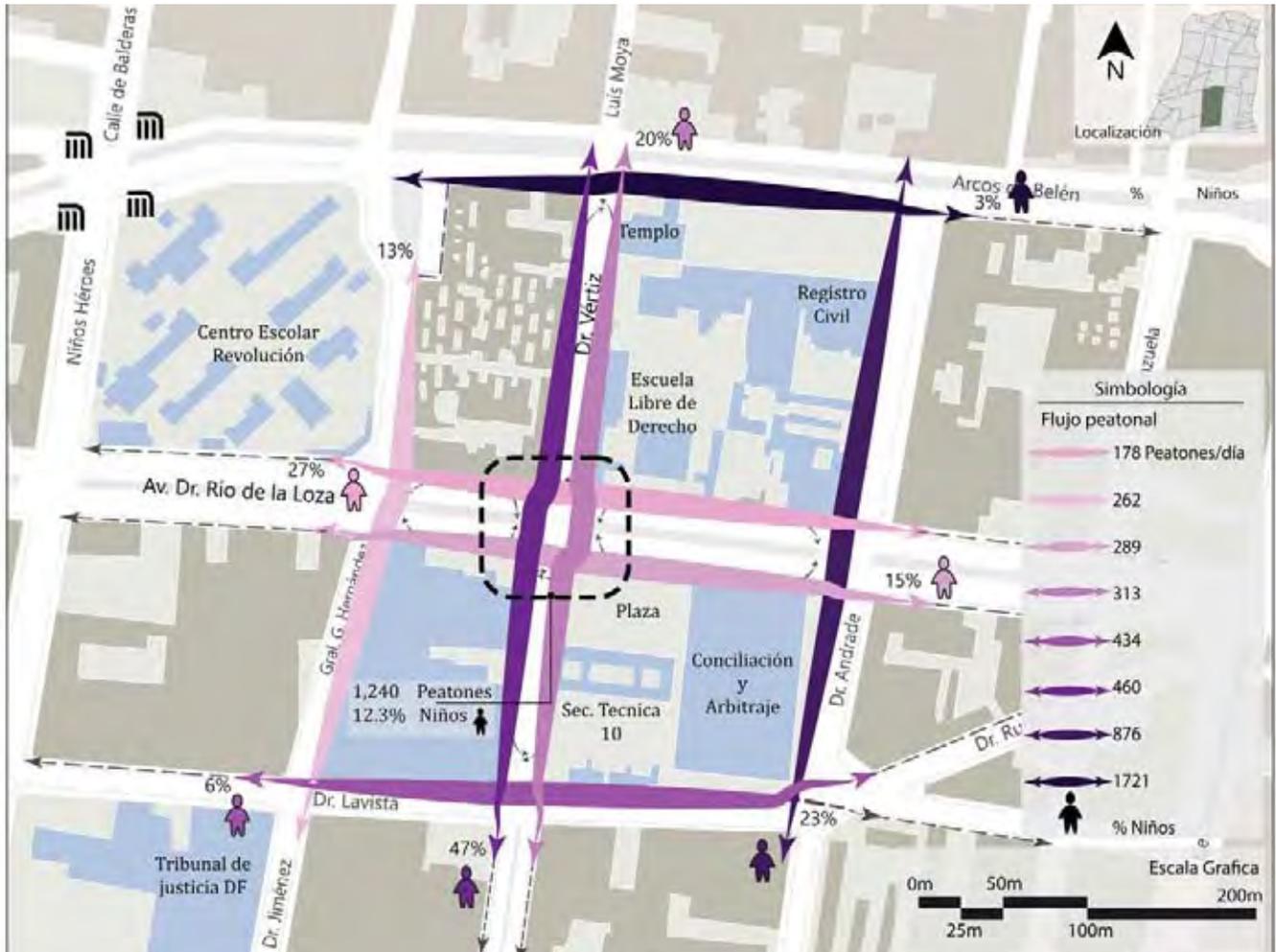


Figura 31. Flujo peatonal en fin de semana. Elaboración propia

La figura 31 muestra los cruces estudiados con el flujo total en cada una de estas, continua destacando un mayor volumen peatonal sobre Ave. Arcos de Belém y Dr. Andrade, así como también el cruce oeste de Dr. Río de la Loza, mismo que se destaca por la presencia del mayor porcentaje de menores.

#### 4.4.3.4nFlujo peatonal y equipamiento urbano

Sin duda la presencia de Equipamiento urbano como lo es la Escuela Secundaria 10, el Centro Educativo Revolución, la Escuela Libre de Derecho, las oficinas principales de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y la Junta Local de Conciliación y Arbitraje, tienen una fuerte influencia en la vulnerabilidad del peatón, ya que los horarios de servicio de estas instancia nos hablan de una hora pico peatonal de las 15:00 a las 17:00 h del día, caracterizada por una considerable presencia de menores de edad en la zona. Por otro lado la intersección se localiza a aproximadamente 500 metros de dos estaciones de metro, brindando un mayor nivel de accesibilidad a la zona.

Al ser una colonia que se destaca por una distribución de uso de suelo que concentra equipamiento de salud, educativo y gubernamental, además de contar con un amplio abanico de opciones de transporte público masivo, provocando diferentes movimientos peatonales que muestran la atracción de los usos de suelo establecidos en la colonia. La figura 32, ejemplifica dichos movimientos peatonales.

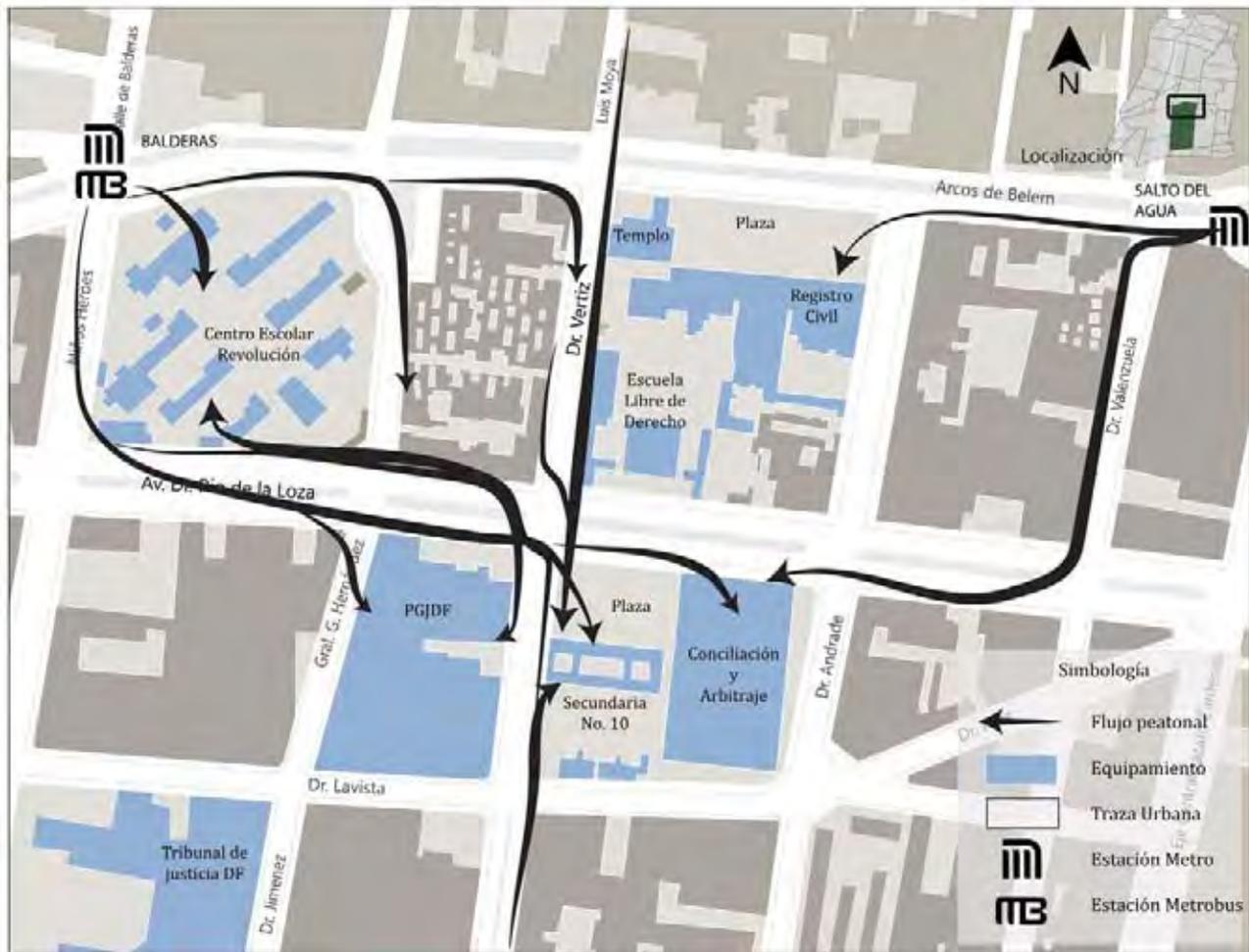


Figura 32. Flujos peatonales entorno a equipamiento urbano. Elaboración propia

En la figura 32 se aprecian que las instalaciones que atraen mayor cantidad de población, tales como el equipamiento educativo, el registro civil y la junta de conciliación y arbitraje, junto a estas instancias a su vez se observa la presencia de espacio público que dan lugar al desarrollo de actividades de contemplación que son utilizados como espacio de transición, fundamentales para contener peatones en espera de regresar a casa. Ante esto se antepone la necesidad de realizar un estudio de origen-destino en la zona para verificar cantidades de población que atraen dichos establecimientos.

#### 4.4.3.5 Influencia del horario de servicio del equipamiento urbano.

Particularmente en el cruce de Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz la presencia de equipamiento educativo mantiene una fuerte influencia en los flujos y tipos de movimientos peatonales.

Por un lado son la Secundaria Técnica 10 y el Centro Escolar Revolución, que con horario de servicio de 8:00 a 15:00 h, generan principalmente viajes peatonales de padres de familia y niños. Las oficinas de la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México, la Junta de Conciliación y Arbitraje, Registro Civil y la Secretaría de Finanzas mantienen horarios de 9:00 a 17:00 h. En conjunto son estos equipamientos los que provoca altos movimientos peatonales desde las 7:00 h hasta las 16:00 h, provocando un significativo descenso de usuarios de las 17:00 h en adelante. Es el horario de 13:00 a 16:00 h el que representa un mayor riesgo para los transeúntes.

#### 4.4.3.6 Nivel de servicio peatonal en aceras

A partir del trabajo de campo de flujos peatonales es posible definir el nivel de servicio de las aceras, conforme a lo que se menciona sobre el peatón en el capítulo I, se utilizan los criterios establecidos en el manual de capacidad de carreteras de 1985, de los Estados Unidos, ya que estos manejan rango de flujo peatonal de 15 minutos, lo cual para el caso de la intersección estudiada resulta de mayor conveniencia.

Tal como se observa en la figura 37 son las calles Dr. Río de la Loza, Dr. Andrade y Ave. Arcos de Belén, las que presentan hasta un nivel de servicio "F" en sus aceras, ya que cada una muestra un flujo promedio de 86, 94 y 106 peatones respectivamente, por cada 15 minutos. Esto coincide, como se ha venido manejando, con la localización de instancias educativas y gubernamentales como lo son el Centro Educativo Revolución, la Secundaria Técnica 10, El Centro de Conciliación y Arbitraje, el Registro Civil y la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México.

Lo anterior indica que la propuesta debe contemplar la ampliación de banqueta sobre Dr. Río de la Loza y que las modificaciones tomen en cuenta la calle Dr. Andrade, pues es su conjunto se mantienen un flujo máximo de 180 personas cada 15 minutos.

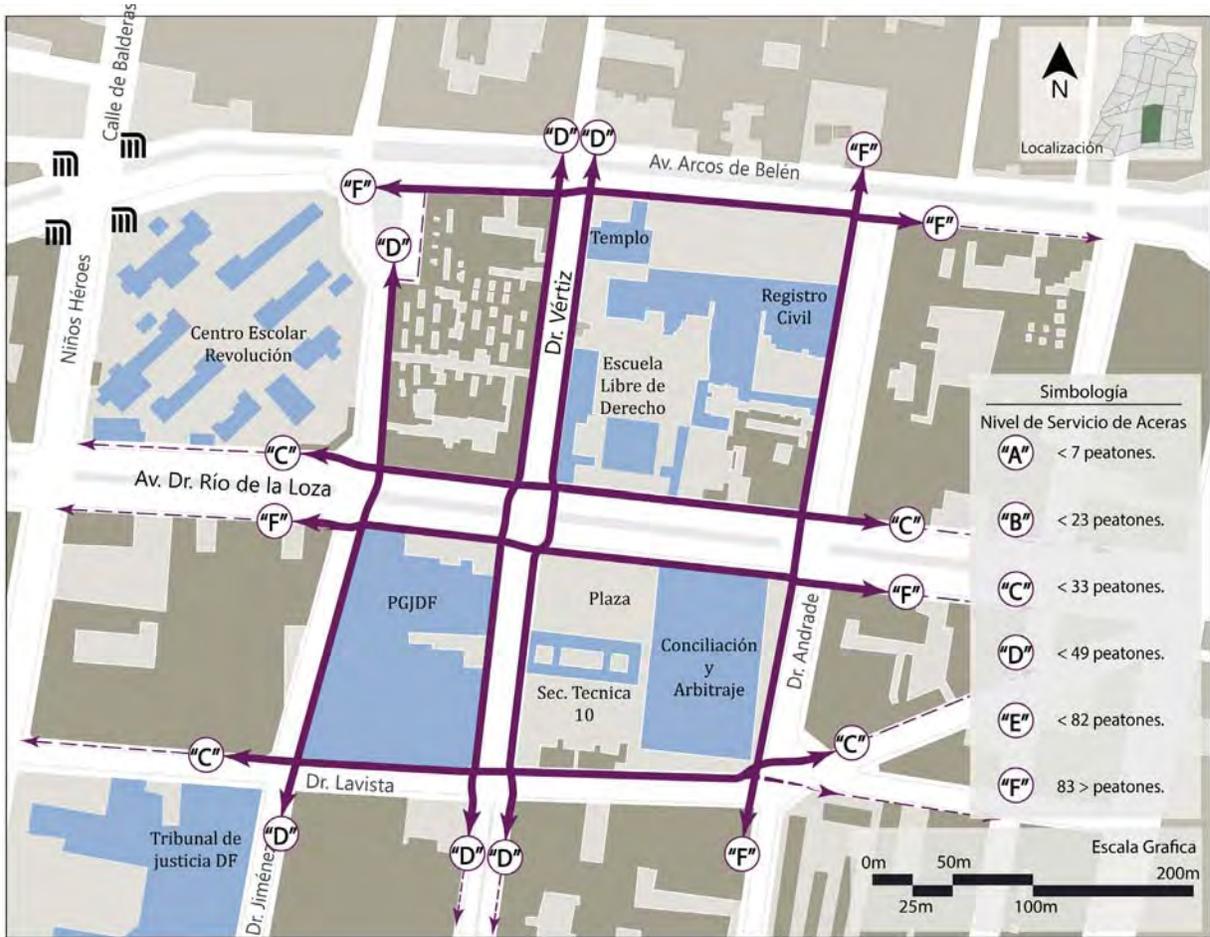


Figura 33. Nivel de servicio peatonal en aceras. Elaboración propia.

#### 4.4.4 Flujo Vehicular

Al igual que las mediciones peatonales realizadas, el flujo vehicular en este caso es medido contemplando sólo los autos que circulan sin detenerse, para mostrar con esto la constancia del flujo vehicular. Para ello primero se muestra como se realizó el trabajo de campo. Así como el procesamiento de resultados, a su vez también se muestra como se registraron las velocidades de circulación en la zona. Se muestran los resultados de ambos, primero los tomados durante la semana de lunes a viernes y después los del fin de semana en sábado y domingo.

##### 4.4.4.1 Medición y procesamiento de la información

En esta parte de la medición del comportamiento vehicular se tomaron en cuenta dos aspectos; la velocidad de circulación y el flujo peatonal; para medir la velocidad se consideró tomar una muestra representativa de entre cinco y seis automóviles para una muestra total de entre 20 y 24 autos. Tomado en lapsos de tiempo de 15 minutos, se facilitó el registro y el procesamiento de la información.

El flujo vehicular también fue registrado a partir de lapsos de 15 minutos, pero solo se tomaron en cuenta aquellos autos que mostraran una circulación ininterrumpida a través de la intersección, lo cual significa que el automóvil no se detuviera al cruzar el semáforo o que el congestionamiento provocara que el auto se detuviera.

por completo. Para esto se requirió de un equipo que trabajara de manera continua de 6:00 a 19:00 h, un día entre semana y un día en fin de semana, el equipo se conforma de dos personas para el registro de las velocidades de circulación y una persona para el aforo vehicular.

#### 4.4.4.2 Flujo vehicular entre semana

La medición se realizó en los mismos horarios que el aforo peatonal, en equipo de 2 personas las cuales se situaron a una distancia de 60 m de separación una de la otra, y con la intersección al centro, y usando radios de corta distancia y cronómetro, se registró el tiempo (segundos) que a cada automóvil le tomaba cruzar la intersección en cuestión ( Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz), considerando que el auto no fuese detenido por el semáforo o que se detuviera totalmente a causa del congestionamiento.

La tabla 13 muestra el extracto de la matriz de registro de tiempos y velocidades resultantes de los automóviles registrados. Durante el horario de registro se identificaron velocidades máximas de 90 km/h y mínimas de hasta 5.8 km/h, para lo cual es necesario destacar que estas dependen de las condiciones del congestionamiento. En el Anexo 4 se presenta la base de datos completa de velocidades vehiculares

**Tabla 13.** Registro de velocidades de rodada entre semana. (Elaboración propia).

Velocidades de circulación		Fecha: Martes 13 de octubre de 2015	
Cruce: Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz		Registró: Yahir Carmona, Luis Herrera	
Hora		Tiempo (s)	Km/h
06:00 h	06:15 h	7	51.4
		10	36.0
		11	32.7
		7	51.4
		7	51.4
06:15 h	06:30 h	9	40.0
		9	40.0
		8	45.0
		6	60.0
		9	40.0
06:30 h	06:45 h	8	45.0
		9	40.0
		9	40.0
		6	60.0
		7	51.4
06:45 h	07:00 h	7	51.4
		6	60.0
		10	36.0
		9	40.0
		6	60.0
Velocidad Promedio			46.6

La relación de velocidades y volúmenes vehiculares establece que entre semana el flujo continuo de autos es muchísimo menor que durante el fin de semana, esto debido a que con un alto nivel de congestionamiento la circulación es obstaculizada y disminuye el rendimiento y fluidez de la calle.

En promedio son 2,486 vehículos son los que mantienen una circulación efectiva por hora, es decir, autos que consiguen transitar por la intersección (Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz.), sin detenerse totalmente, a una velocidad promedio de 36.5 km/hr.

Como se observa en la figura 34, mientras el flujo es de 2,486 a/h, la velocidad, durante el lapso de trabajo de 12 horas (que es el de mayor afluencia peatonal), se presentan un mínimo de 23 km/hr al mediodía, con un flujo de 2,634 vehículos, que indica un bajo nivel de congestionamiento, por otro lado una velocidad máxima de 48 km/h, a las 15:00 h, con un volumen de 2,472 unidades, indica problemas de congestionamiento resultante del bajo volumen de automóviles que logran una circulación fluida por la zona, además se tiene que considerar que durante los horarios de actividad de las escuelas, la velocidad es dos veces más alta de lo permitido (20 km/h en zona escolar) principalmente a las 15:00 h, cuando hay una mayor afluencia de menores que terminan sus clases.

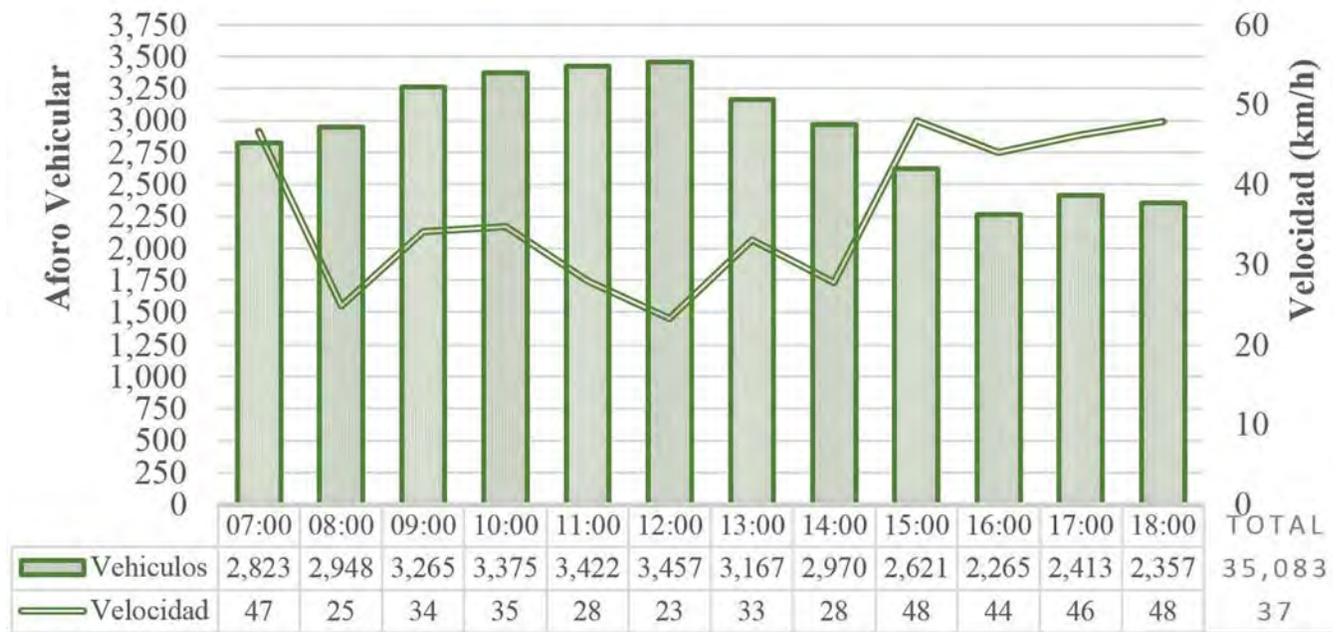


Figura 34. Flujo vehicular vs velocidad entre semana. Intersección Dr. Río de la Loza y Dr. Vertiz. (Elaboración propia).

#### 4.4.4.3 Flujo vehicular en fin de semana.

Durante el fin de semana, los flujos vehiculares y velocidades resultan mayores a diferencia de entre semana, y tomando en consideración que; sábados y domingo el flujo peatonal máximo es de 600 personas por hora y la inactividad del equipamiento de la zona, el nivel de peligro es menor. Ver figura 35.

En la figura 34 se observa que el pico de volumen vehicular se presenta a las 15:00 h con un total de 4,516 unidades y una velocidad de 38 km/h, mientras que el horario de mayor congestión es a las 14:00 h pues la velocidad de 19.4 km/h y un volumen de 2,610 autos, se refieren a problemas en la circulación de Dr. Río de la Loza.

El incremento tanto de velocidad como de volumen vehicular, que se presenta en el lapso de una hora de 14:00 a 15:00 h, puede indicar que tanto el semáforo de Dr. Río de la Loza como los semáforos subsecuentes no obstaculizaron la circulación, permitiendo un efectivo desplazamiento de vehículos.

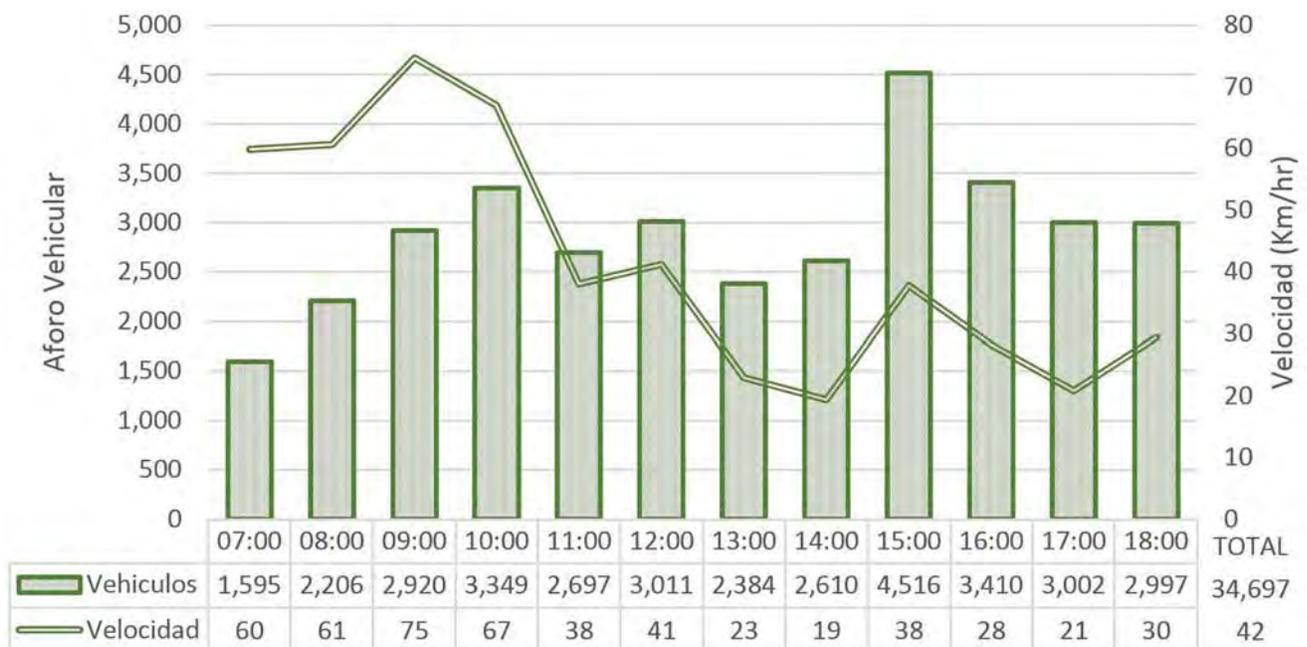


Figura 35. Flujo vehicular vs Velocidad en Fin de Semana, intersección; Dr. Río de la Loza y Dr. Vertiz. (Elaboración propia).

La situación que de acuerdo a la velocidad es más peligrosa se capturó en un horario entre 9:00 y 10:00 h, con un flujo vehicular de 3,349 autos, y un flujo peatonal que alcanzó las 333 personas de las cuales el 5% fueron niños, mientras que cuando la velocidad es de 19 km/h, transitan hasta 2,610 autos, 419 personas de las cuales 11% son niños.

## 4.5 Estudio de Escenarios posibles (método “What if?”)

Para complementar el análisis del trabajo de campo es preciso recurrir a un método de análisis de riesgo que se basa en plantear diversos escenarios que plasmen los comportamientos vehiculares y peatonales que dan lugar a los accidentes en las vialidades.

Dirigido a la detección y evaluación de desviaciones sobre el comportamiento previsto, es que la guía técnica para el análisis de riesgo<sup>2</sup> muestra que una metodología de lluvia de ideas donde personas familiarizadas con el proceso de estudio plantean escenarios indeseables que podrían llegar a ocurrir, esto permite plantear esbozar alternativas que reduzcan el riesgo mismo del objeto de estudio.

Tomando en cuenta que el riesgo peatonal no es considerado como un proceso estricto, similar al de alguna fábrica o laboratorio, el proceso de análisis conlleva el registro de movilidad vehicular y peatonal, donde se describan los movimientos en el transcurso del día.

### 4.5.1 Movimientos vehiculares y peatonales.

En el entorno de una intersección vial, se desarrollan diferentes movimientos de continuación sobre la vialidad y vueltas a derecha e izquierda, cambios de carril, entre otros. Estos al realizarse de manera irracional o precipitada, provocando accidentes en el espacio público.

Movimientos vehiculares. Entorno a la circulación de autos se identifica ciertos compartimientos causantes del congestionamiento, sobretodo en la Ave. Río de la Loza se identifican los siguientes movimientos:

- Autos que se integran a Dr. Vértiz con dirección sur, circulando desde los carriles del lado derecho del camellón. Figura 36.
- Autos que se integran a Dr. Vértiz con dirección sur circulando desde los carriles del lado izquierdo del camellón. Figura 36.
- Dan vuelta a la izquierda (hacia Dr. Vértiz) desde los carriles situados a la izquierda del camellón. Figura 37.
- Dan vuelta a la izquierda (hacia Dr. Vértiz) desde los carriles situados a la Derecha del camellón. Figura 37.

2 Información retomada de: Civil, D.G. (sf). GUIA TECNICA. Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos, España. Fecha de consulta: Marzo 2015, disponible en <http://www.proteccioncivil.org/documents/11803/22691/GUIA+TECNICA+METODOS+CUALITATIVOS+PARA+EL+ANALISIS+DE+RIESGO.pdf>



Figura 36. Croquis movimientos vehiculares. (Elaboración propia).



Figura 37. Croquis 2 movimientos vehiculares, Elaboración propia.

Al hablar de la calle Dr. Vértiz, y siendo esta una calle de doble sentido los movimientos se realizan en sentido Norte/Sur y Sur/Norte.

- Autos que cruzan continuando sobre Dr. Vértiz
- Autos que se Incorporan a Dr. Río de la Loza principalmente hacia el Este y hacia ambos lados del camellón y hacia el oeste durante el horario de sentido reversible (6:00 h – 9:00 h).

### *Movimientos peatonales*

El flujo de personas que se presenta en la zona es realizado principalmente en acera, sin embargo se destacan los siguientes:

- Se destaca el flujo peatonal en la acera sur de Dr. Río de la Loza dirección este por la atracción generada por el Registro Civil, la Junta de Conciliación y Arbitraje y la Escuela Secundaria Técnica 10.
- El cruce peatonal con mayor afluencia es Cruce peatonal hacia el norte después del horario de salida escolar.
- El peatón camina entre los automóviles durante las horas de más congestión.
- Los peatones esperan a los cambios del semáforo para cruzar el arroyo vehicular.
- Los peatones permanecen con frecuencia debajo de la acera, en el arroyo vehicular con el objetivo de realizar parada de taxis o camiones.
- Continuos cruces en diagonal de peatones, en el cruce de Dr. Río de la Loza, en diagonal.
- Los peatones, con el objetivo de no ver interrumpida su traslado, realizan cruces de avenida por los camellones centrales atravesando Dr. Vértiz.

### 4.5.2 Cuestionamientos

Las preguntas formuladas a continuación, más allá de hacer referencia a escenarios indeseables, buscan entender la situación actual y la respuesta de automovilistas y peatones antes de una medida de mejora.

1. *¿Qué pasa si cuando un auto se incorpora a Dr. Vértiz con dirección sur (hacia la derecha), desde el lado izquierdo del camellón bloquea la circulación mientras el peatón cruza la avenida?*

Sí el automovilista llega a considerar que cuenta con el espacio de cruce suficiente, este puede llegar a poner en peligro al peatón, mientras contribuye al congestionamiento donde otros autos tienen que unirse a dicho comportamiento.

2. *¿Qué pasa si el peatón opta por cruzar entre coches y semáforo en verde?*

Al observar un tráfico vehicular detenido, mientras atraviesa la vialidad con semáforo peatonal en rojo este se arriesga a que repentinos acelerones e incluso motociclistas imprudentes que circulan entre coches se impacten con ellos.

3. *¿Qué pasa si el peatón cruza en diagonal, pero se queda inmerso en el cruce de autos sobre Dr. Vértiz?*

Este tipo de movimiento es frecuente entre personas que desenvuelven sus actividades como comerciantes ambulantes en la zona, con el objetivo de ahorrar minutos de traslado y al ver el tráfico detenido estos continúan el cruce entre los autos. Esto indica un riesgo de atropellamiento dos veces mayor pues es un comportamiento que no respeta a ninguno de los semáforos.

4. *¿Qué pasa si no se respeta el ciclo vía?*

Motociclistas y camioneros son los que presentan una mayor tendencia a utilizar el carril de bicicletas con el objetivo de adelantarse al tráfico, rodear autos mal acomodados en su carril, y el caso de los camioneros alcanzar a subir un pasaje que le espera cruzando la calle. Esto pone en riesgo principalmente al ciclista usuario de la vía y al peatón que decide bajar a dicha vía para pedir una parada, esperar su turno de cruzar, evitar las banquetas congestionadas con comercio ambulante, entre otros.

5. *¿Qué pasa si el tiempo de ambos semáforos estuviera bien sintonizados?*

El equilibrio en la zona de estudio resulta complicado, pero si estuviera sincronizados tanto el semáforo de Av. Dr. Río de la Loza junto con el que se encuentra sobre Ave. Niños Héroes y Dr. Andrade, para que fuesen lapso más reducidos de tiempos y equilibra a su vez el de Dr. Vértiz, podría contribuir a la disminución del estrés y reacciones inesperadas del automovilista.

6. *¿Qué pasa si se modifican las dimensiones del camellón de Dr. Río de la Loza?*

Es importante plantear en consideración que el diseño de esta vialidad resulta funcional al tratarse de avenidas de doble sentido pues el camellón permite que el peatón espere su turno para cruzar de forma segura con semáforo. Al hablar del camellón en una vialidad de un solo sentido, este entorpece los movimientos vehiculares de los automovilistas ya que complica cambios de dirección.

Tomando en consideración que en este cruce los autos utilizan el espacio del camellón para esperar y hacer cambios de dirección y vueltas, la reducción de las dimensiones del camellón, no resolvería por completo el problema, ya que esto continua entorpeciendo los movimientos vehiculares en la parte central del cruce.

Por otro lado, sí se eliminara el camellón a lo largo de la avenida y compensar el espacio de este en banquetas laterales, la distancia de cruce para el peatón se incrementa mientras se agiliza el flujo vehicular, y al no tener barreras fija que impidan el cambio de carril hacia los extremos de la calle, el espacio extra en las banquetas puede ser empleado como área verde que separe el flujo peatonal del vehicular. En este caso un incremento en el tiempo de espera de los automóviles es necesario, lo cual interfiere en el flujo vehicular.

7. *¿Qué pasa si se respetara el estacionamiento en paralelo sobre Dr. Vértiz?*

El respeto adecuado del estacionamiento, generaría un cambio en el flujo vehicular ya que esto liberaría dos carriles de circulación, uno en cada sentido, reduciendo el congestionamiento generado por la corta duración del semáforo en verde.

8. *¿Qué pasa si se incorporara a la intersección un puente peatonal?*

El uso de un puente peatonal es de cuestionarse, por un lado ya que el constante tránsito de vehículos de grandes dimensiones (camiones de carga y de pasajeros), los cuales representan aproximadamente el 9% del flujo vehicular diario, compromete la altura del puente y complica un adecuado diseño universal que brinde completa accesibilidad total a los usuarios del espacio público.

Considerando que el peatón que hace más uso de la vialidad son personas en edad productiva, se puede destacar lo establecido por el Instituto de Salud Pública en cuanto a los motivos de uso y no uso de los puentes peatonales; por un lado su uso no resulta eficaz ya que más de la mitad de la población opta por no hacer uso de los puentes peatonales cuando existe la posibilidad de atravesar a nivel de calle. A su vez este tipo de estructuras favorecen solo la movilidad de los vehículos, y orillan al peatón a hacer uso de las vialidades por la inseguridad que pueden transmitir los puentes peatonales, asumiendo con ello el riesgo al cruzar el flujo vehicular.

## 4.6 Conclusiones de la evaluación del estado de riesgo

Todo el análisis realizado remarca la importancia de elaborar revisiones constantes de la red de semaforización, y reestructuración de la vialidad, que en búsqueda de desahogar el tráfico de vialidades principales, son las vialidades secundarias las que se ven afectadas por un incremento del congestionamiento vial, provocando así precipitados cambios de ruta por parte de conductores y peatones. En paralelo a su vez es primordial que se refuerce el cumplimiento del reglamento de tránsito en términos de velocidades, vueltas permitidas.

Tan solo el estudio de las variables permitió catalogar a la intersección de Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz como el cruce de mayor riesgo peatonal de la colonia, justo por encima de Niños Héroes con Dr. Río de la Loza y esta con Dr. Andrade, con una valoración de 21, 19 y 18 respectivamente.

Aun cuando las tres intersecciones coinciden en una vialidad, misma que es identificada con un cinturón de equipamiento urbano, es Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz la que demuestra un flujo peatonal de aproximadamente 25,837 peatones en horario de 6:00 h a 19:00 h, de los cuales el 9.4% son niños y jóvenes menores de 15 años.

Es posible contemplar que la estructura urbana y el estado de la vialidad de la colonia se caracterizan por que estimulan altas velocidades, aumentando la probabilidad de muerte en un accidente, sobre todo porque en la intersección se concentra una circulación del 55% de los jóvenes entre las 14:00 y 16:00 h, tiempo en el que las velocidades rondan entre 30 y 44 km/h.

Retomando el peligro peatonal derivado de la velocidad vehicular, velocidades que sobre pasan los 40km/h en horario de alto flujo peatonal, son alarmantes al considerar la presencia de múltiples centros escolares en el entorno inmediato de la intersección de Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz.

Con todo el análisis establecido es posible hacer referencia a seis elementos importantes relacionados al riesgo peatonal: accidentalidad, el sistema de semaforización, la señalización (vertical y horizontal), relación de velocidades, visibilidad. En conjunto estos elementos con la utilización de los principios de análisis "What If?", se destacan las causas que aumentan el riesgo peatonal en la intersección, con las cuales es posible plantear soluciones que ayuden a disminuir el riesgo peatonal.

La semaforización. Por un lado la sincronización por muy buena o mala que se considere, es factor importante que genera altos niveles de congestión vehicular provocando que el peatón se movilice entre autos, aumentando su riesgo.

Usos de suelo. Se muestra que el equipamiento mantiene una influencia directa sobre la vialidad Dr. Río de la Loza, forman lo que aquí se identifica como un cinturón de equipamiento y como tal la avenida presenta un alto rango de actividad peatonal y vehicular, con más de 25,000 personas que transitan cotidianamente, es necesario establecer barreras que controlen los movimientos peatonales en áreas que no son adecuadas para cruce, sobre todo por la tendencia existente de traslado peatonal sobre el camellón.





Capítulo cinco  
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN URBANA PARA LA DISMINUCIÓN DEL  
RIESGO PEATONAL.



Es importante tener en cuenta que, para obtener un diseño que realmente disminuya el riesgo peatonal, es necesario modificar el comportamiento de vehículos en una vialidad de un solo sentido con camellones centrales, ya que las condiciones actuales complican vueltas y trayectos continuos. A sabiendas de que una reestructuración de camellones representa remover vegetación existente, estas modificaciones procuran tener un impacto integral que beneficie en primera la seguridad peatonal mientras se mejora el flujo vehicular, considerando la presencia de la vegetación existente. Esto se supone incrementara el espacio disponible en banquetas laterales que sirvan al flujo peatonal.

### 5.1 Estado actual de la intersección

Dr. Río de la Loza en el tramo de estudio entre Dr. Jiménez y Dr. Andrade se encuentra caracterizada por aceras de entre 4 y 7 metros de ancho, una ciclo vía y un arroyo vehicular que abarca 8 carriles y 30 m de ancho que incluyen el espacio de un camellón de 6 m de ancho que es el indicador de que la vialidad fue diseñada originalmente como una calle de doble sentido.

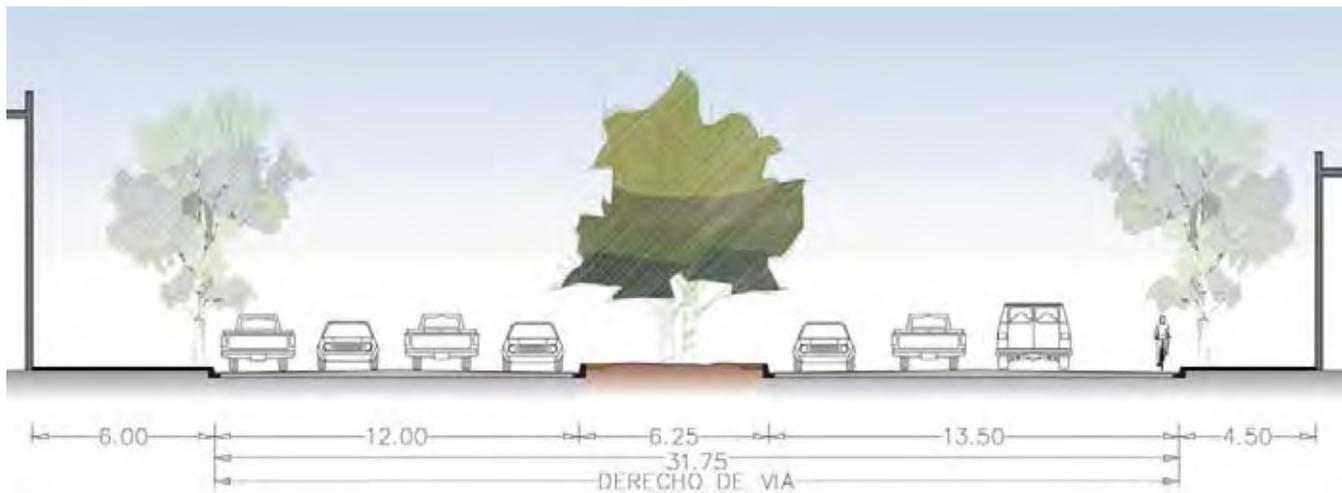


Figura 38. Sección transversal de Dr. Río de la Loza. (Elaboración propia).

En la figura 38 se aprecian las dimensiones transversales de Dr. Río de la Loza, donde es necesario destacar que originalmente era una vialidad de ocho carriles, que después fueron modificados a seis carriles de no menos de 3.6 m de ancho y un carril para bicicletas. La vegetación en el sitio resulta de grandes proporciones que en términos de control de velocidad resulta disminuye el espacio visual del conductor, siendo esta una característica que se busca conservar para evitar los aumentos excesivos de velocidad. Como parte de lo anterior la figura 39 identifica la zona en la cual se desarrolla la propuesta de diseño.

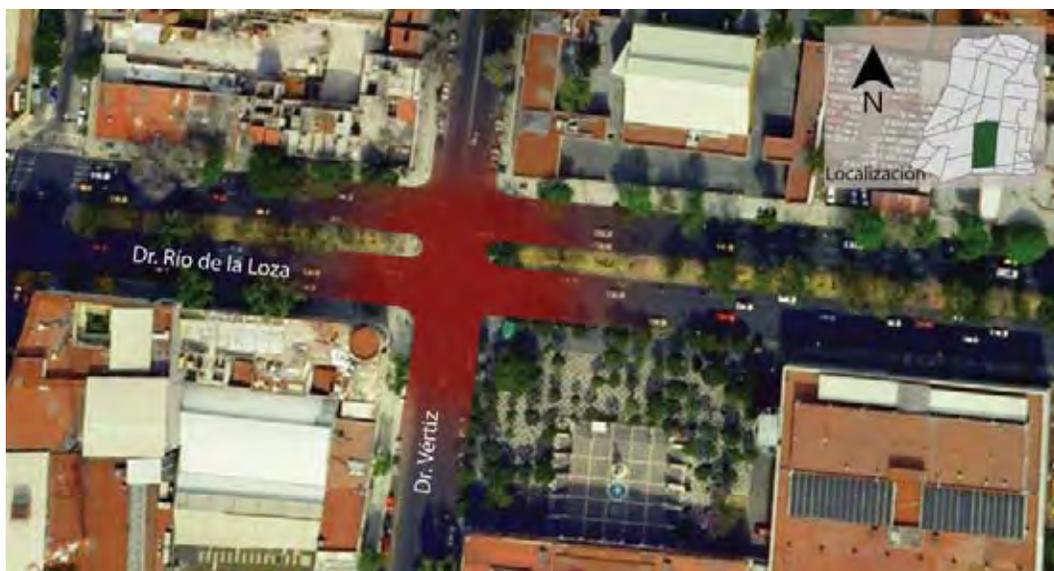


Figura 39. Intersección Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz. Fuente Google Earth.



Figura 40. Estado actual de la zona de intervención. Elaboración propia.

En los camellones con una anchura de seis metros o más se observa la presencia de andadores de adoquín que visualmente influyen en el cruce de personas a mitad de acera, además se encuentra vegetación de grandes dimensiones, relevante no solo en cuanto a imagen urbana, sino también como elementos que disminuyen las dimensiones visuales de la vialidad que proporciona la zona. Esto se puede observar a partir de las siguientes imágenes.

Se puntualiza que la calle de Dr. Vértiz presenta señalización de zona prohibida para estacionamiento, que viendo que este lineamiento de tránsito no es respetado, el proyecto de intervención urbana ha de promover la gestión para permitir el estacionamiento en paralelo sobre Dr. Vértiz.

## 5.2 Elementos aplicables.

Al ser una calle de amplias dimensiones son necesarias ciertas medidas de diseño urbano específicas para este tipo de calles<sup>1</sup>, Entre estas se considera la utilización de ciertos elementos de imagen urbana que de una u otra manera controlan las velocidades y movimientos vehiculares mientras mejoran el espacio público y mejoran la seguridad peatonal.

- *Ampliación de la curva de giro.* Creadas inicialmente para marcar la división entre el arroyo vehicular y la aceras, esta modificación permite la creación de un espacio flexible que permite una relación entre la acera y la calle. Este espacio por tanto evita espacios de estacionamiento en curva, calmado el tráfico mientras mejora la visibilidad en las esquinas.
- *Marco vegetación.* Mantener los árboles altos como arbustos pequeños en las aceras y camellones, de acuerdo con la guía de diseño de calles urbanas, genera la disminución del campo visual del conductor haciendo que este disminuya o conserve bajas velocidades de circulación. Otros beneficios de utilizarla vegetación y diseño de paisaje como parte de la separación entre el arroyo vehicular y la circulación peatonal, es que esta tiende a delimitar las zonas de estacionamiento, realza el espacio público y disminuye visualmente las distancias de cruce de los peatones.
- *Bolardos y asientos públicos.* Estos elementos de mobiliario público son altamente provechosos ya que por cada espacio de estacionamiento es posible crear más de 18 m<sup>2</sup> de espacio público. Entre los criterios que justifican la implementación de este tipo de elementos se contempla:
  - o Usos de suelo capaz de atraer altos volúmenes de personas.
  - o Un preexistente soporte de la comunidad.
  - o Presencia de comercio, entre otros.

## 5.3 Propuestas de intervención.

Bajo la consideración del comportamiento vehicular y peatonal que presenta la intersección se desarrollaron tres propuestas que cumplen la función de modificar los flujos haciendo uso de los distintos elementos de imagen urbana que favorecen la seguridad peatonal y transforman el espacio público.

Las tres propuestas que se muestran a continuación son un ejemplo de las distintas formas de entender el espacio urbano, considerando las características físico-urbanas y sociológicas del entorno con el objetivo principal de disminuir significativamente en riesgo de las personas que interactúan cotidianamente en la zona de estudio

La primera de estas propuestas se presenta bajo una perspectiva radical en cuanto a modificación de ambiente y una verdadera perspectiva de movilidad, mientras que las opciones siguientes se mostraron más integrales en cuanto al manejo de los elementos de seguridad y control vehicular. Para lograr un diseño urbano integral es necesario contemplar la utilización de señales viales preventivas, informativas y restrictivas, tales como la presencia de cruceo peatonal y escolar, disminución de velocidad, alto próximo, camino dividido, entre otras. Aunado a esto es necesaria una adecuada calibración de semáforos tanto en la intersección analizada como en los cruces circundantes y de ser necesario la colocación de semáforos especiales.

<sup>1</sup> Las medidas de diseño mencionadas en Urban Street Design Guide, publicada por National Association of City Transportation Officials se pueden encontrar en formato PDF en <http://nacto.org>

Este último capítulo determina la posibilidad de modificar situaciones de riesgo para el peatón a partir de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad entorno a una zona urbana determinada, mientras que es posible la utilización de este método de evaluación en otros tipos de análisis urbanos, tales como la planeación del transporte e impacto de los usos de suelo.

### 5.3.1 Propuesta 1. Eliminación de camellón

La idea inicial de este modelo busca resolver la problemática de congestionamiento vial que se desarrolla en la zona observada durante el desarrollo del trabajo se campo, además del aforo vehicular y los horarios de mayor demanda.

Esta primera opción surge a partir de la consideración de que la presencia del camellón central en sus inicios correspondía a una vialidad que operaba en doble sentido, pero que en las últimas décadas se modificó para permitir el tránsito en una sola dirección, haciendo de este camellón un elemento que interfiere y complica en flujo vehicular en las intersecciones con mayor tránsito vehicular como lo son Niños Héroe y Dr. Vertiz. Esto se traduce en la eliminación del camellón central de la Ave. Dr. Río de la Loza y adaptación de dicho espacio a las aceras laterales. La influencia de dicha modificaciones se establece a partir de un listado de ventajas y desventajas entorno al comportamiento probable de vehículos y peatones conforme a croquis de estudio.

#### *Ventajas*

- Las distancias de cruce para el peatón son reducidas y la inexistencia de un camellón central disminuye más no erradica la probabilidad de cruce cuando hay poco tiempo.
- El incremento de ambas aceras promueve un mayor flujo peatonal y espacios destinados a la interacción social.
- La ampliación de curva en calle Dr. Vértiz disminuye las velocidades de giro de autos en ambos sentidos.
- La eliminación de obstáculos en la Av. Dr. Río de la Loza permite un mejor flujo vehicular que elimina el conflicto en plena área de cruce y permite un nivel de servicio mayor.

#### *Desventajas*

- Resulta una solución desarrollada en torno al vehículo y la mejoría de su movilidad sin contemplar las necesidades de cruce del peatón.
- Al aumentar la sección del arroyo vehicular se esperan mayores velocidades de circulación que a su vez resultan perjudiciales en caso de un incidente vehicular.
- Afecta el paisaje urbano al disminuir significativamente la vegetación involucrada.
- Para que esta opción funcione como es deseada, dependerá mayormente de la señalización y un buen estado de funcionamiento.
- Promueve un incremento del aforo vehicular diario sobre Ave Dr. Río de la Loza
- Involucra una tala de al menos 37 árboles de grandes dimensiones, que se encuentran en los camellones de Dr. Río de la Loza desde Gral. Gabriel Hernández hasta Dr. Andrade. Acción que se considera innecesaria por razones ambientales y sociales.
- Puede convertirse en una barrera para los adultos y niños que necesitan cruzar Ave. Río de la Loza para llegar a la escuela, fuentes de trabajo y hogares.
- Representa alta inversión al espacio que implica recarpeteado, retiro de vegetación, ampliación de aceras.
- La propuesta de la erradicación de elementos importantes para el usuario cotidiano de las zonas de cruce, es susceptible a trabas de carácter social y ambiental por parte de instancias gubernamentales, y organizaciones públicas.

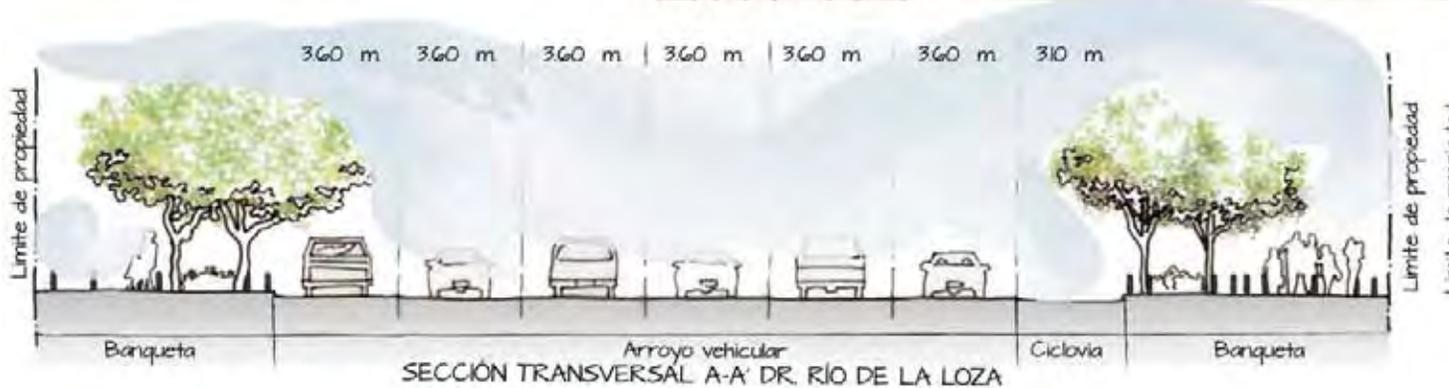
Con estos y otros puntos que pueden ser agregados tanto a las ventajas y desventajas de la propuesta, es que esta se considera innecesaria y que en principio favorecería el flujo vehicular, hecho que a su vez provocaría indirectamente un aumento del parque vehicular que circula por las calles de la Ciudad de México.

A continuación se muestra a nivel de croquis, un estudio la intersección, en el cual se percibe la amplitud que obtiene la avenida, el incremento del espacio peatonal en las aceras involucradas y la falta de vegetación central.

### 5.3.2 Propuesta 2. Intersección canalizada 1



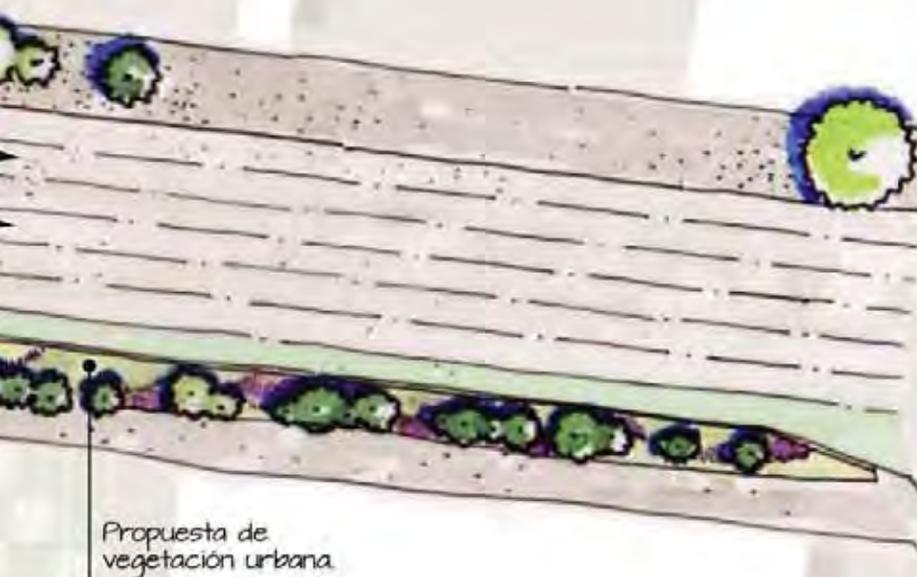
VISTA EN PLANTA



# ANÁLISIS-PROPUESTA 1

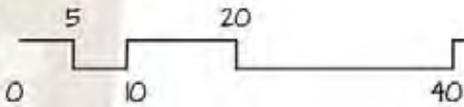


va de  
a nivel  
lar,  
plardos.



Propuesta de  
vegetación urbana

Escala Gráfica  
80 m



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B' DR. VERTIZ



TEMA DE INVESTIGACIÓN  
ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE RIESGO  
PEATONAL EN LAS VIALIDADES DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO

DISEÑO  
SINAÍ LÓPEZ SANTOS

ASESOR  
JUAN ANSBERTO CRUZ G.



PLANO  
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN  
URBANA NO.1  
INTERSECCIÓN  
DR. RÍO DE LA LOZA Y DR. VÉRTIZ

FECHA  
ABRIL 2016

Este tipo de manejo de la vialidad hace referencia a una intersección a nivel, donde la unión de dos carriles previamente incomunicados, permitir un cruce oblicuo de cambio de carril, este genera una zona de entrecruzamiento al centro.

La adaptación de este tipo de propuesta transforma el camellón en una faja separadora central, que al no influenciar de manera importante los movimientos peatonales y vehiculares en la zona de la intersección, permite un mejor control del congestionamiento y flujo vehicular ya que evita incorporaciones a Dr. Vértiz desde los extremos contrarios del arroyo vehicular.

### *Ventajas*

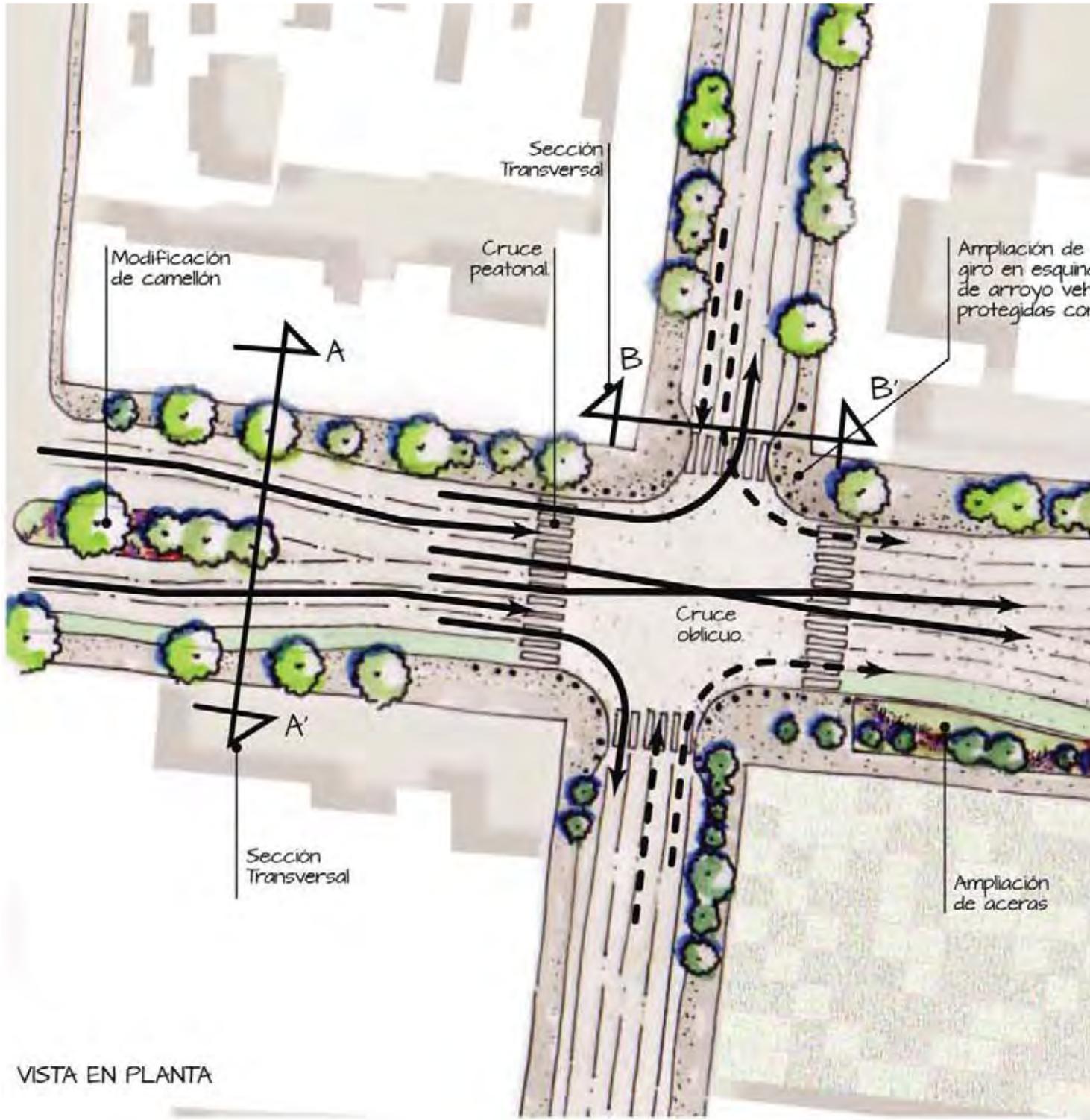
- Se reduce a un 50% la remoción de vegetación existente en el camellón
- El incremento del área de acera en las esquinas permite agregar áreas verdes, generando con esto un espacio más agradable de transitar a pie.
- La sinuosidad que se produce en los carriles de extrema pretende un tendencia de disminución de velocidad de los automovilistas.
- Control de los movimientos vehiculares
- Ampliación de las curvas se traduce en una disminución del peligro, ya que el automóvil tendrá más espacio para reaccionar de ser necesario.
- El incremento del espacio en aceras añade seguridad a altos volúmenes peatonales.

### *Desventajas*

- Implica una inversión mediano plazo ya que se debe considerar la ampliación de acera de las cuatro esquinas, eliminación de vegetación existente, excavaciones, entre otros.
- Es necesario limitar el acceso y desviar el tráfico de la zona, hacia calles aledañas.
- Incrementa la distancia de cruce convirtiéndose en una barrera para peatones jóvenes y de la tercera edad principalmente.
- Considerando el tipo de movimientos peatonales que tiene la intersección, las modificaciones implícitas aún no son necesarias, sin embargo puede tomarse en consideración en casos de aumento de flujos peatonales.
- De no acompañar dicha propuesta con una adecuada sistematización de semáforos, el flujo vehicular puede presentar velocidades aún más altas.

Aunque es una opción viable de retomar en torno al cambio de la circulación vehicular, representa cambios innecesarios por el tipo de movilidad peatonal, ya que por lo menos 3 de las cuatro aceras involucradas serían subutilizadas, representando una inversión poco viable conforme a las condiciones actuales de flujo peatonal. En la imagen que se muestra a continuación es posible apreciar los cambios que ya se han venido comentando como las modificaciones en las esquinas, las modificaciones aplicadas a los camellones así como los cortes transversales a nivel de boceto de Dr. Río de la Loza y de Dr. Vértiz.

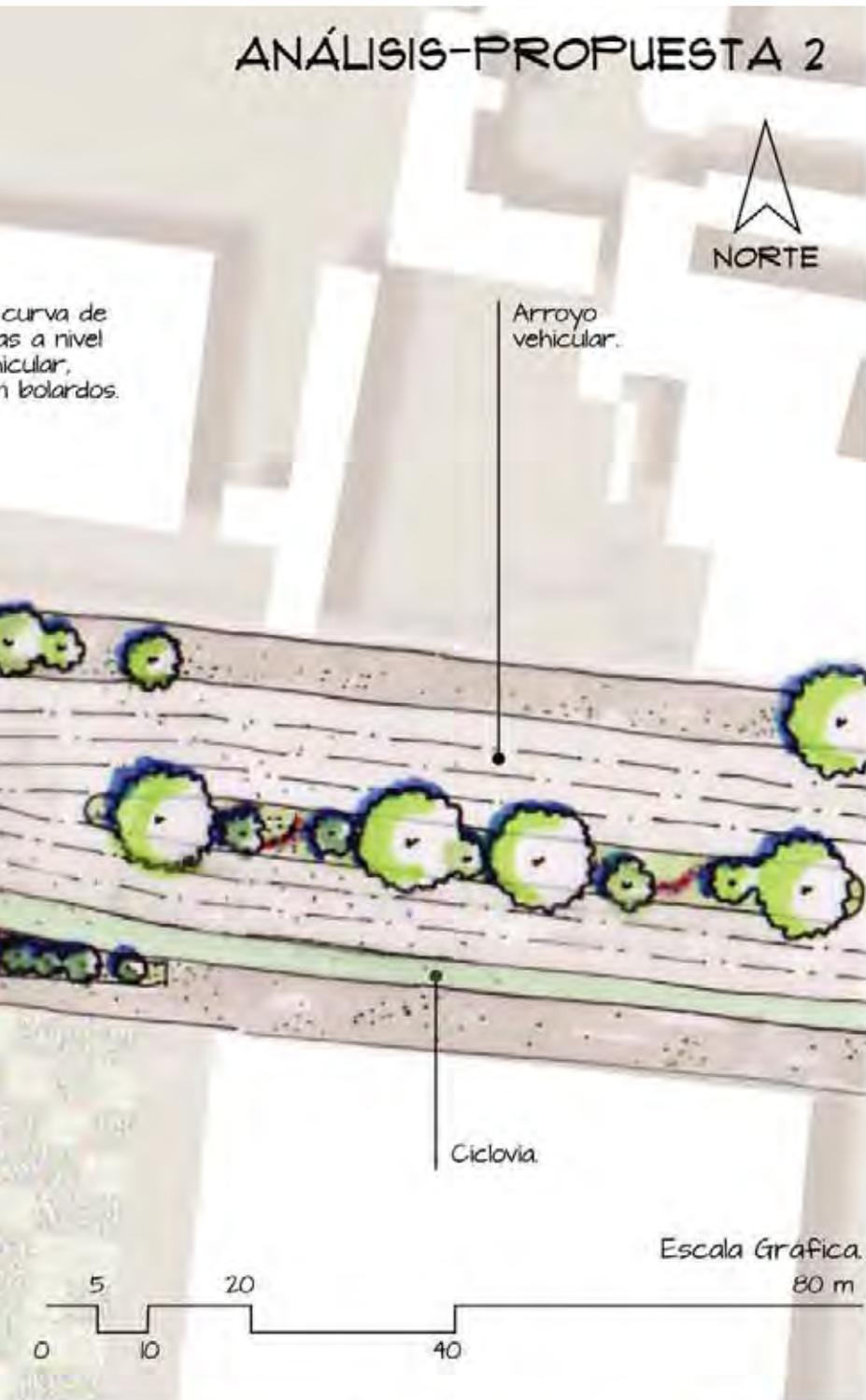




VISTA EN PLANTA



## ANÁLISIS-PROPUESTA 2



TEMA DE INVESTIGACIÓN

ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE RIESGO PEATONAL EN LAS VIALIDADES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

DISEÑO

SINAI LÓPEZ SANTOS

ASESOR

JUAN ANSBERTO CRUZ G.

LOCALIZACIÓN



PLANO

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

URBANA NO.2

INTERSECCIÓN

DR. RÍO DE LA LOZA Y DR. VÉRTIZ

FECHA

ABRIL 2016

### 5.3.3 Propuesta 3. Intersección canalizada 2

Las modificaciones urbanas propuestas a la intersección de Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz se desarrolla bajo los mismos términos de diseño utilizados en la propuesta anterior solo que en este caso se traducen en la eliminación de parte de los camellones centrales, recuperando dicho espacio junto a la acera sur de Dr. Río de la Loza mientras establece una separación física entre el arroyo vehicular y la ciclo vía que aquí se encuentra.

#### *Ventajas*

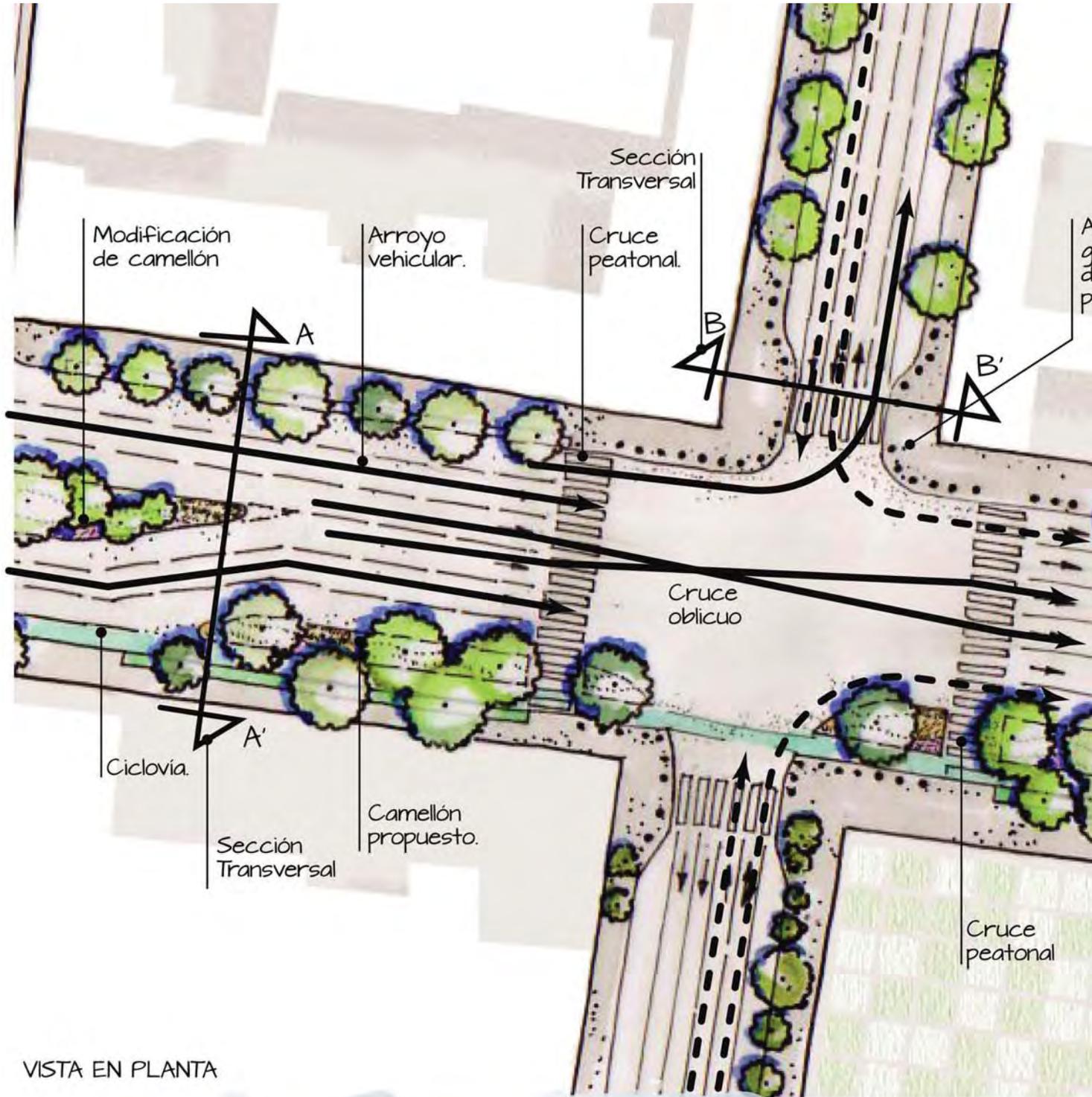
- Disminuye el congestionamiento vehicular debido a que se elimina el espacio de espera que brinda el camellón.
- Prevé un flujo de autos continuo que optimiza la movilidad vehicular, disminuyendo el tiempo de espera y conflicto en el área de cruce.
- Los carriles de extrema derecha se convierten en carriles de baja velocidad debido a que el camellón separador genera maniobras que precisan de una de una disminución de velocidad.
- El camellón entre la banqueta y el arroyo vehicular con espacio de ciclo vía proporciona una mayor seguridad peatonal así como un espacio propio para crucero.
- La ampliación de la curva de giro para incorporarse a ambas calles implica una disminución de la velocidad de circulación.
- Brinda mayor espacio al peatón para cruzar las calles.
- Regula el espacio dedicado a estacionamiento evitando la obstaculización de una visibilidad apropiada al momento de que se cruce la intersección.
- El cambio de la zona de cruce peatonal hacia adentro de la cuadra brinda mayor seguridad al peatón, ya que otorga una mayor distancia entre el vehículo y el peatón, aumentando el tiempo de reacción para el conductor en caso necesario.
- Al colocar la zona de esquina a nivel de acera y utilizando bolardos para diferencia el espacio peatonal del vehicular es parte de un diseño universal que permite un libre tránsito de personas con capacidades diferentes.

#### *Desventajas*

- Se incrementa el área de cruce.
- Es necesario que se complete este diseño con las medidas necesarias de señalización y regulación de la semaforización que sean pertinentes.
- Inversión relativamente alta, que implica reconstrucción de banquetas, recarpeteado eliminación de camellón y vegetación y colocación de árboles propuestos.

En las imágenes siguientes se muestra en principio el diseño conceptual de la vialidad que hace referencia al listado de beneficios y contraindicaciones que presenta que acompañan a las modificaciones. En el anexo 5 se presentan los planos de trazo geométrico de la intersección, secciones viales y plano de señalización que acompaña la propuesta.





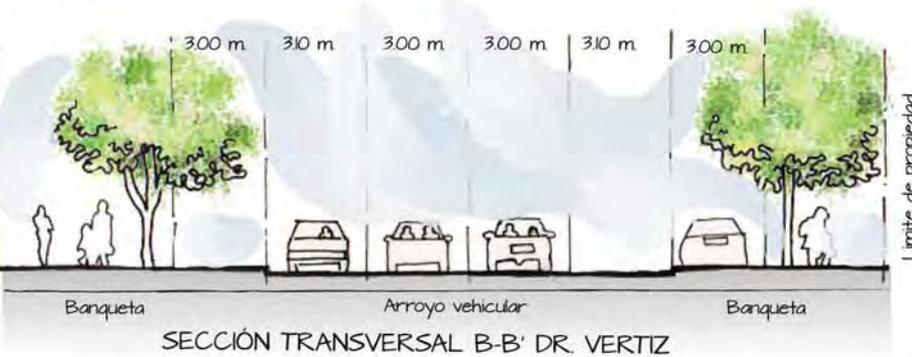
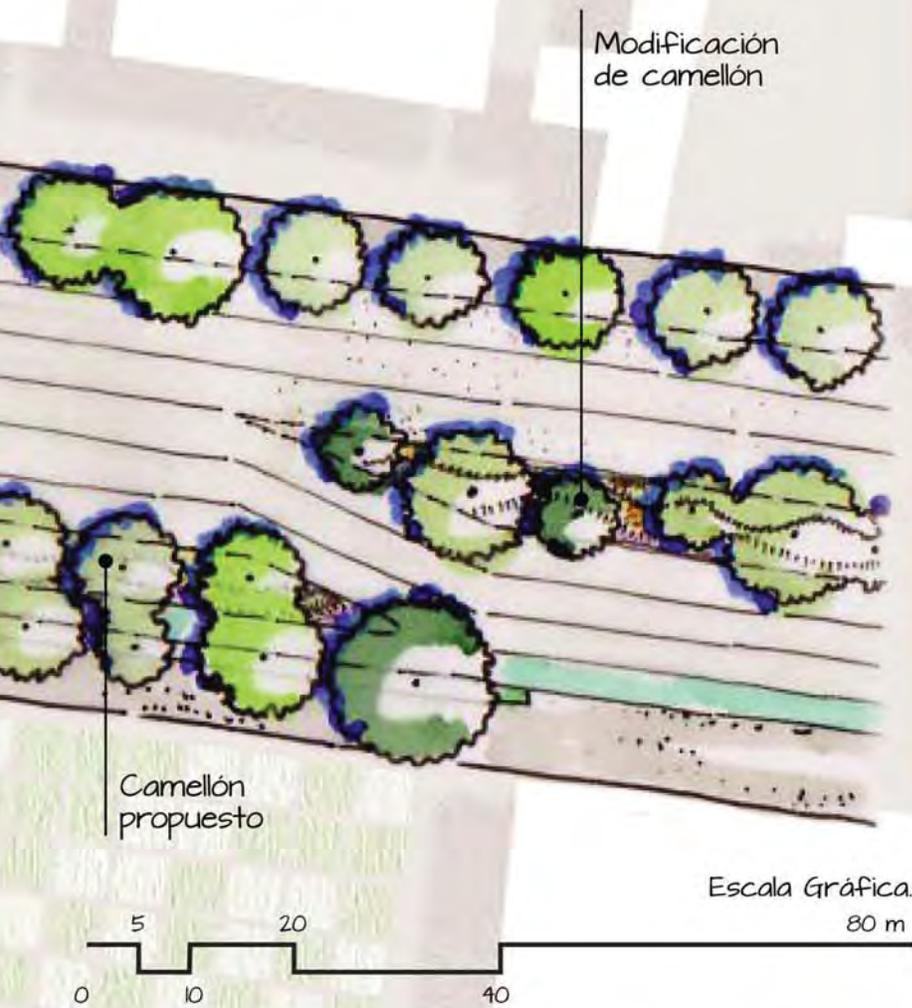
VISTA EN PLANTA



# ANÁLISIS-PROPUESTA 3



Ampliación de curva de giro, en esquinas a nivel de arroyo vehicular, protegidas con bolardos.



TEMA DE INVESTIGACIÓN  
**ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE RIESGO PEATONAL EN LAS VIALIDADES DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

DISEÑO  
**SINAÍ LÓPEZ SANTOS**

ASESOR  
**JUAN ANSBERTO CRUZ G.**



PLANO  
**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN URBANA NO.3**  
 INTERSECCIÓN  
**DR. RÍO DE LA LOZA Y DR. VÉRTIZ**

FECHA  
**ABRIL 2016**

## 5.4 Conclusiones sobre las propuestas de disminución de riesgo peatonal

Las intervenciones que aquí se plantearon se establecieron bajo una ideología que coloca a la calle como un espacio público para la gente, mientras cumplen la función de arterias para el tráfico vehicular, por lo es necesario que las injerencias realizadas sean de carácter integral que muestren como principal criterio de diseño la seguridad del peatón.

Las tres propuestas que se plantearon representan una pequeña parte de un sinfín de posibilidades que podrían dar solución al panorama de riesgo de la intersección, estas buscan una solución integral que beneficie primordialmente la movilidad peatonal, pero siguen tomando en cuenta el papel que juega los automovilistas en el entorno urbano. Cada una de las opciones desarrolladas funcionaron como un estudio de prueba y error, en el que el planeamiento anterior ayudaba a repensar los aciertos y desaciertos que influyen en el comportamiento tanto peatonal como vehicular.

La primera propuesta, que viene siendo la más drástica, concluyó que mientras se buscaba incrementar el espacio público peatonal, no se atendían adecuadamente cuestiones ambientales ni la necesidad de cruce del transeúnte. Las opciones dos y tres se presentan similares en cuanto al manejo del camellón sin embargo la segunda propuesta simboliza más una mayor área de cruce peatonal y continúa siendo peligrosa para el ciclista. Mientras que la última opción se caracteriza por mostrar un manejo más integral de la movilidad del peatón, del ciclista y del automovilista, ya que muestra un área protegida para el peatón que necesita cruzar mientras brinda barreras físicas entre la ciclo vía y el arroyo vehicular y por último permite un mejor flujo vehicular evitando movimientos que actualmente son los que provocan problemas de congestión.

Independientemente de las incontables soluciones que se pudieran plantear, se considera que a partir de la evaluación de riesgo es posible establecer una mayor cantidad de condiciones que personalizan las soluciones de las áreas de riesgo. Conllevándonos a un trabajo de prueba y error que para el caso específico de la intersección de Dr. Río de la Loza y Dr. Vertiz es la propuesta número tres la que se considera como óptima.

Para poder demostrar la aseveración hecha con respecto a las modificaciones urbanas, fue necesaria la ejemplificación de los flujos vehiculares del estado actual y la propuesta no. 3, donde primero observamos una secuencia de imágenes que representan el movimiento vehicular según la duración de un semáforo en verde tanto en Ave. Dr. Río de la Loza como para Dr. Vértiz y lo mismo se realizó en la propuesta que es considerada óptima para el caso específico del caso de estudio.

Al observar el comportamiento actual de la intersección se distinguen los movimientos que a lo largo de la investigación se han catalogado como peligrosos, o como generadores de congestión vehicular.

En la figura 41 se aprecia el comportamiento vehicular poco efectivo en términos de movilidad, ya que existen elementos que bloquean un flujo de autos continuo.

Las imágenes de la figura 42 muestran la misma secuencia anterior pero aplicada a la propuesta de intervención urbana que resulta mejor adaptable tanto al movimiento peatonal como al flujo vehicular.

En resumidas cuentas es posible crear alternativas de modificaciones urbanas que brinden un beneficio integral a los usuarios de la zona de estudios y reduciendo el riesgo peatonal.



Figura 41. Representación de flujo vehicular estado actual. (Elaboración propia).

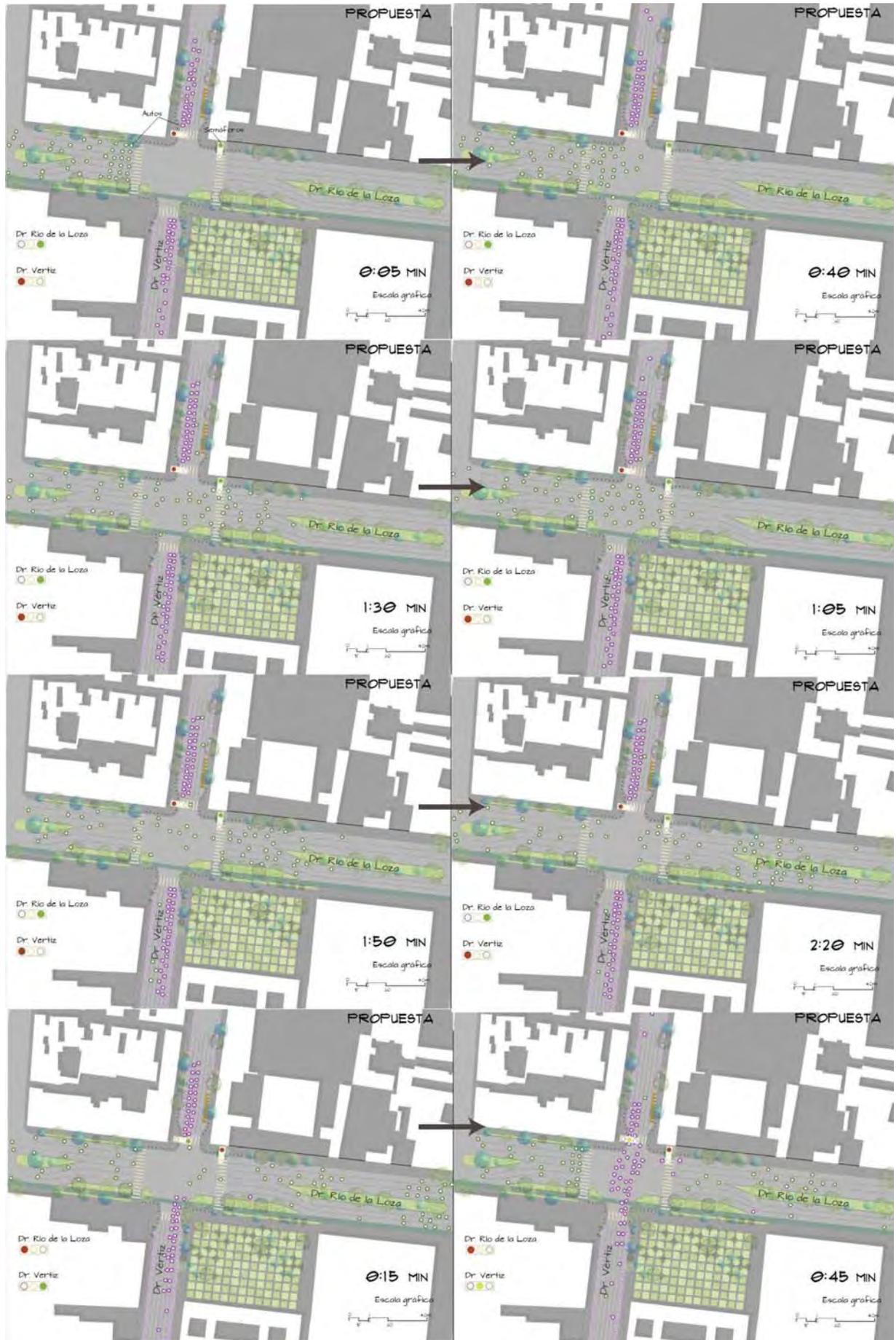


Figura 42 Representación de flujo vehicular en propuesta de intervención urbana. (Elaboración propia)

## CONCLUSIONES

Las variables identificadas para definir el riesgo peatonal en la Ciudad de México son el peligro que genera el automóvil en conjunto con las características de la vialidad por donde circula y la vulnerabilidad del peatón según sus cualidades físicas y de recuperación, además de su relación con el entorno inmediato.

Las variables de campo para la evaluación del peligro generado por un vehículo motorizado son: la relación de velocidades en una intersección, semaforización, señalización vertical y horizontal, visibilidad, circulación y los datos estadísticos previos sobre accidentalidad, mientras que la vulnerabilidad se estima a partir de la medición en campo de los flujos peatonales, distancias de cruce, edades y comportamiento del peatón en horarios de congestamiento vehicular.

El caso de estudio seleccionado sirvió para comprobar la hipótesis, ya que éste forma parte de una colonia central, cuenta con un alto nivel de accesibilidad y una vialidad rápida con un alto flujo peatonal, lo que permitió aplicar la metodología propuesta para la evaluación del riesgo.

La valoración del riesgo en el caso de estudio se realizó mediante la asociación de los datos estadísticos de flujos peatonales con los vehiculares, y de accidentalidad, con lo que se comprobó que aunque el 66% de los accidentes ocurrieron entre las 13:00 y las 16:00 h, siendo que éstos no necesariamente corresponden con los horarios y/o días de alto flujo vehicular y/o peatonal. Se descarta entonces que las horas pico sean las que provocan un mayor número de accidentes, más bien la accidentalidad se debe a las características geométricas y físicas del cruce de estudio. Con esto se estimó que en el caso de estudio se presenta un nivel de riesgo medio.

Una vez identificado y valorado el riesgo se utilizaron elementos de diseño urbano para plantear propuestas de intervención urbana en las cuales se pueden evaluar los beneficios que éstas brindaban al cruce de estudio, ya que de tomar las medidas planteadas se benefician 10,758 personas/día.

Se realizaron diseños de intervención urbana de un cruce en el cual se buscó disminuir el riesgo al peatón a partir de tres propuestas, siendo una de ellas la que cuenta con las características de disminución de riesgo que mejor se adaptan a la intersección de estudio. Sus características son: una mejora en el flujo vehicular, ampliación de la curva de giro en esquinas, modificaciones de las áreas y localizaciones de cruces peatonales, implementación de espacios dirigidos al cruce peatonal, regulación de espacios de estacionamiento en la vía pública separación de la ciclo vía con respecto al arroyo vehicular, mejoras en términos de accesibilidad universal, señalización horizontal y vertical, uso de la vegetación existente y propuesta como amortiguadores en la disminución de la velocidad de circulación, entre otras. Disminuyendo el riesgo de un nivel alto a un nivel medio en términos de peligro y vulnerabilidad peatonal.

Por último, el desarrollo de este documento muestra que el modelo de evaluación puede ser replicable en intersecciones con características similares al caso de estudio. Siendo este una propuesta metodológica donde el detallado proceso de análisis cuantitativo permite generar soluciones integrales en materia de movilidad a una escala local.

## Referencias bibliográfica

Accidentes de tránsito fatales, 2013 (s.f.), INEGI. Recuperado el 17 de agosto de 2015, de [www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi)

Bazant, Jan. 1984, Manual de criterios de diseño urbano (segunda edición). D.F., México: Ed. Trillas, Fecha de recuperación: mayo 2015.

Cal y Mayor, R.; Cárdenas, J. (1994), Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones,(7ma. edición).

CDMX, Reglamento de tránsito del D.F., Gaceta oficial, [Fecha de consulta: noviembre 2015]. Disponible en: [http://www.consejeria.df.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetitas/0dfe0f2c2728da104e72f26974d2ad23.pdf](http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetitas/0dfe0f2c2728da104e72f26974d2ad23.pdf)

Civil, D. G. (s.f.). GUIA TECNICA [en línea]. Métodos cuantitativos para el análisis de riesgos. España. Pag. 119,

Dae-Jim Kim, Joonho Ko & Young-ahn. 2013. Estimating pedestrian traffic volume: A preliminary analysis. Department of Transportation System Research, The Seoul Institute, Seoul, Korea: Fecha de consulta: Agosto 2014. Disponible en: <http://easts.info/on-line/proceedings/vol9/PDF/P154.pdf>

Dirección General de Protección Civil y Emergencias (s.f.). Recuperado 20 noviembre de 2014, de [www.proteccioncivil.org/riesgos](http://www.proteccioncivil.org/riesgos)

Global Road Safety Partnership GRSP.(2014). Annual Global road safety partnership report 2014. Recuperado el 6 de julio de 2015.

González B, C.; Inches, M. J. (s.f.), Modelo de análisis y evaluación de riesgo en accidentes en el trabajo para una empresa textil. [fecha de consulta: mayo de 2014 ], Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81670106>

National Highway Traffic safety Administration, Traffic Safety Facts, U.S. department of Transportation, 2012 [Fecha de consulta: Agosto 2014]

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Banco de información: datos de accidentes DF, 2013. Fecha de consulta 25 de junio del 2014. Puede ser consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/>

ISDR- International Strategy for Disaster Risk, (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Recuperado el 20 de agosto de 2014 de [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

Kulpa, Erika; Varela Sebastián, CTSEMBARQ, entendiendo recomendaciones de seguridad vial: lecciones y desafíos. Walk 21 [en línea]. [Fecha de consulta: Julio de 2014]. Disponible en: <http://www.walk21.com/papers/3-ponencia-seguridad-vial-2012.pdf>

Pasanen, Eero. 2002. Driving speed and pedestrian safety. Walk21 III: San Sebastián, España. Recuperado el 17 de junio de 2014 de <http://www.walk21.com/papers>

Rama Labrador, Francisco (2011). Resumen de "Estudio de accesibilidad urbanística y legislación vigente", diciembre 17 2015, disponible en: <http://www.franciscorama.com/urban-accessibility.html>

Schneider, R.J. (2009), A pilot model for estimating pedestrian intersection crossing volumes, University of California, Traffic Safety Center, Berkeley, CA.[ Fecha de consulta: Julio de 2014 ]. Disponible en: <http://escholarship.org/uc/item/3nr8h66j>

Soms García, Esteban.1986. La hiperurbanización en el valle de México I. pg. 73, México, UAM Azcapotzalco, Fecha de consulta: Enero 2016

Urban Street Design Guide, publicada por National Association of City Transportation Officials se pueden encontrar en formato PDF en <http://nacto.org/>

Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. Retomado desde A. Maskrey, & A. Maskrey (Ed.), Los desastres no son naturales. Bogotá: Ed.Tercer Mundo.fecha de consulta: Agosto 2014

## Índice de Figuras

Figura 1. Accidentes Fatales/100,000 habitantes.(Global Road Safety Partnership, 2014).

Figura 2 Accidentes Fatales Estatales, México. / 100 000 habitantes año 2013. (Elaboración propia).

Figura 3 Componentes de la metodología de análisis de riesgo. (Elaboración propia).

Figura 4 componentes de riesgo peatonal. (Elaboración propia).

Figura 5 Proceso de selección de Zona de estudio. (Elaboración propia).

Figura 6 Accidentes/km<sup>2</sup> anuales (2013) en las delegaciones de la Ciudad de México. (Elaboración propia).

Figura 7 Frecuencia de colisiones y atropellamientos por intersección en la Delegación Cuauhtémoc. Fuente: I.G. UNAM (2008). Diagnóstico Espacial de los Accidentes de Tránsito en el Distrito Federal. Secretaria de Salud, México, fecha de

consulta Junio 2014.

Figura 8 Colonia Doctores. (Elaboración propia).

Figura 9 Límites Colonia Doctores. (Elaboración propia).

Figura 10 Densidad de población por manzana. (Elaboración propia).

Figura 11 Estructura Vial Colonia Doctores. (Elaboración propia).

Figura 12 Radio de influencia estándar de la Red de Transporte público. (Elaboración Propia).

Figura 13 Rutas de Transporte RTP y Trolebús en la colonia de estudio. (Elaboración Propia).

Figura 14 Recorridos de microbús dentro de la colonia de estudio. (Elaboración propia).

Figura 15 Usos de Suelo Colonia Doctores. (Elaboración propia).

Figura 16 Plano llave de levantamiento fotográfico. (Elaboración propia).

Figura 17 Levantamiento fotográfico. (Elaboración propia).

Figura 18 Levantamiento fotográfico. (Elaboración propia).

Figura 19 Proceso de análisis de riesgo. (Elaboración propia).

Figura 20 El efecto de la velocidad de colisión en la probabilidad de muerte del peatón.

Figura 21 Accidentes viales año 2013. Col. Doctores. (Elaboración propia).

Figura 22 Accidentes viales año 2014. Col. Doctores. (Elaboración propia).

Figura 23 Representación gráfica de peligro en la Colonia Doctores. (Elaboración propia).

Figura 24 Zona de Estudio Dr. Río de la Loza con Dr. Vértiz. (Elaboración propia).

Figura 25 Registro de Accidentes por día y horario, (Elaboración propia).

Figura 26. Relación, Aforo vehicular-Velocidad de rodada. (Elaboración propia).

Figura 27 Cruceros peatonales del estudio. (Elaboración propia).

Figura 28. Flujo peatonal total por hora, entre semana. (Elaboración propia).

Figura 29 Flujo peatonal entre semana. Elaboración propia.

Figura 30 Flujo peatonal total por hora en fin de semana. Elaboración propia.

Figura 31. Flujo peatonal en fin de semana. Elaboración propia

Figura 32. Flujos peatonales entorno a equipamiento urbano. Elaboración propia

Figura 33. Nivel de servicio peatonal en aceras. Elaboración propia.

Figura 34 Flujo vehicular vs velocidad entre semana. Intersección Dr. Río de la Loza y Dr. Vertiz. (Elaboración propia).

Figura 35 Flujo vehicular vs Velocidad en Fin de Semana, intersección; Dr. Río de la Loza y Dr. Vertiz. (Elaboración propia).

Figura 36 Croquis movimientos vehiculares. (Elaboración propia).

Figura 37 Croquis 2 movimientos vehiculares, Elaboración propia.

Figura 38 Sección transversal de Dr. Río de la Loza. (Elaboración propia).

Figura 39. Intersección Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz. Fuente Google Earth.

Figura 40. Estado actual de la zona de intervención. Elaboración propia.

Figura 41 Representación de flujo vehicular estado actual. Elaboración propia.

Figura 42 Representación de flujo vehicular en propuesta de intervención urbana. Elaboración propia

## Índice de Tablas

Tabla 1. Nivel de servicio para tránsito de peatones, Fuente: Cal y Mayor, et al, 1994.

Tabla 2. Nivel de servicio en aceras, cada 15 min. Fuente: Cal y Mayor, et al, 1985.

Tabla 3 Accidentes ocurridos por delegación durante 2013. Fuente: Banco de Información INEGI 2013

Tabla 4 Recorridos de rutas de microbús por Co. Doctores. (Elaboración propia).

Tabla 5. Base de Datos de Accidentes, Col. Doctores. 2013, Fuente: Secretaría de Seguridad Pública

Tabla 6 Extracto de Base de Datos de estado de intersecciones viales. (Elaboración Propia).

Tabla 7 Matriz de Valoración del Estado Físico-Urbano. (Elaboración Propia).

Tabla 8 Nivel de peligro de Intersecciones estudiadas. (Elaboración Propia).

Tabla 9 Primer equipo de trabajo de campo. (Elaboración propia).

Tabla 10. Resultados de Aforo vehicular y velocidades de circulación vehicular, Dr. Río de la Loza y Dr. Vértiz. (Elaboración propia).

Tabla 11 Matriz de registro de flujo peatonal. (Elaboración propia).

Tabla 12 Ficha de registro de Flujo peatonal

# Anexo 1

Base de datos estado de  
Intersecciones de la Col. Doctores

Accidentes		Cruce		Estado de vialidad			Semáforo		Nomenclatura										Flechas de dirección	Paso Peatonal		
2013	2014	Calle 1	Calle 2	Bueno	Regular	Malo	Vehicular	Peatonal												Bueno	Regular	Malo
6	2	Dr. Río de la Loza	Dr. Lucio	**			**	**	**	**								**	**			
2	2	Dr. Río de la Loza	Niños Héroes	**			**	**	**	**	**	**	**					**	**			
1	1	Dr. Río de la Loza	Dr. Jiménez	**			**		**				**					**				
9	1	Dr. Río de la Loza	Dr. Vértiz	**			**	**	**		**	**	**			**		**	**			
1	3	Dr. Río de la Loza	Dr. Andrade		**		**		**	**		**	**					**				
1	2	Dr. Río de la Loza	Dr. Barragán		**		**	**	**				**							**		
0	1	Dr. Lavista	Dr. Andrade			**	**	**	**	**										**		
0	1	Dr. Lavista	Dr. Vértiz		**		**	**	**	**										**		
2	0	Dr. Lavista	Niños Héroes		**		**	**	**	**										**		
1	1	Dr. Lavista	Dr. Lucio			**	**		**									**				
1	0	Dr. Lavista	Dr. Carmona y Valle		**		**	**	**									**		**		
1	0	Claudio Bernard	Dr. Lucio			**	**	**	**									**				
0	1	Dr. Pascua	Dr. Andrade			**		**	**					**				**		**		
2	0	Dr. Liceaga	Niños Héroes	**			**	**	**	**								*	**			
1	0	Dr. Liceaga	Dr. Carmona y Valle			**			**											**		
1	0	Dr. Liceaga	Dr. Jiménez		**		**	**	**	**												
1	0	Dr. Liceaga	Dr. Vértiz		**		**	**	**	**										**		
1	0	Dr. Liceaga	Dr. Andrade		**		**	**	**	**										**		
2	0	Dr. Navarro	Dr. Andrade			**	**	**	**											**		
0	1	Dr. Navarro	Dr. Vértiz		**		**	**	**	**					**				**			
1	0	Dr. Navarro	Niños Héroes	**			**	**	**	**									**			
1	0	Dr. Navarro	Dr. Lucio		**		**	**	**											**		
1	1	Dr. Velasco	Dr. Barragán		**		**	**	**	**										**		
0	1	Dr. Velasco	Dr. Andrade		**		**	**	**	**										**		
1	4	Dr. Velasco	Dr. Vértiz	**			**	**	**	**										**		
1	0	Dr. Velasco	Niños Héroes	**			**	**	**	**									**			
1	0	Dr. Velasco	Dr. Carmona y Valle		**		**	**	**	**										**		
5	0	Dr. Erazo	Dr. Vértiz		**		**	**	**	**								**		**		
0	1	Dr. Erazo	Dr. Barragán		**		**	**	**	**										**		
1	1	Dr. Martínez del Río	Dr. Vértiz	**			**	**	**	**										**		
1	0	Dr. Martínez del Río	Dr. Andrade		**		**	**	**	**										**		
1	0	Dr. Martínez del Río	Dr. Jiménez			**			**	**						**				**		



## Anexo 2

### Evaluación de peligro por intersección

Cruce				Variables de evaluación							Total
Calle 1	km/h	Calle 2	km/h	Relación de velocidad	Semaforización	Señalización Vertical	Señalización Horizontal	Visibilidad	Circulación	Accidentalidad	
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Vértiz	70	3	3	3	3	3	3	3	21
Dr. Río de la Loza	70	Niños Héroes	70	3	3	3	3	2	3	2	19
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Lucio	40	2	3	2	3	3	3	3	19
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Andrade	40	2	3	3	3	2	3	2	18
Dr. Lavista	40	Niños Héroes	70	2	3	3	2	3	3	1	17
Dr. Olvera	70	Dr. Vértiz	70	3	2	2	2	3	2	2	16
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Jiménez	40	2	2	2	2	3	3	1	15
Dr. Río de la Loza	70	Dr. Barragán	40	2	3	2	1	3	3	1	15
Dr. Navarro	30	Dr. Vértiz	70	2	3	1	2	3	3	1	15
Dr. Navarro	30	Niños Héroes	70	3	3	1	2	3	2	1	15
Dr. Velasco	30	Dr. Vértiz	70	2	2	2	1	3	3	2	15
Dr. Olvera	70	Dr. Vértiz	70	3	2	2	2	3	2	1	15
Dr. Olvera	70	Dr. Andrade	30	2	3	2	1	3	3	1	15
Dr. Olvera	70	Niños Héroes	70	3	2	2	1	3	3	1	15
Dr. Balmis	70	Niños Héroes	70	3	2	1	1	3	3	2	15
Dr. Erazo	30	Dr. Vértiz	70	2	2	1	1	3	3	2	14
Dr. Olvera	70	Dr. Barragán	30	2	3	2	1	2	3	1	14
Dr. Velasco	30	Dr. Barragán	30	1	2	2	1	3	3	1	13
Dr. Martínez del Río	30	Dr. Vértiz	70	2	2	2	1	3	2	1	13
Dr. García Diego	30	Niños Héroes	70	2	2	1	1	3	3	1	13
Dr. Gómez Ugarte	30	Dr. Vértiz	70	2	2	1	1	3	3	1	13
Dr. Norma	40	Dr. Vértiz	70	2	2	1	1	3	3	1	13
Dr. Balmis	70	Dr. Vértiz	70	3	2	1	1	2	2	2	13
Dr. Balmis	70	Dr. Lucio	40	2	2	2	1	2	3	1	13
Claudio Bernard	40	Dr. Lucio	40	1	2	1	1	3	3	1	12
Dr. Liceaga	30	Niños Héroes	70	2	3	1	2	2	1	1	12
Dr. Navarro	30	Dr. Lucio	40	1	2	1	1	3	3	1	12
Dr. Velasco	30	Dr. Andrade	30	1	2	1	1	3	3	1	12
Dr. Velasco	30	Niños Héroes	70	2	3	1	2	2	1	1	12
Dr. Velasco	30	Dr. Carmona y Valle	30	1	1	2	1	3	3	1	12
Dr. Arce	30	Dr. Barragán	30	1	3	1	2	2	2	1	12
Dr. Norma	40	Dr. Andrade	30	1	1	1	2	3	3	1	12
Dr. Lavista	40	Dr. Andrade	30	1	2	1	1	2	3	1	11
Dr. Lavista	40	Dr. Vértiz	70	2	1	1	1	2	3	1	11
Dr. Lavista	40	Dr. Carmona y Valle	30	1	2	1	1	3	2	1	11
Dr. Liceaga	30	Dr. Carmona y Valle	30	1	1	1	1	3	3	1	11



# Anexo 3

Base de Datos. Aforo peatonal

Registraron: Yahir Carmona, Luis Carlos Herrera, Sinaí López.

Fecha de registro 1 de octubre 2015

Hora		Intersección A			Intersección B			Intersección C			Intersección D		
		Adultos	Niños	Total									
06:00	07:00	53	5	58	93	42	135	74	17	91	109	33	142
07:00	08:00	102	32	134	181	59	240	133	33	166	134	39	173
08:00	09:00	116	13	129	324	5	329	163	16	179	118	8	126
09:00	10:00	84	2	86	412	6	418	149	2	151	139	0	139
10:00	11:00	76	1	77	450	9	459	171	7	178	154	2	156
11:00	12:00	84	0	84	525	3	528	170	5	175	164	4	168
12:00	13:00	113	3	116	529	13	542	136	7	143	198	4	202
13:00	14:00	143	12	155	521	13	534	164	5	169	196	5	201
14:00	15:00	141	34	175	468	76	544	252	75	327	232	54	286
15:00	16:00	131	9	140	432	117	549	233	34	267	208	108	316
16:00	17:00	83	27	110	170	25	195	161	22	183	90	11	101
17:00	18:00	46	5	51	130	8	138	105	5	110	71	4	75
18:00	19:00	44	5	49	94	6	100	94	5	99	74	6	80

Registraron: Yahir Carmona, Luis Carlos Herrera, Sinaí López.

Fecha de registro 9 de octubre 2015

Hora		Intersección E			Intersección F			Intersección G			Intersección H		
		Adultos	Niños	Total									
06:00	07:00	115	7	122	13	7	20	47	13	60	63	17	80
07:00	08:00	250	101	351	101	40	141	101	21	122	202	42	244
08:00	09:00	479	58	537	197	15	212	207	8	215	540	15	555
09:00	10:00	322	10	332	116	1	117	213	3	216	545	16	561
10:00	11:00	424	11	435	127	0	127	159	0	159	577	5	582
11:00	12:00	465	12	477	122	4	126	195	0	195	659	13	672
12:00	13:00	516	17	533	106	0	106	196	5	201	661	14	675
13:00	14:00	433	24	457	80	1	81	179	5	184	556	8	564
14:00	15:00	730	240	970	213	105	318	185	29	214	514	72	586
15:00	16:00	406	55	461	103	26	129	197	36	233	314	86	400
16:00	17:00	372	47	419	54	7	61	141	9	150	111	22	133
17:00	18:00	227	23	250	67	3	70	118	4	122	98	9	107
18:00	19:00	266	45	311	48	0	48	95	3	98	52	4	56

Registraron: Yahir Carmona, Luis Carlos Herrera, Sinaí López.

Fecha de registro 4 de octubre 2015

Hora		Intersección A			Intersección B			Intersección C			Intersección D		
		Adultos	Niños	Total									
06:00	07:00	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0
07:00	08:00	8	0	8	7	0	7	21	3	24	13	0	13
08:00	09:00	11	2	13	15	1	16	12	1	13	8	1	9
09:00	10:00	9	0	9	14	0	14	33	5	38	18	1	19
10:00	11:00	12	0	12	19	1	20	30	2	32	36	10	46
11:00	12:00	25	0	25	25	0	25	38	6	44	36	4	40
12:00	13:00	14	1	15	28	3	31	30	7	37	25	2	27
13:00	14:00	12	3	15	26	1	27	30	10	40	27	3	30
14:00	15:00	9	1	10	37	1	38	52	5	57	22	4	26
15:00	16:00	14	2	16	23	0	23	43	6	49	17	3	20
16:00	17:00	10	3	13	40	5	45	48	8	56	23	6	29
17:00	18:00	22	6	28	25	3	28	32	10	42	29	7	36
18:00	19:00	11	3	14	13	2	15	17	8	25	15	3	18

Registraron: Yahir Carmona, Luis Carlos Herrera, Sinaí López.

Fecha de registro 10 y 11 de octubre 2015

Fecha de registro		10 de octubre 2015						11 de octubre 2015			10 de octubre 2015		
		Intersección E			Intersección F			Intersección G			Intersección H		
		Adultos	Niños	Total	Adultos	Niños	Total	Adultos	Niños	Total	Adultos	Niños	Total
06:00	07:00	5	0	5	2	0	2	1	0	1	2	0	2
07:00	08:00	65	0	65	15	0	15	7	0	7	22	1	23
08:00	09:00	63	3	66	62	1	63	25	3	28	51	2	53
09:00	10:00	92	2	94	81	4	85	21	0	21	49	4	53
10:00	11:00	128	4	132	40	1	41	31	2	33	53	13	66
11:00	12:00	117	5	122	25	1	26	30	3	33	73	9	82
12:00	13:00	128	8	136	28	1	29	28	1	29	80	28	108
13:00	14:00	173	13	186	28	0	28	30	6	36	47	10	57
14:00	15:00	247	29	276	48	2	50	19	0	19	114	8	122
15:00	16:00	267	19	286	43	2	45	17	0	17	83	12	95
16:00	17:00	139	23	162	19	0	19	12	1	13	74	8	82
17:00	18:00	121	7	128	14	0	14	15	1	16	77	7	84
18:00	19:00	61	2	63	16	1	17	8	1	9	40	9	49

# Anexo 4

Base de datos.

Aforo y velocidades vehiculares

Aforo vehicular

Registró: Sinaí López

Fecha de registro 13 y 17 de octubre 2015

Hora		13 de octubre 2015	17 de octubre 2015
06:00	07:00	2,823	1,595
07:00	08:00	3,422	2,206
08:00	09:00	2,621	2,920
09:00	10:00	2,374	3,349
10:00	11:00	2,415	2,697
11:00	12:00	2,634	3,011
12:00	13:00	1,681	2,384
13:00	14:00	1,465	2,610
14:00	15:00	2,472	4,516
15:00	16:00	2,781	3,410
16:00	17:00	2,828	3,002
17:00	18:00	2,317	2,997

Velocidades de circulación por hora

Registró: Yahir Carmona, Luis Carlos Herrera. Fecha de registro sábado 13 de octubre 2015

Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h
06:00	06:15.	7	51.4	08:00	08:15	12	30.0	10:00	10:15	28	12.9
		10	36.0			40	9.0			17	21.2
		11	32.7			45	8.0			16	22.5
		7	51.4			29	12.4			24	15.0
		7	51.4			21	17.1			11	32.7
06:15	06:30	9	40.0	08:15	08:30.	13	27.7	10:15	10:30	30	12.0
		9	40.0			22	16.4			19	18.9
		8	45.0			28	12.9			34	10.6
		6	60.0			7	51.4			48	7.5
		9	40.0			9	40.0			31	11.6
06:30	06:45	8	45.0	08:30	08:45	6	60.0	10:30.	10:45.	9	40.0
		9	40.0			7	51.4			8	45.0
		9	40.0			8	45.0			7	51.4
		6	60.0			8	45.0			8	45.0
		7	51.4			9	40.0			12	30.0
06:45	07:00	7	51.4	08:45	09:00	11	32.7	10:45	11:00	7	51.4
		6	60.0			10	36.0			10	36.0
		10	36.0			7	51.4			9	40.0
		9	40.0			10	36.0			15	24.0
		6	60.0			6	60.0			12	30.0
Velocidad Promedio por hora			46.6	Velocidad Promedio por hora			34.1	Velocidad Promedio por hora			27.9
07:00	07:15	12	20.0	09:00	09:15	7	51.4	11:00	11:15	8	45.0
		18	27.7			7	51.4			11	32.7
		13	8.6			13	27.7			9	40.0
		42	12.4			10	36.0			18	20.0
		29	21.2			8	45.0			14	25.7
07:15	07:30	17	32.7	09:15	09:30	8	45.0	11:15	11:30	24	15.0
		11	27.7			8	45.0			33	10.9
		13	27.7			13	27.7			10	36.0
		13	27.7			17	21.2			14	25.7
		9	40.0			14	25.7			10	36.0
07:30	07:45	7	51.4	09:30	09:45.	9	40.0	11:30	11:45	16	22.5
		12	30.0			13	27.7			30	12.0
		42	8.6			7	51.4			14	25.7
		14	25.7			11	32.7			10	36.0
		10	36.0			11	32.7			12	30.0
07:45	08:00	12	30.0	09:45	10:00	11	32.7	11:45	12:00	45	8.0
		19	18.9			20	18.0			58	6.2
		31	11.6			12	30.0			24	15.0
		30	12.0			14	25.7			48	7.5
		14	25.7			13	27.7			25	14.4
Velocidad Promedio por hora			24.8	Velocidad Promedio por hora			34.7	Velocidad Promedio por hora			23.2

Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h
12:00	12:15	17	21.2	14:00.	14:15	20	18.0	16:00	16:15	6	60.0
		22	16.4			9	40.0			7	51.4
		15	24.0			11	32.7			7	51.4
		9	40.0			9	40.0			4	90.0
		6	60.0			12	30.0			7	51.4
12:15	12:30	9	40.0	14:15	14:30	6	60.0	16:15	16:30	16	22.5
		11	32.7			8	45.0			18	20.0
		14	25.7			7	51.4			5	72.0
		24	15.0			6	60.0			4	90.0
		14	25.7			12	30.0			8	45.0
12:30	12:45	13	27.7	14:30	14:45	7	51.4	16:30	16:45	10	36.0
		17	21.2			9	40.0			9	40.0
		32	11.3			6	60.0			13	27.7
		9	40.0			6	60.0			12	30.0
		15	24.0			6	60.0			13	27.7
12:45	13:00	7	51.4	14:45	15:00	7	51.4	16:45	17:00	8	45.0
		5	72.0			8	45.0			13	27.7
		9	40.0			5	72.0			8	45.0
		8	45.0			7	51.4			7	51.4
		13	27.7			6	60.0			9	40.0
Velocidad Promedio por hora			33.0	Velocidad Promedio por hora			47.9	Velocidad Promedio por hora			46.2
13:00	13:15	11	32.7	15:00	15:15	10	36.0	17:00	17:15	9	40.0
		17	21.2			6	60.0			7	51.4
		11	32.7			7	51.4			5	72.0
		12	30.0			5	72.0			7	51.4
		10	36.0			15	24.0			8	45.0
13:15	13:30	20	18.0	15:15	15:30	8	45.0	17:15	17:30	5	72.0
		61	5.9			6	60.0			7	51.4
		20	18.0			10	36.0			5	72.0
		40	9.0			6	60.0			7	51.4
		62	5.8			9	40.0			8	45.0
13:30	13:45	34	10.6	15:30	15:45.	14	25.7	17:30	17:45	10	36.0
		15	24.0			15	24.0			6	60.0
		11	32.7			28	12.9			8	45.0
		4	90.0			11	32.7			7	51.4
		14	25.7			30	12.0			7	51.4
13:45	14:00	12	30.0	15:45	16:00	7	51.4	17:45	18:00	12	30.0
		11	32.7			8	45.0			10	36.0
		9	40.0			6	60.0			13	27.7
		10	36.0			5	72.0			9	40.0
		16	22.5			6	60.0			13	27.7
Velocidad Promedio por hora			27.7	Velocidad Promedio por hora			44.0	Velocidad Promedio por hora			47.8

Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h
06:00	06:15	8	27.0	08:00	08:15	4	54.0	10:00	10:15	3	72.0
		5	43.2			2	108.0			4	54.0
		3	72.0			3	72.0			3	72.0
		5	43.2			4	54.0			4	54.0
		4	54.0			3	72.0			4	54.0
06:15	06:30	3	72.0	08:15	08:30	3	72.0	10:15	10:30	3	72.0
		5	43.2			4	54.0			6	36.0
		4	54.0			3	72.0			4	54.0
		5	43.2			2	108.0			5	43.2
		3	72.0			4	54.0			3	72.0
06:30	06:45	3	72.0	08:30	08:45	3	72.0	10:30	10:45	16	13.5
		3	72.0			3	72.0			10	21.6
		3	72.0			4	54.0			14	15.4
		2	108.0			4	54.0			13	16.6
		4	54.0			2	108.0			15	14.4
06:45	07:00	3	72.0	08:45	09:00	3	72.0	10:45	11:00	9	24.0
		4	54.0			2	108.0			12	18.0
		3	72.0			4	54.0			10	21.6
		4	54.0			2	108.0			11	19.6
		5	43.2			3	72.0			16	13.5
Velocidad Promedio por hora			59.9	Velocidad Promedio por hora			74.7	Velocidad Promedio por hora			38.1
07:00	07:15	8	43.2	09:00	09:15	3	72.0	11:00	11:15	6	36.0
		5	72.0			3	72.0			4	54.0
		3	43.2			5	43.2			3	72.0
		5	54.0			3	72.0			5	43.2
		4	72.0			4	54.0			5	43.2
07:15	07:30	3	43.2	09:15	09:30	4	54.0	11:15	11:30	8	27.0
		5	54.0			4	54.0			7	30.9
		4	43.2			5	43.2			7	30.9
		5	43.2			2	108.0			6	36.0
		3	72.0			5	43.2			4	54.0
07:30	07:45	3	72.0	09:30	09:45	3	72.0	11:30	11:45	8	27.0
		3	72.0			2	108.0			7	30.9
		3	72.0			4	54.0			3	72.0
		2	108.0			3	72.0			4	54.0
		4	54.0			2	108.0			6	36.0
07:45	08:00	3	72.0	09:45	10:00	2	108.0	11:45	12:00	7	30.9
		4	54.0			3	72.0			6	36.0
		3	72.0			4	54.0			6	36.0
		4	54.0			4	54.0			7	30.9
		5	43.2			10	21.6			5	43.2
Velocidad Promedio por hora			60.7	Velocidad Promedio por hora			67.0	Velocidad Promedio por hora			41.2

Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h	Lapsos de registro (h)		Tiempo (s)	km/h
12:00	12:15	6	36.0	14:00	14:15	6	36.0	16:00	16:15	13	16.6
		6	36.0			7	30.9			9	24.0
		5	43.2			6	36.0			4	54.0
		7	30.9			5	43.2			5	43.2
		4	54.0			3	72.0			5	43.2
12:15	12:30	7	30.9	14:15	14:30	7	30.9	16:15	16:30	16	13.5
		8	27.0			6	36.0			12	18.0
		10	21.6			5	43.2			24	9.0
		14	15.4			5	43.2			10	21.6
		18	12.0			5	43.2			22	9.8
12:30	12:45	12	18.0	14:30	14:45	7	30.9	16:30	16:45	17	12.7
		12	18.0			7	30.9			13	16.6
		16	13.5			6	36.0			12	18.0
		14	15.4			6	36.0			11	19.6
		18	12.0			9	24.0			22	9.8
12:45	13:00	10	21.6	14:45	15:00	9	24.0	16:45	17:00	21	10.3
		16	13.5			7	30.9			12	18.0
		13	16.6			5	43.2			17	12.7
		18	12.0			7	30.9			10	21.6
		20	10.8			4	54.0			9	24.0
Velocidad Promedio por hora			22.9	Velocidad Promedio por hora			37.8	Velocidad Promedio por hora			20.8
13:00	13:15	13	16.6	15:00	15:15	5	43.2	17:00	17:15	10	21.6
		10	21.6			5	43.2			6	36.0
		15	14.4			3	72.0			11	19.6
		11	19.6			6	36.0			14	15.4
		21	10.3			4	54.0			14	15.4
13:15	13:30	14	15.4	15:15	15:30	8	27.0	17:15	17:30	11	19.6
		12	18.0			7	30.9			9	24.0
		18	12.0			7	30.9			11	19.6
		15	14.4			7	30.9			13	16.6
		18	12.0			11	19.6			15	14.4
13:30	13:45	10	21.6	15:30	15:45	12	18.0	17:30	17:45	17	12.7
		12	18.0			10	21.6			15	14.4
		13	16.6			10	21.6			11	19.6
		10	21.6			16	13.5			8	27.0
		12	18.0			8	27.0			27	8.0
13:45	14:00	9	24.0	15:45	16:00	16	13.5	17:45	18:00	4	54.0
		11	19.6			14	15.4			3	72.0
		8	27.0			18	12.0			4	54.0
		7	30.9			15	14.4			4	54.0
		6	36.0			10	21.6			3	72.0
Velocidad Promedio por hora			19.4	Velocidad Promedio por hora			28.3	Velocidad Promedio por hora			29.5

Velocidades de circulación promedio por hora

Registró: Yahir Carmona, Luis Carlos Herrera.

Fecha de registro 13 y 17 de octubre 2015

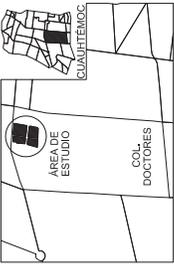
Hora		Martes 13 de octubre 2015	Sábado 17 de octubre 2015
06:00	07:00	60 km/h	46.6 km/h
07:00	08:00	61 km/h	24.8 km/h
08:00	09:00	75 km/h	34.1 km/h
09:00	10:00	67 km/h	34.7 km/h
10:00	11:00	38 km/h	27.9 km/h
11:00	12:00	41 km/h	23.2 km/h
12:00	13:00	23 km/h	33.0 km/h
13:00	14:00	19 km/h	27.7 km/h
14:00	15:00	38 km/h	47.9 km/h
15:00	16:00	28 km/h	44.0 km/h
16:00	17:00	21 km/h	46.2 km/h
17:00	18:00	30 km/h	47.8 km/h

# Anexo 5

Planos propuesta de intervención  
Urbana para disminución de riesgo



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO  
DESARROLLO URBANO REGIONAL

PROYECTO DE INVESTIGACION  
ESTUDIO Y EVALUACION DE RIESGO  
PEATONAL EN LAS VIALIDADES DE LA  
CIUDAD DE MEXICO.

PROPUESTA DE INTERVENCION URBANA  
SUPERVISANTE  
ARQ. SINAI LOPEZ SANTOS

DIRECTOR DE TESIS  
MITRO, JUAN ANSERTO CRUZ GERON

EXAMINADORES  
MTR. JAME COLLIER URSUITA  
MTR. ROBERTO HERBERASCHUTZ HARTMAN  
MTRA. ANA ARECES VINA  
ARQ. ALEJANDRO GUZMAN NAVARRETE

INTERSECCION DR. RIO DE LA LOZA  
Y DR. VERTIZ, COL. DOCTORES, CDMX.

PLANTA DE TRAZO DE VIALIDAD  
ESCALA: 1:7500  
ACOTACIONES: METROS  
FECHA: MARZO 2016

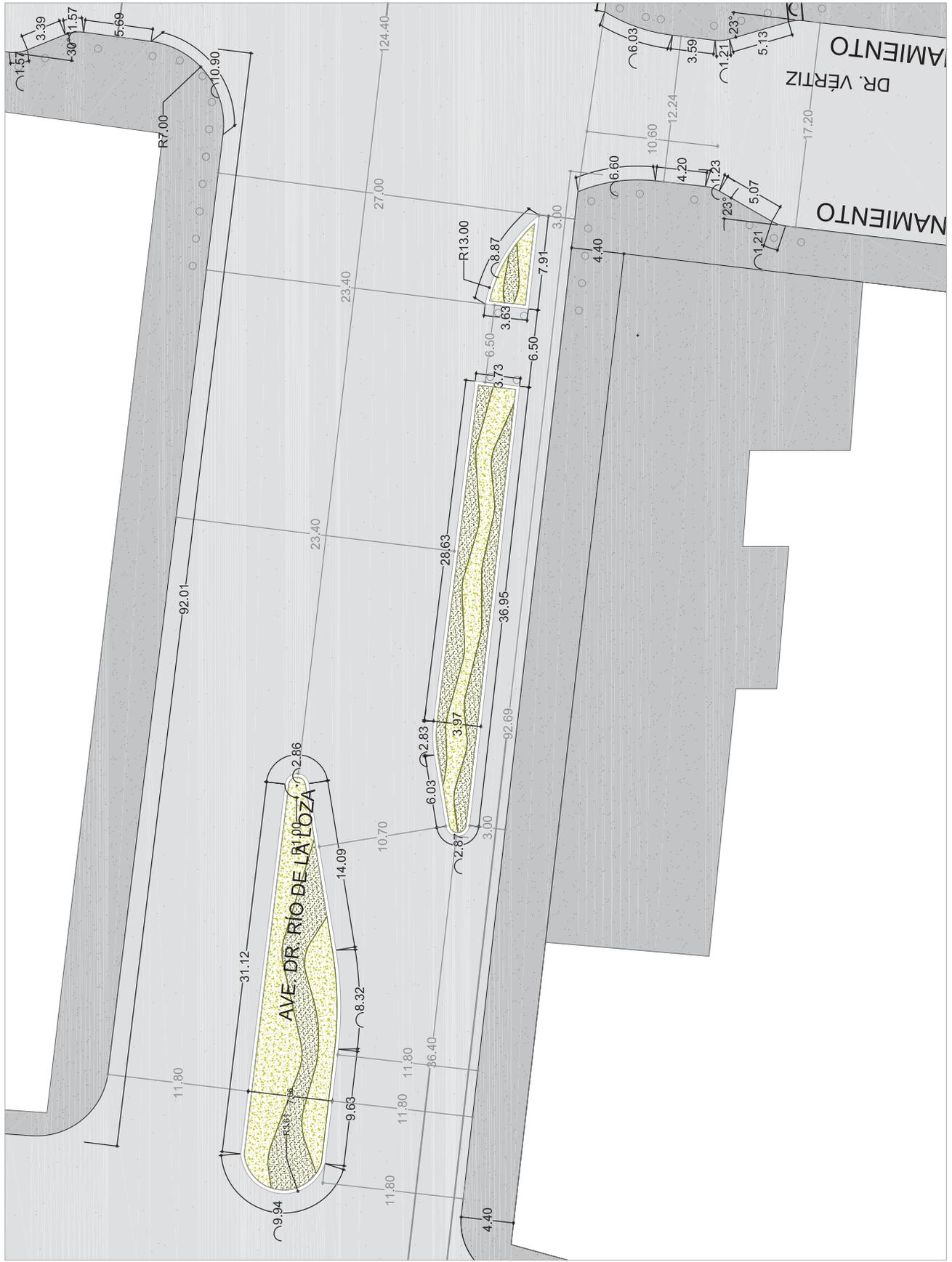
PT-01

ESCALA GRAFICA: 0 5 10 20M

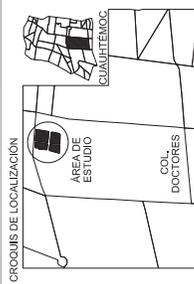
ESCALA: 1:7500

FECHA: MARZO 2016

MAPA







- SMBOLOGIA**
- LOCALIZACIÓN ARBOLES EXISTENTE
  - LOCALIZACIÓN ARBOLES PROPUESTOS
  - SEÑALIZACIÓN
  - CICLO VÍA
  - VUELTA A LA DERECHA
  - ESCUELA
  - VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA
  - ESTACIONAMIENTO PERMITIDO
  - VUELTA PROHIBIDA
  - IGLESIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN DESARROLLO URBANO REGIONAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
**ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE RIESGO PEATONAL EN LAS VIALIDADES DE LA CIUDAD DE MEXICO.**

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN URBANA  
SUPERVISANTE  
**ARQ. SINAI LÓPEZ SANTOS**

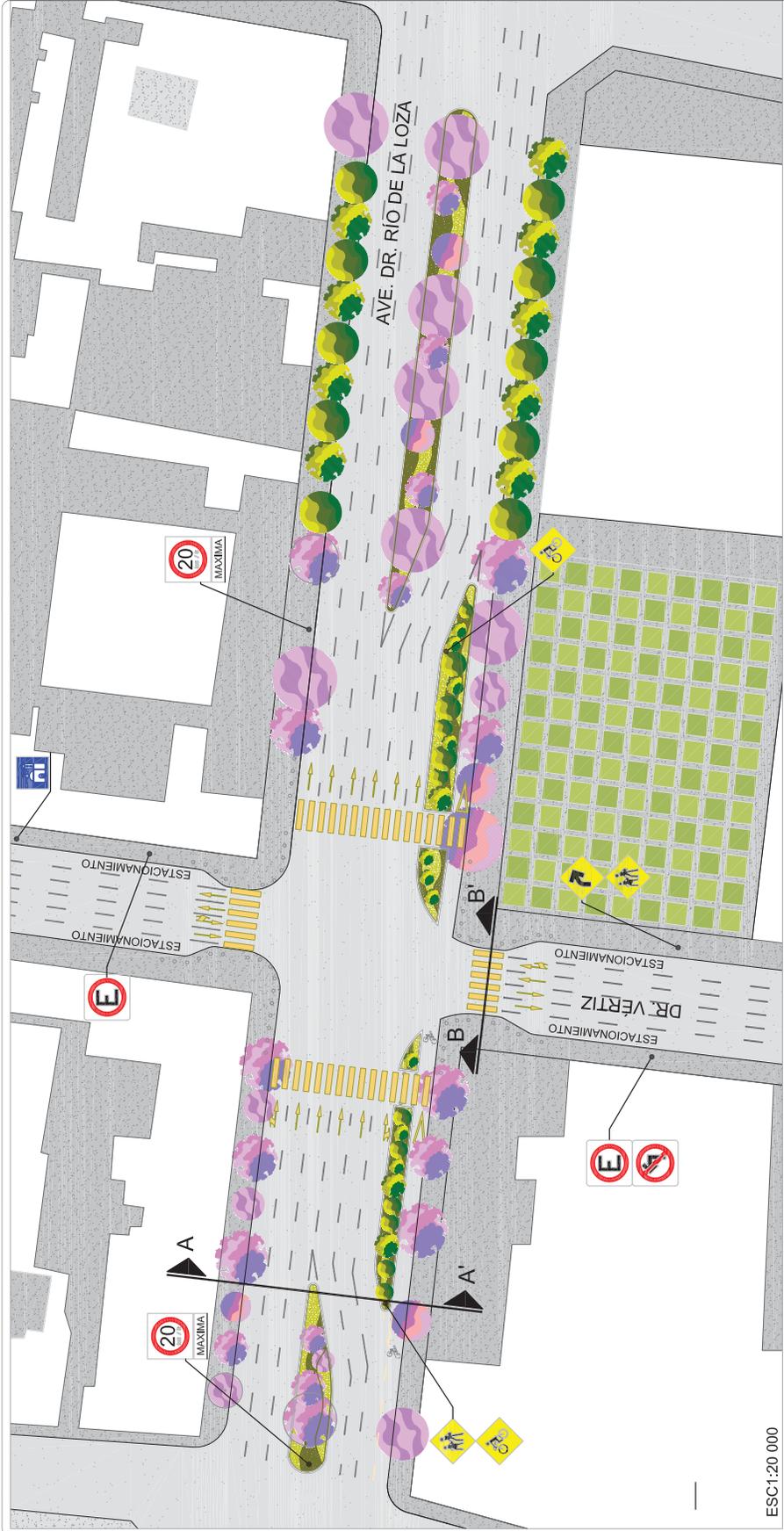
DIRECTOR DE TESIS  
**MTRO. JUAN ANSIBERTO CRUZ GERÓN**

ESPECIALISTAS  
**MTRO. JAIQUE COLLIERI URSBITTA**  
**MTRO. ROBERTO CHERNOUSCHITZ HARTMAN**  
**MTRO. ANA AREGES VINA**  
**ARQ. ALEJANDRO GUZMÁN NAVARRETE**

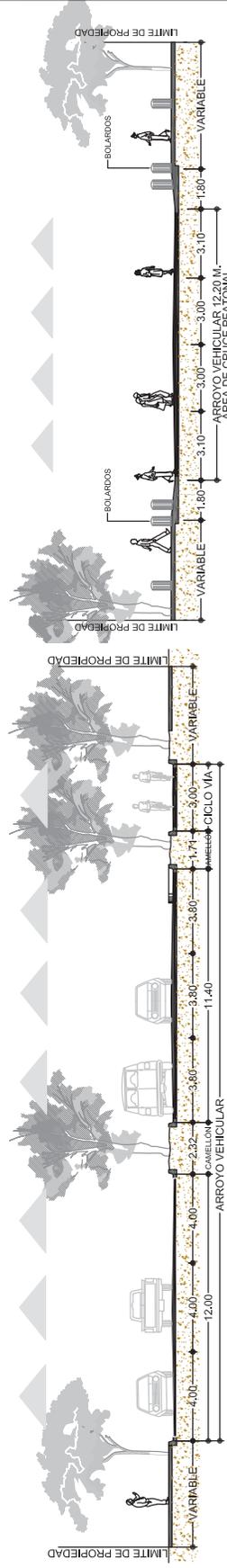
EFECTUADA  
**INTERSECCIÓN DR. RÍO DE LA LOZA Y DR. VÉRTIZ, COL. DOCTORES, CD.MX.**

PLANTA DE SEÑALIZACIÓN  
INDICADA: / NOTIFICADA: / METROS  
FECHA: MARZO 2016

ESCALA GRÁFICA  
**PS-01**  
NORTE



ESC1:20.000  
Escala gráfica



SECCIÓN TRANSVERSAL A - A' ESC 1: 5000  
Escala gráfica



SECCIÓN TRANSVERSAL 1: 5000  
Escala gráfica

