

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**OPCIÓN I.- TESIS**

**TRABAJO PROFESIONAL**

**“ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA  
CICLOVÍA COMO ALTERNATIVA DE TRANSPORTE  
ECOLÓGICO Y SEGURO EN EL MUNICIPIO DE ORIZABA  
HACIENDO USO DE LA SIMULACIÓN”.**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA  
ADMINISTRATIVA**

**PRESENTA:**

*L.I. Mauricio Arenas Cruz*

**DIRECTOR DE TESIS:**

*Dr. Eduardo Roldán Reyes*





"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

FECHA: 03/10/2017  
DEPENDENCIA: POSGRADO  
ASUNTO: Autorización de Impresión  
OPCIÓN: I

**C. MAURICIO ARENAS CRUZ**  
CANDIDATO A GRADO DE MAESTRO EN:  
**INGENIERIA ADMINISTRATIVA**

De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros de Enseñanza Técnica Superior, dependiente de la Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA CICLOVIA COMO ALTERNATIVA DE TRANSPORTE ECOLOGICO Y SEGURO EN EL MUNICIPIO DE ORIZABA HACIENDO USO DE LA SIMULACION".**

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

A T E N T A M E N T E

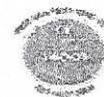
  
**RUBEN POSADA GOMEZ**  
JEFE DE LA DIV. DE ESTUDIOS DE POSGRADO

C.A. TITULACIÓN



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA  
INSTITUTO  
TECNOLÓGICO  
DE ORIZABA

ggc





"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"

FECHA : 21/09/2017

ASUNTO: Revisión de Trabajo Escrito

**C. M.C. MA. ELENA GARCÍA REYES**  
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACION.  
P R E S E N T E

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C. :

**MAURICIO ARENAS CRUZ**

la cual lleva el título de:

**"ESTUDIO TECNICO PARA LA IMPLEMENTACION DE UNA CICLOVIA COMO ALTERNATIVA DE TRANSPORTE ECOLOGICO Y SEGURO EN EL MUNICIPIO DE ORIZABA HACIENDO USO DE LA SIMULACION".**

Y concluyen que se acepta.

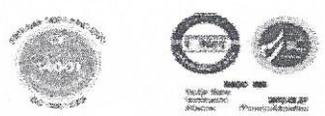
A T E N T A M E N T E

- PRESIDENTE : DR. EDUARDO ROLDAN REYES
- SECRETARIO : DR. GUILLERMO CORTES ROBLES
- VOCAL : M.A.E. FERNANDO AGUIRRE Y HERNANDEZ
- VOCAL SUP. : M.C. MARCOS SALAZAR MEDINA

FIRMA  
FIRMA  
FIRMA  
FIRMA

EGRESADO(A) DE LA MAESTRIA EN **INGENIERIA ADMINISTRATIVA**

OPCION: I **Tesis**



## **Reconocimientos**

La realización de esta tesis de maestría fue posible, en primer lugar, al apoyo económico recibido por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al ser estudiante de posgrado en el Instituto Tecnológico de Orizaba, perteneciente al Tecnológico Nacional de México; realizando los estudios de Maestría en Ingeniería Administrativa, cuyo plan de estudios está acreditado e inscrito en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACYT; el apoyo económico permitió hacer frente a diversos compromisos académicos y con ello acreditar distintas competencias, el desarrollo y las facilidades para el estudio de tesis.

Un reconocimiento al municipio del H. Ayuntamiento de Orizaba Veracruz, a las autoridades que lo representan que, con su apoyo, colaboración y las facilidades prestadas para la aceptación y desarrollo del tema de investigación, hicieron posible la implementación de la propuesta de solución.

## **Agradecimientos**

Agradecer a mi alma mater, el Instituto Tecnológico de Orizaba perteneciente al Tecnológico Nacional de México; por la oportunidad brindada de realizar los estudios de posgrado en la especialidad de Maestría en Ingeniería Administrativa, que en años pasados vio mi formación académica como Licenciado en Informática. A los distintos doctores, maestros, autoridades del área de posgrado y personal administrativo de la institución que contribuyo en la formación de esta nueva meta académica y profesional.

Agradecer al Dr. Eduardo Roldán Reyes por fungir como mi director de tesis, compartir sus conocimientos, tanto en la impartición de materias, el asesoramiento y la visión compartida de este proyecto de investigación que llega a su cumplimiento.

Agradecer al Dr. Guillermo Cortes Robles por su apoyo y formación académica en asignaturas impartidas por su persona y ser el Co-Director de tesis de la cual hoy se llega a su terminación.

Agradecer al Dr. Fernando Aguirre y Hernández, por las enseñanzas impartidas a lo largo del estudio de la maestría, el ser mi tutor y con ello compartir su visión, conocimientos y enseñanzas que se reflejan en el esfuerzo conseguido al terminar este proyecto de tesis y del cual forma parte como vocal dentro del comité designado.

Agradecimiento al Maestro Marcos Salazar Medina, por su participación en mi formación académica, en las distintas materias que impartió, su apoyo como persona y profesional, el fungir como vocal suplente dentro del comité designado. Haciendo extensivo mi agradecimiento a todos los miembros que integran el comité de la Maestría en Ingeniería Administrativa Agradecimiento a Dios, por la oportunidad de vida, las distintas enseñanzas en episodios de tribulaciones, pero que permitieron mi formación como individuo. A mis padres, mi madre como pilar fundamental del hogar, mi padre con la visión de otorgarme las oportunidades para mi desarrollo académico.

# Contenido

RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
Capítulo 1 Generalidades.....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Posicionamiento de la tesis .....	2
1.3    Planteamiento de problema.....	2
1.3.1 Contaminantes criterio .....	13
1.4    Objetivo general.....	15
1.4.1    Objetivos particulares.....	15
1.5    Justificación .....	15
1.6    Propuesta de solución .....	17
1.6.1    Visitas a los diversos municipios .....	17
1.7    Metodología.....	21
1.8    Organización de la tesis.....	24
Capítulo 2 Contexto de aplicación e investigación.....	26
2.1    El municipio y sus necesidades de transporte .....	26
2.1.1 Ubicación Geográfica.....	26
2.1.2 Estudios topográficos .....	27
2.1.3 Datos estadísticos de Orizaba .....	30
2.1.4 Distribución de la población en Orizaba de acuerdo a INEGI .....	31
2.2    Vialidades .....	34
2.2.1    Reordenamiento de rutas del transporte publico .....	34
2.3    Ciclovías .....	35
2.3.1 Tipología de Infraestructura Ciclista.....	35
2.3.2    Tipos de pavimento .....	38

2.3.3	Estándares para el diseño de vías ciclistas .....	39
2.3.4	Infraestructura ciclista unidireccional vs. bidireccional.....	40
2.3.5	Estudios de campo en Orizaba .....	41
2.3.6	Mercado.....	42
2.3.7	Información .....	43
2.3.8	Encuesta .....	44
2.3.9	Comercialización .....	46
2.3.10	Capacidad de diseño.....	47
2.3.11	Capacidad de sistema .....	48
2.3.12	Capacidad real .....	49
2.3.13	Diagramas de procesos .....	51
2.3.14	Distribución de elementos en la ciclovía .....	53
2.4	Contexto de solución .....	55
2.4.1	Simulación.....	55
2.4.2	Método de los factores ponderados .....	57
2.4.3	Método AHP.....	58
2.4.4	Evaluación de alternativas con Análisis Costo-Beneficio.....	61
2.4.5	Índice de seguridad vial.....	61
<b>Capítulo 3. Desarrollo de la simulación .....</b>		<b>62</b>
3.1	Toma de datos y pruebas de bondad de ajuste .....	62
3.1.1	Recolección de datos .....	62
3.1.2	Pruebas de bondad de ajuste, identificación de distribución de probabilidad .....	65
3.2	Construcción del modelo .....	66
3.2.1	Entidades .....	67
3.3	Validación de un modelo de simulación .....	70
3.4	Numero óptimo de corridas.....	71
<b>Capítulo 4. Evaluación de alternativas .....</b>		<b>72</b>
4.1	Alternativas propuestas.....	72

4.2 Aplicación de los métodos de evaluación .....	75
4.2.1 Aplicación del método de los factores ponderados .....	75
4.2.2 Aplicación del método AHP.....	78
4.2.3 Aplicación del Análisis Costo-Beneficio.....	84
4.3 Análisis de costos, impacto ambiental y salud .....	89
4.3.1 Análisis de costos .....	89
4.3.2 Impacto ambiental.....	89
4.3.3 Salud.....	89
4.4 Determinación para la implementación de la ciclovía en Orizaba.....	90
4.5 Ruta recreativa actualmente establecida .....	94
4.5.1 Análisis de los datos del recorrido recreativo ciclista .....	96
4.5.2 Aplicación de la simulación en la ruta recreativa ciclista.....	99
Conclusiones generales .....	101
Bibliografía .....	103
Anexos .....	107
Tablas Grupos quinquenales por municipios .....	108
Concentrado de estadísticas del monitoreo de distintos puntos de la ciudad .....	112
Registro de paso de bicicletas .....	115
Resultados estadísticos de prueba .....	120
Tablas de aplicación del método AHP.....	122
Comparativo costos ciclovías .....	129
Tablas análisis Costo-Beneficio.....	138
Concentrado de estadísticas Recorridos Recreativos Viernes.....	139
Reporte Auto::Fit of Distributions .....	141
Reporte goodness of fit.....	142

## Índices complementarios

### Índice de tablas

Tabla 1. Vehículos registrados en el año 2013, fuente (INEGI, 2010).....	3
Tabla 2. Vehículos registrados en el año 2014, fuente (INEGI, 2010).....	4
Tabla 3. Registro de accidentes años 2012, 2013 y 2014, por zona y causa del accidente en Orizaba y Veracruz; datos del (INEGI, 2010).....	6
Tabla 4. Tipos de accidentes años 2012, 2013 y 2014, por tipo de accidente en Orizaba y Veracruz; datos del (INEGI, 2010).....	6
Tabla 5. Altitud en distintos puntos de la ciudad de Orizaba, Veracruz.....	29
Tabla 6. Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas del año 1997 al 2014, fuente (INEGI, 2010).....	30
Tabla 7. Estadísticas del número de muertos y heridos en accidentes de tránsito del año 1997 al 2014, fuente (INEGI, 2010).....	31
Tabla 8. Estadísticos de grupos quinquenales por edades, de Orizaba; fuente (INEGI, 2010).....	32
Tabla 9. Estadísticos de grupos quinquenales de hombres en Orizaba, fuente (INEGI, 2010).....	32
Tabla 10. Estadísticos de grupos quinquenales de mujeres en Orizaba, fuente (INEGI, 2010).....	33
Tabla 11. Números de habitantes por municipio.....	42
Tabla 12. Datos de monitoreo ciclista, en distintos puntos de la ciudad de Orizaba.....	43
Tabla 13. Escala de valoración propuesta por Saaty para el método AHP.....	60
Tabla 14. Punto de monitoreo “A”.....	64
Tabla 15. Punto de monitoreo “B”.....	64
Tabla 16. Punto de monitoreo “C”.....	64
Tabla 17. Punto de monitoreo “D”.....	64
Tabla 18. Punto de monitoreo “E”.....	64
Tabla 19. Punto de monitoreo “F”.....	64
Tabla 20. Punto de monitoreo “G”.....	65
Tabla 21. Punto de monitoreo “H”.....	65
Tabla 22. Lista de las alternativas para la ciclovía en Orizaba.....	72
Tabla 23. Distancias de las alternativas propuestas.....	73
Tabla 24. Ponderación de los factores considerados.....	75
Tabla 25. Evaluación de los factores ponderados para cada una de las alternativas.....	77
Tabla 26. Lista de criterios considerados para el método AHP.....	78
Tabla 27. Lista de alternativas para las ciclovías en Orizaba.....	79
Tabla 28. Representación general de los criterios involucrados, siguiendo el método AHP.....	80
Tabla 29. Proceso AHP, Iteración para el criterio “Mayor cobertura geográfica”.....	81
Tabla 30. Proceso AHP, confrontación de criterios, denominada comparación por pares.....	82

Tabla 31. Proceso AHP, agrupación de los vectores promedios obtenidos en tablas anteriores .....	83
Tabla 32. Resultados obtenidos por cada alternativa, con el método AHP.....	83
Tabla 33. Distancias de los trazos considerados para la ciclovía en Orizaba.....	84
Tabla 34. Comparativo de costos de cada una de las alternativas, de acuerdo a la extensión.....	85
Tabla 35. Precios de los hidrocarburos.....	86
Tabla 36. Costos de llenar el tanque de combustible y emisiones emitidas de CO2 .....	86
Tabla 37. Emisiones de CO2 liberadas, liberadas al efectuar el recorrido completo en cada alternativa .....	87
Tabla 38. Costo-beneficio respecto a la alternativa 1.....	88
Tabla 39. Emisiones de CO2 por alternativa de transporte.....	88
Tabla 40. Priorización de alternativas propuestas .....	90
Tabla 41. Ranking de las 5 alternativas horizontales más altas.....	93
Tabla 42. Ranking de las 5 alternativas verticales más altas.....	93
Tabla 43. Lista de las alternativas consideradas para la implementación de la ciclovía en Orizaba .....	93
Tabla 44. Datos concentrados del monitoreo del recorrido recreativo ciclista.....	96
Tabla 45. Monitoreos efectuados de septiembre 2016 a agosto 2017 .....	97
Tabla 46. Datos del monitoreo ciclista recreativo del 30 de septiembre de 2016.....	97
Tabla 47. Resultados del análisis estadístico de los datos con Auto Fit, funcionalidad de Stat::Fit.....	98
Tabla 48. Grupos quinquenales municipio Atzacan.....	108
Tabla 49. Grupos quinquenales municipio Huiloapan de Cuauhtémoc .....	108
Tabla 50. Grupos quinquenales municipio Ixhuatlancillo .....	109
Tabla 51. Grupos quinquenales municipio Ixtaczoquitlán.....	109
Tabla 52. Grupos quinquenales municipio Mariano Escobedo.....	110
Tabla 53. Grupos quinquenales municipio Orizaba .....	110
Tabla 54. Grupos quinquenales municipio Rio Blanco .....	111
Tabla 55. Grupos quinquenales municipio Rafael Delgado.....	111
Tabla 56. Evaluación del criterio: Simplicidad de la ruta.....	122
Tabla 57. Evaluación del criterio: Interconectividad de puntos .....	123
Tabla 58. Evaluación del criterio: Desplazamiento mas eficiente.....	124
Tabla 59. Evaluación del criterio: Menor afectación al flujo vehicular.....	125
Tabla 60. Evaluación del criterio: Viabilidad de las calles .....	126
Tabla 61. Evaluación del criterio: Menor costo de instalación .....	127
Tabla 62. Evaluación del criterio: Mayor relación Costo-Beneficio .....	128

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2012, total 8,960 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	7
---	---

Gráfico 2. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2012, total 136 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	8
Gráfico 3. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2013, total 8,769 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	8
Gráfico 4. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2013, total 131 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	9
Gráfico 5. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2014, total 9,298 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	10
Gráfico 6. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2013, total 146 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	10
Gráfico 7. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2015, total 8,241 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	11
Gráfico 8. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2013, total 117 accidentes; fuente (INEGI, 2010).....	12

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de la ciclo vía en Oriente 4.....	20
Figura 2. Mapa de la ciclo vía bajo el esquema de eje coordenado.....	21
Figura 3. Metodología esquematizada del proyecto.....	23
Figura 4. Mapa del municipio de Orizaba, fuente (Maps, 2016).....	27
Figura 5. Mapa topográfico de la ciudad de Orizaba, fuente (Maps, 2016).....	28
Figura 6. Representación de las diversas altitudes cercanas a la ciudad de Orizaba, fuente (topographic-map.com, 2016).....	28
Figura 7. Tipología calle compartida (Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011).....	36
Figura 8. Tipología carril compartido (Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011).....	36
Figura 9. Tipología ciclo carril (Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011).....	37
Figura 10. Tipología ciclo vía unidireccional (Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011).....	37
Figura 11. Tipología ciclo vía bidireccional (Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011).....	38
Figura 12. Diagrama de la implementación de la ciclo vía en Orizaba.....	51
Figura 13. Diagrama de uso de ciclo vía en Orizaba.....	52
Figura 14. Señalización para una ciclo vía, fuente (SCT, 2011).....	54
Figura 15. Esquema general de la jerarquía del AHP, fuente (DSLEYEN, 2009).....	59
Figura 16. Representación de los puntos donde se realizó monitoreo ciclista.....	63
Figura 17. Representación del área de trabajo en ProModel.....	67

Figura 18. Integración de las entidades participantes en el modelo de simulación de ProModel.....	68
Figura 19. Integración de las locaciones en el modelo de simulación de ProModel .....	69
Figura 20. Lógica de procesamiento del modelo de simulación en ProModel.....	69
Figura 21. Configuración de las llegadas en el modelo de simulación de ProModel .....	70
Figura 22. Esquema general de las alternativas propuestas para la determinación a través de la simulación ...	74
Figura 23. Mapa de la alternativa 1.....	88
Figura 24 Resultados de la simulación de la alternativa horizontal 1, efectuadas 30 repeticiones .....	91
Figura 25. Resultados de la simulación de la alternativa vertical 1, efectuadas 30 repeticiones .....	91
Figura 26. Resultados promedios para cada una de las alternativas horizontales, después de las 30 repeticiones.....	92
Figura 27. Resultados promedios para cada una de las alternativas verticales, después de las 30 repeticiones .....	92
Figura 28. Mapa con las rutas establecidas después del proceso de simulación .....	94
Figura 29. Mapa de la ruta recreativa.....	96
Figura 30. Layout de la ruta recreativa ciclista actualmente establecida .....	99
Figura 31. Resultados obtenidos del proceso de simulación, después de efectuar 15 repeticiones.....	100

## RESUMEN

La ciudad de Orizaba presenta grandes desafíos en cuestión de movilidad. Se tiene el aspecto del crecimiento urbano, que conlleva el aumento del parque vehicular y la demanda de transporte público, debido a ello se ve cierta incapacidad por respuesta en el ámbito de infraestructura, la iniciación y reacondicionamientos de obras urbanas. Esta situación conlleva fuerte congestionamiento en las principales calles del centro histórico de la ciudad, así como las principales vialidades que conectan los diversos puntos geográficos de la localidad y municipios contiguos.

Por lo que se hace indispensable contar con nuevas formas que den respuesta a estas demandas, además de poder tener impactos favorables en cuestiones ambientales, salud y finanzas de los habitantes de la ciudad y periferias. Siendo Orizaba un punto de interés, debido a su localización y las nuevas obras que se han realizado, los proyectos de renovación de banquetas, la obtención de la distinción de Pueblo Mágico, contar con un teleférico, paseos recreativos a pie, museos de arte, sitios de gran importancia cultural e historia. Orizaba por ser una ciudad de dimensiones geográficas inferiores a otras grandes urbes, el traslado de un punto a otro es viable a través de vehículos no motorizados, tal es el caso de la bicicleta. Otra razón es que muchas personas realizan sus desplazamientos en este tipo de unidades, sean por cuestión de recreación, comodidad, factibilidad, economía entre otras, ya sea en cuestiones de traslados a escuelas o en la mayoría de los casos a sus centros de trabajo.

Debido a ello la simulación permitirá realizar el análisis de la factibilidad de la ciclovía en Orizaba, y con ello va a permitir la evaluación del impacto a nivel de tráfico y costos.

**Palabras clave:** Análisis, factibilidad, simulación, ciclovía, impacto ambiental

## **ABSTRACT**

The city of Orizaba presents major challenges in a matter of mobility. It has the appearance of urban growth, which leads to increased vehicle fleet and public transport demand because of this inability by some response in the field of infrastructure, initiation and overhauls of urban works seen. This situation carries strong congestion in the main streets of the historic city center and the main roads that connect the various geographical areas of the town and neighboring municipalities.

So it is essential to have new ways that respond to these demands, in addition to have positive impacts on environmental issues, health and finances of the inhabitants of the city and suburbs. Being Orizaba a point of interest, due to its location and new works that have been made, renovation projects sidewalks, obtaining the distinction of Magic Town, have a cable car, recreational walks, art museums, sites of great cultural significance and history.

Orizaba for being a city of less than other large cities geographical dimensions, moving from one point to another is feasible through non-motorized vehicles; such is the case of the bicycle. Another reason is that many people make their journeys in such units, are a matter of recreation, comfort, practicality, economy among others, whether in matters of transfers to schools or in most cases their workplaces.

Because of this simulation allows analysis of the feasibility of the bike path in Orizaba, and thus will allow impact assessment at the level of traffic and costs.

**Key words:** Analysis, feasibility, simulation, bikeway, environmental impact

# Capítulo 1 Generalidades

## 1.1 Introducción

En la actualidad una situación que se hace presente en distintas ciudades es la necesidad de un desplazamiento eficaz, disminuir el tiempo que dura llegar de un punto a otro, el mejorar las condiciones de vida, el ahorrar ciertos ingresos ante el aumento en el costo de los servicios de transporte público. Por ello este proyecto busca atender una necesidad que presenta diversos habitantes de la ciudad, donde muchos trabajadores ven en la bicicleta la solución para un desplazamiento efectivo, de costo mínimo. A lo largo del desarrollo de este trabajo se conocerá la problemática a resolver, las condiciones que prevalecen en el municipio de Orizaba donde se llevara a cabo el proyecto, conocer y comprender los temas implicados en una movilidad sustentable, que más allá de no ser desplazamiento no motorizado, atiende necesidades económicas y se pretende otorgar las condiciones físicas para desplazamientos seguros.

La simulación es una alternativa de analizar y evaluar diversos escenarios, que permitan determinar y jugar con variables involucradas para buscar las alternativas de solución más viables, que impliquen potencializar los beneficios del proyecto y disminuir el impacto negativo que podría estar implicado en el proyecto.

En el capítulo final se analiza el proyecto con las características y elementos descritos en los capítulos anteriores, para la propuesta de alternativas y evaluación de las mismas con tal de brindar un abanico de soluciones factibles y con ello atender la necesidad que se presenta en la región.

## **1.2 Posicionamiento de la tesis**

Este proyecto de tesis tiene su punto de acción, en el ámbito social, ya que se pretende solucionar una problemática y con ello disminuir las situaciones de riesgos, las cuales son potencialmente altas, antes de estar el proyecto en ejecución. En el aspecto tecnológico, se vale de herramientas computacionales y de software especializado para analizar distintos escenarios y con ello analizar la viabilidad, permitiendo dar certeza y validez en propuestas de solución, soportándose de la simulación.

## **1.3 Planteamiento de problema**

Hoy en día, se vive una realidad de diversos cambios, nuevas tecnologías, interacciones cercanas con otros individuos, tanto a nivel personal, colectivo, gobierno, relaciones comerciales, y por supuesto las relaciones entre diferentes naciones.

Los problemas que existen en diversas ciudades, y que se presentan con frecuencia, son:

- ❖ Contaminación ambiental en sus diversas taxonomías, generada por individuos, comunidades, empresas, fabricas, medios de transporte, incendios y prácticas de quemas de pastizales.
- ❖ Escases de recursos, debido al aumento de la demanda por el incremento de la población, el desaprovechamiento de los recursos y la contaminación de los mismos.
- ❖ Problemas de transporte, el incremento de los asentamientos urbanos y suburbanos implican una demanda superior a la oferta, lo que imposibilita satisfacer las necesidades de los demandantes, además el uso de unidades en estado deplorable implica cuestiones de contaminación, y sobre todo el congestionamiento que es evidente al incrementarse el parque vehicular, tanto particular, transporte urbano y carga.

Modernas ciudades del mundo optan por nuevas formas de vida, de realizar sus traslados de su casa al trabajo y viceversa, estudiantes que asistan a sus escuelas de una manera oportuna y confiable, siendo la bicicleta la respuesta a sus necesidades de traslado, además de los beneficios que implica al ser una alternativa que no emite contaminantes al medio ambiente, los beneficios físicos que conlleva y prácticas que mejoran la salud de los interesados.

México no es la excepción, la capital ha implementado importantes propuestas, de igual manera, en menor proporción, otras entidades de la República Mexicana ofrecen una alternativa limpia y práctica para satisfacer sus necesidades de desplazamiento.

En la zona metropolitana de Orizaba, comprendida por Orizaba y 11 municipios más, siendo estos: Ixtaczoquitlán, Camerino Z. Mendoza, Río Blanco, Nogales, Mariano Escobedo, Ixhuatlancillo, Rafael Delgado, Atzacan, Maltrata, Huiloapan de Cuauhtémoc, y Tlilapan; se observa un fenómeno de expansión, un crecimiento poblacional, nuevas industrias, además de nuevos asentamientos, lo que implica aumento en el parque vehicular, demanda de transporte público que satisfaga la necesidad de la población que requiere el servicio.

Las tablas 1 y 2, muestran el número de vehículos registrados en Veracruz en los años 2013 y 2014, el tipo de vehículos y la distribución entre los 12 municipios, siendo Orizaba el de mayor crecimiento, todos estos datos son proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y son accesibles desde su portal de internet.

Tabla 1. Vehículos registrados en el año 2013, fuente (INEGI, 2010)

Clave	Vehículos registrados (Vehículos) Nombre	2013 Total	Clase de vehículo			
			Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
<b>30</b>	Veracruz de Ignacio de la Llave	1,733,364	1,023,012	12,285	583,725	114,342
<b>30022</b>	Atzacan	1,887	788	66	709	324
<b>30030</b>	Camerino Z. Mendoza	7,680	5,185	20	2,013	462

<b>30074</b>	Huiloapan de Cuauhtémoc	1,496	771	0	544	181
<b>30081</b>	Ixhuatlancillo	2,219	1,238	15	560	406
<b>30085</b>	Ixtaczoquitlán	12,042	6,557	198	4,029	1,258
<b>30099</b>	Maltrata	2,037	771	2	1,230	34
<b>30101</b>	Mariano Escobedo	4,524	2,537	10	1,426	551
<b>30115</b>	Nogales	9,039	5,455	13	2,920	651
<b>30118</b>	Orizaba	42,175	29,414	225	8,018	4,518
<b>30135</b>	Rafael Delgado	1,841	869	42	677	253
<b>30138</b>	Río Blanco	11,193	7,565	4	2,375	1,249
<b>30185</b>	Tlilapan	524	237	15	182	90
<b>Totales</b>	Zona Metropolitana de Orizaba	96,657	61,387	610	24,683	9,977
	Porcentaje del total en Veracruz	5.58%	6.00%	4.97%	4.23%	8.73%

Tabla 2. Vehículos registrados en el año 2014, fuente (INEGI, 2010)

Clave	Vehículos registrados (Vehículos)	2014	Clase de vehículo			
			Automóviles	Camiones para pasajeros	Camiones y camionetas para carga	Motocicletas
<b>30</b>	Veracruz de Ignacio de la Llave	1,797,417	1,052,699	12,930	600,095	131,693
<b>30022</b>	Atzacan	1,967	813	76	701	377
<b>30030</b>	Camerino Z. Mendoza	7,824	5,258	21	2,011	534
<b>30074</b>	Huiloapan de Cuauhtémoc	1,550	780	0	557	213
<b>30081</b>	Ixhuatlancillo	2,353	1,281	15	569	488
<b>30085</b>	Ixtaczoquitlán	12,539	6,705	240	4,143	1,451
<b>30099</b>	Maltrata	2,070	787	2	1,233	48
<b>30101</b>	Mariano Escobedo	4,760	2,615	13	1,470	662
<b>30115</b>	Nogales	9,282	5,540	13	2,973	756
<b>30118</b>	Orizaba	43,369	29,927	244	8,227	4,971
<b>30135</b>	Rafael Delgado	1,977	912	43	706	316
<b>30138</b>	Río Blanco	11,593	7,710	4	2,431	1,448
<b>30185</b>	Tlilapan	562	252	16	188	106
<b>Totales</b>	Zona Metropolitana de Orizaba	99,846	62,580	687	25,209	11,370
	Porcentajes del total en Veracruz	5.55%	5.94%	5.31%	4.20%	8.63%

Debido a los datos expresados en las tablas anteriores, se puede concluir como consecuencias del aumento del número de unidades particulares, transporte y carga, impacta en los tiempos de desplazamiento, el congestionamiento de las vialidades en horas pico y afectación a las condiciones de la calidad del aire.

En la actualidad se presentan diversas situaciones, entre ellas se puede mencionar los problemas de transportación, debido a las pocas unidades en algunas rutas, donde el tiempo de espera va de una a dos horas; el congestionamiento vehicular que se presenta en horas pico, la limitada solvencia económica de algunos sectores de la población, así como el incremento de los costos de los hidrocarburos implicados en la movilidad de las unidades vehiculares.

Debido a estas situaciones diversas personas, sean estudiantes, trabajadores o individuos optan por el uso de alternativas de transporte, viendo en la bicicleta una respuesta acertada, pero en algunos casos desisten de su uso debido a diversas razones que se ponen de manifiesto a continuación.

- La falta o desconocimiento de cultura vial por parte de los conductores de unidades vehiculares.
- La ausencia de condiciones adecuadas dentro de las principales avenidas o calles que conectan diversos puntos de la ciudad.
- La vulnerabilidad que son objeto quienes emplean la bicicleta con objeto de recreación, transporte o salud.

Después de las razones descritas con anterioridad, es conveniente ilustrar por imágenes los accidentes registrados en el estado de Veracruz, así como cuanto corresponden al municipio de Orizaba, durante los años 2012, 2013, 2014 y 2015, bajo las variables de: Zona donde ocurrió el accidente, Causa del accidente y Tipo de accidente; todos los datos consultados están accesibles desde el portal de INEGI. La tabla 3 contiene información referente a los accidentes contabilizados en los años 2012, 2013 y 2014, de acuerdo a la zona del accidente y la causa registrada. La tabla 4 es el registro de accidentes de los años 2012, 2013 y 2014, de acuerdo al tipo de accidente.

Tabla 3. Registro de accidentes años 2012, 2013 y 2014, por zona y causa del accidente en Orizaba y Veracruz; datos del (INEGI, 2010)

Total de accidentes de tránsito											
	Clave	Nombre	Zona ocurrió accidente			Causa del accidente					
			Total	Zona Urbana	Zona Suburbana	Total	Conductor	Peatón o pasajero	Falla del vehículo	Mala condición del camino	Otra
<b>Año 2012</b>	30	Veracruz de Ignacio	8960	8327	633	8960	8850	43	37	18	12
	30118	Orizaba	136	136		136	134	2			
<b>Año 2013</b>	30	Veracruz de Ignacio	8769	7736	1033	8769	8863	46	41	9	10
	30118	Orizaba	131	131		131	129				
<b>Año 2014</b>	30	Veracruz de Ignacio	9298	8192	1106	9298	9210	31	42	13	2
	30118	Orizaba	146	146		146	144	2			

Tabla 4. Tipos de accidentes años 2012, 2013 y 2014, por tipo de accidente en Orizaba y Veracruz; datos del (INEGI, 2010)

			Tipo de accidente												
Año	Clave	Nombre	Total	Colisión con vehículo automotor	Colisión con peatón (atropellamiento)	Colisión con animal	Colisión con objeto fijo	Volcadura	Caída de pasajero	Salida del camino	Incendio	Colisión con ferrocarril	Colisión con motocicleta	Colisión con ciclista	Otro
<b>2012</b>	30	Veracruz	8960	6068	480	10	944	109	31	295	4	4	918	87	10
	30118	Orizaba	136	85	17		12		1				18	3	
<b>2013</b>	30	Veracruz	8769	5418	557	14	1013	177	35	286	13	12	1142	95	7
	30118	Orizaba	131	78	11		16	1	1				19	5	
<b>2014</b>	30	Veracruz	9298	5786	542	7	1074	189	55	304	15	7	1206	108	5
	30118	Orizaba	146	76	18	1	23			1		1	21	5	

Las siguientes Gráficas expresan los datos concentrados en las tablas anteriores, esto para una mejor visualización y comprensión, manejadas de manera anual, primero por el estado y de manera siguiente por el municipio de Orizaba.

El Gráfico 1 representa los accidentes suscitados en el año 2012, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el estado de Veracruz.

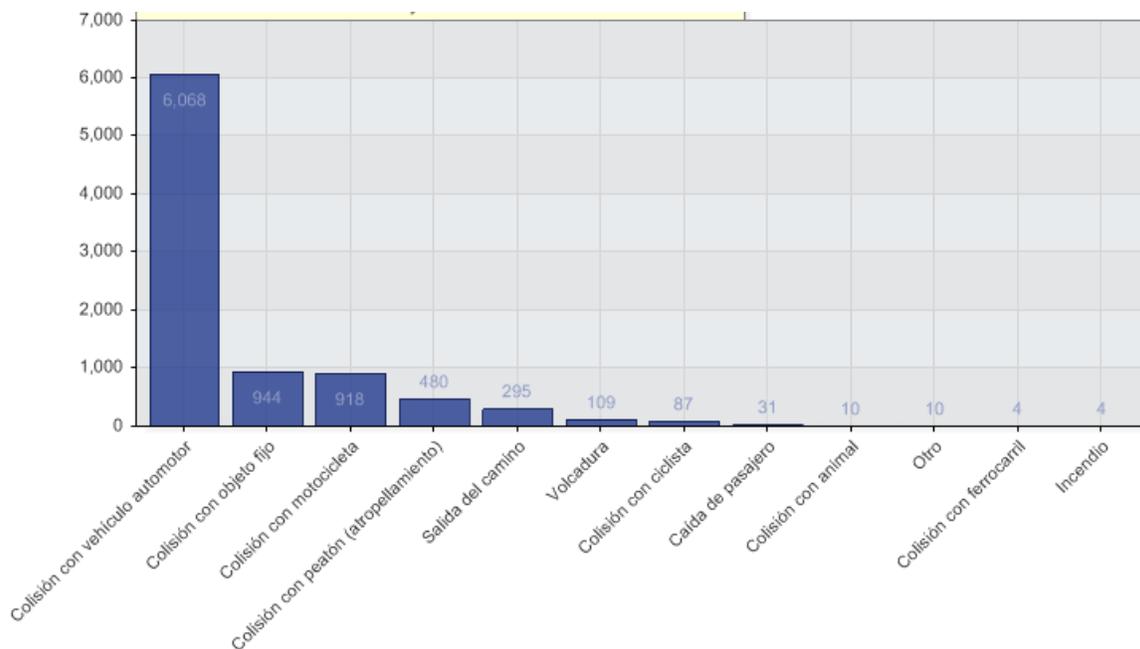


Gráfico 1. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2012, total 8,960 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El Gráfico 2 es la representación de los accidentes suscitados en el año 2012, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el municipio de Orizaba, Veracruz.

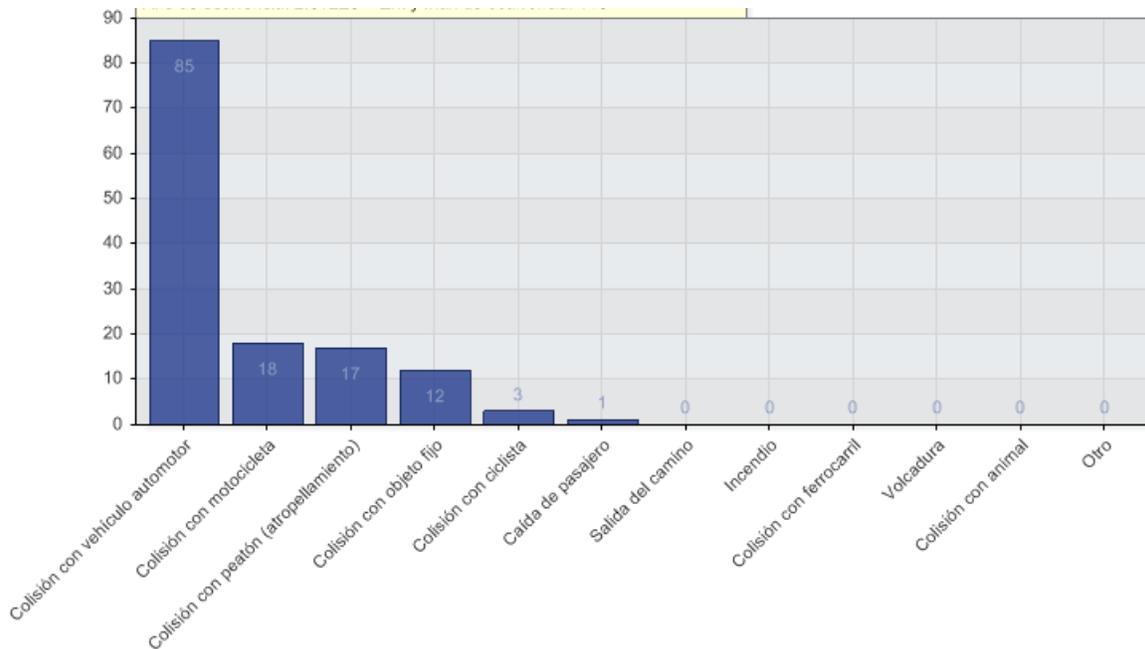


Gráfico 2. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2012, total 136 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El Gráfico 3 representa los accidentes suscitados en el año 2013, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el estado de Veracruz.

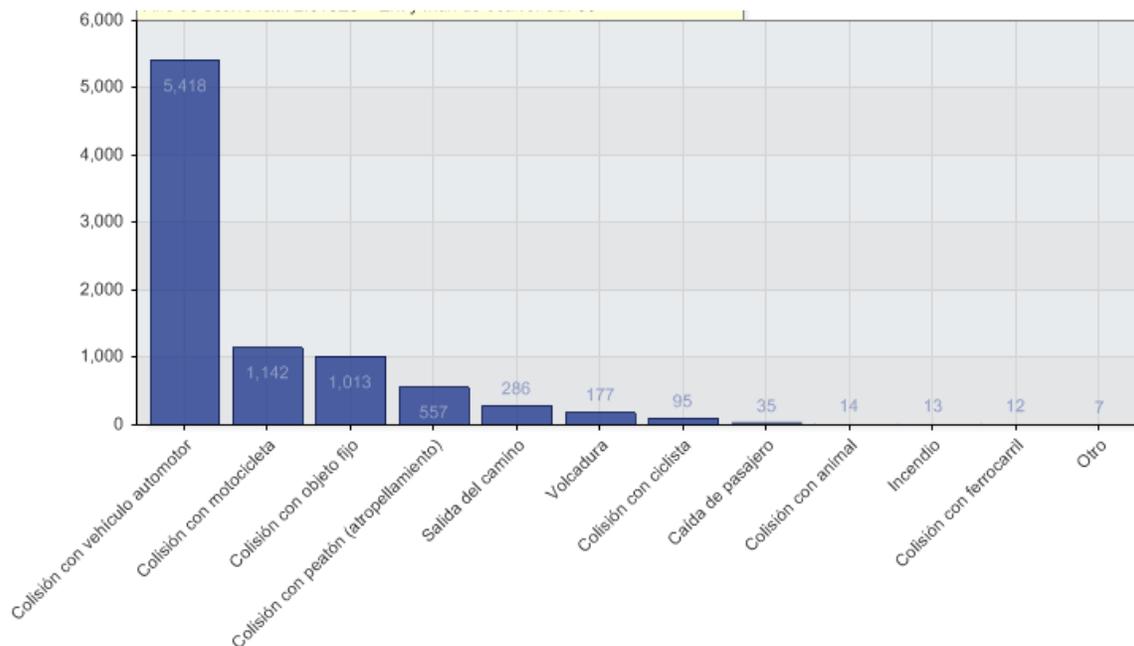


Gráfico 3. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2013, total 8,769 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El Gráfico 4 es la representación de los accidentes suscitados en el año 2013, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el municipio de Orizaba, Veracruz.

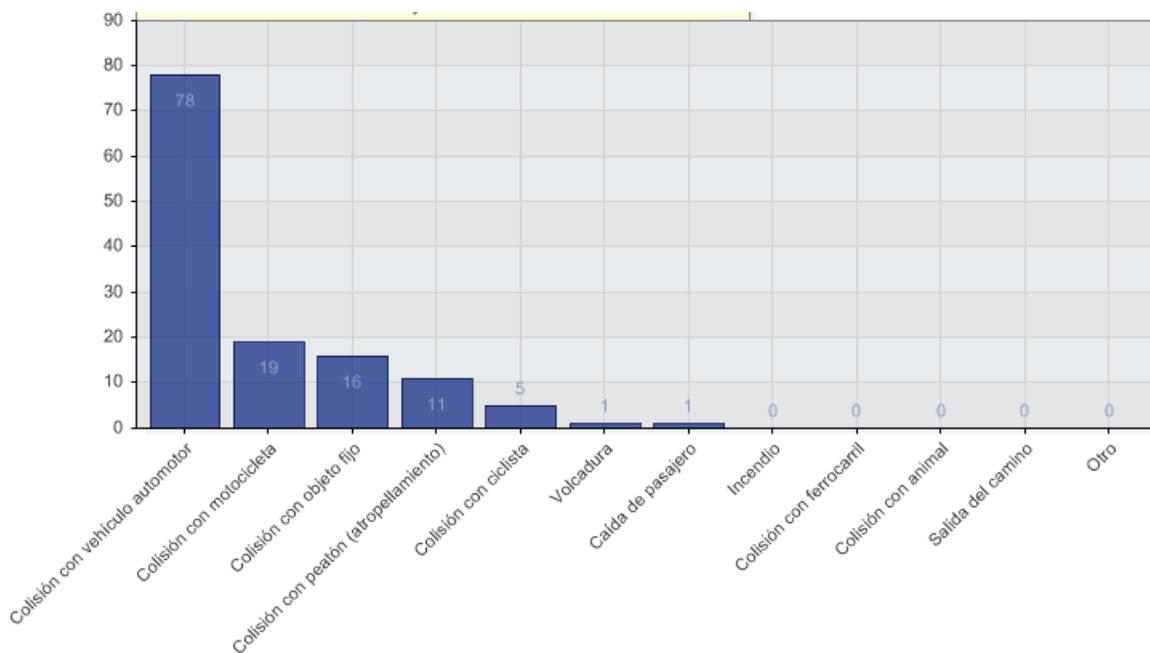


Gráfico 4. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2013, total 131 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El Gráfico 5 representa los accidentes suscitados en el año 2014, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el estado de Veracruz.

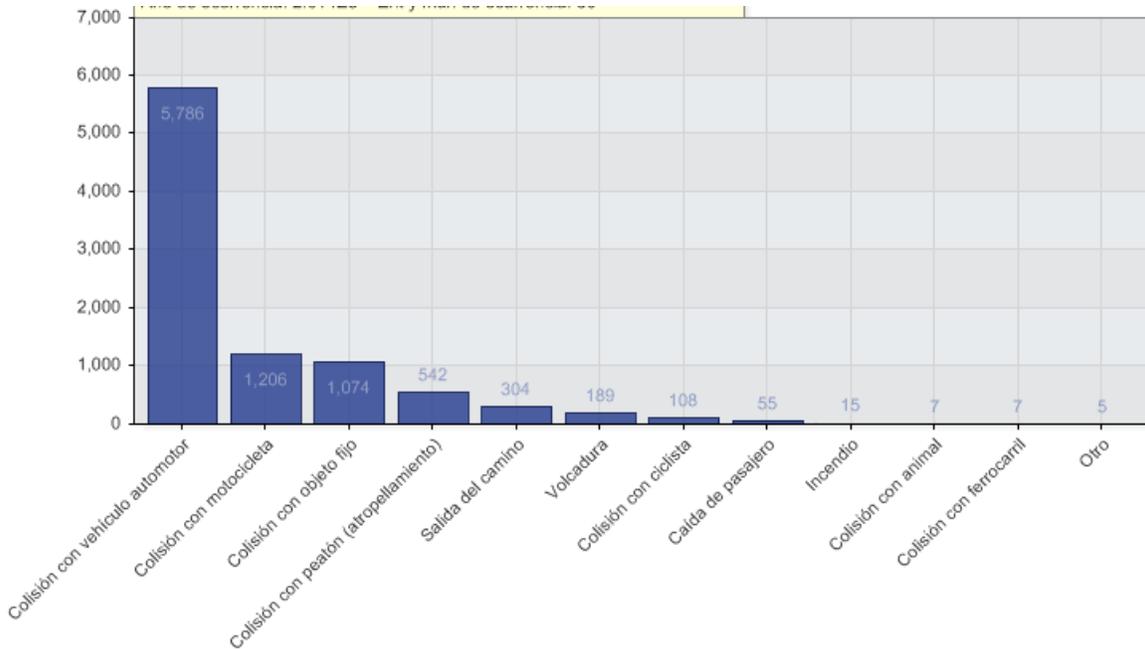


Gráfico 5. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2014, total 9,298 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El gráfico 6 es la representación de los accidentes suscitados en el año 2014, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el municipio de Orizaba, Veracruz.

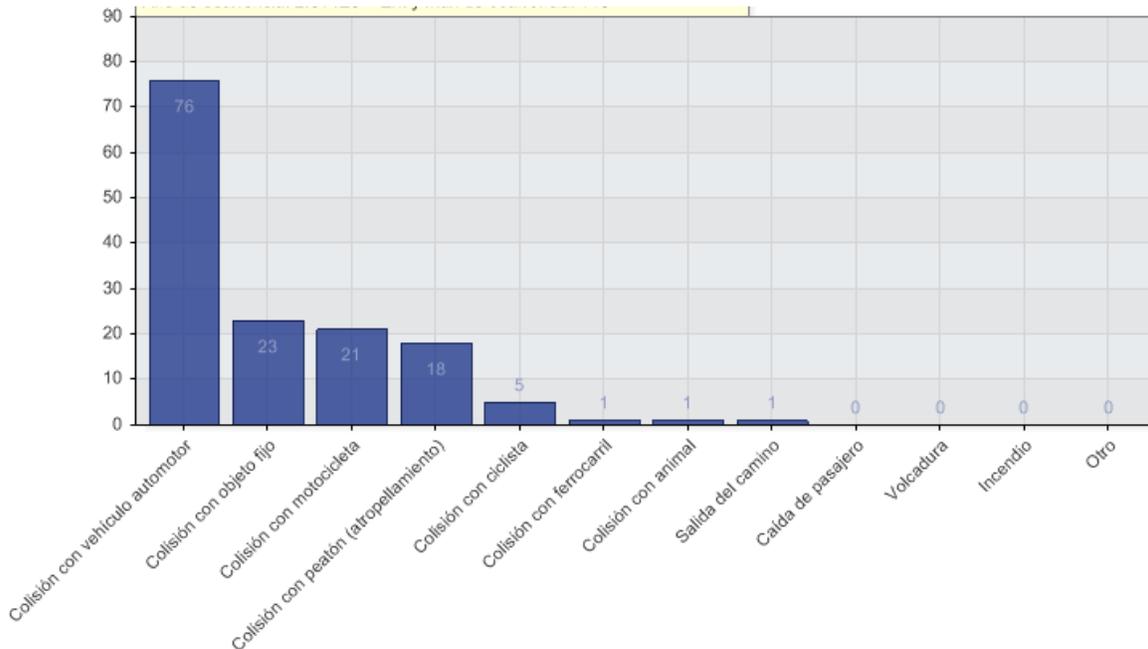


Gráfico 6. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2013, total 146 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El gráfico 7 representa los accidentes suscitados en el año 2015, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el estado de Veracruz.

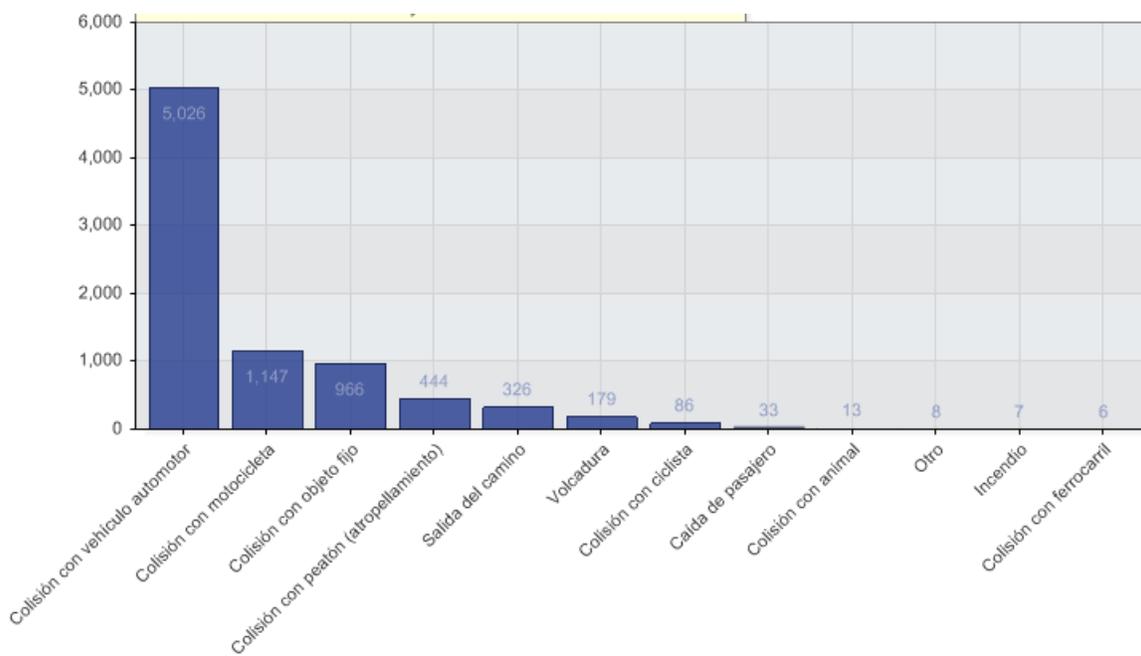


Gráfico 7. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Veracruz año 2015, total 8,241 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

El gráfico 8 es la representación de los accidentes suscitados en el año 2014, donde se ven ilustrados por tipo de accidente, todos ellos ocurridos en el municipio de Orizaba, Veracruz.

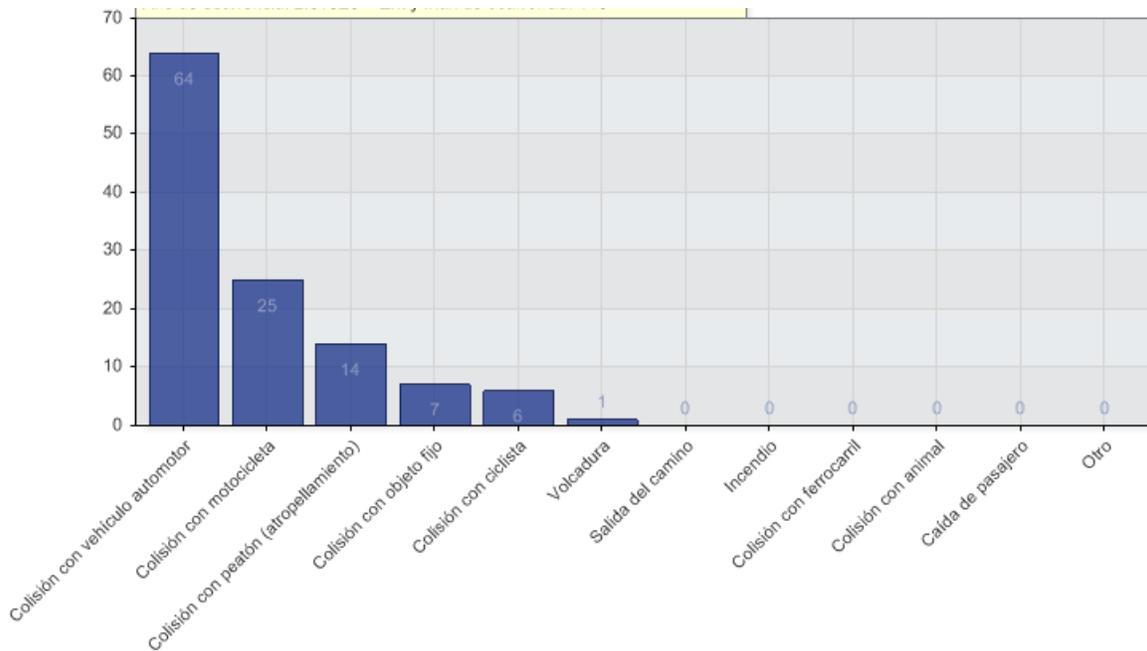


Gráfico 8. Estadísticas por tipo de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas Orizaba, Ver. año 2013, total 117 accidentes; fuente (INEGI, 2010)

La información ilustrada en las imágenes anteriores refleja un aumento en el número de accidentes, además de un incremento en el número de colisiones con un ciclista en el estado de Veracruz. Por lo cual es conveniente tomar diversas medidas para disminuir tales incidencias.

Ante el aumento de unidades motorizadas es conveniente pensar en alternativas, que permitan mitigar o disminuir las condiciones nocivas antes descritas, siendo la bicicleta una respuesta viable y que tiene un impacto favorable, debido a la nula emisión de contaminantes, la facilidad en su uso, el desplazamiento de un punto a otro, un impacto positivo en las condiciones de salud de quienes la emplean, así como un ahorro o disminución en los gastos de transporte de quienes opten por esta alternativa.

En el caso particular del municipio de Orizaba según datos de la encuesta intercensal 2015 del INEGI, se tiene una población de 126,005 habitantes, donde el 45.76% de su población son hombres y el 54.24% son mujeres. Ante tal panorama es viable la consideración de la población para una movilidad en bicicleta.

### 1.3.1 Contaminantes criterio

Se denomina contaminantes criterios al conjunto de contaminantes perjudiciales para la salud y que afectan el bienestar de los seres humanos, su denominación parte de los resultados de evaluaciones publicadas en documentos referentes a la calidad del aire, en los Estados Unidos (EU), con el propósito de fijar niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013).

Por mencionar algunos de ellos y de acuerdo a su alto nivel de nocividad están los siguientes:

- Monóxido de Carbono (CO): las características de este gas son: inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Su origen principal es a partir de la combustión incompleta de los motores de los vehículos, entre otras actividades. Causando estragos como la erosión del suelo al combinarse con otras sustancias en la atmósfera, es propicie de enfermedades cardiovasculares al ser inhalado, y también afectaciones en el feto durante el embarazo. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013)
  
- Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>): la combinación de compuestos químicos binarios gaseosos formados por la unión de oxígeno y nitrógeno liberados a la atmósfera desde el escape de vehículos motorizados, al estar liberados en el aire forman ácido nítrico, lo que da origen al conocido efecto de lluvia ácida afectando a la erosión de los suelos y a la eutrofización de ríos y lagos. En los seres humanos se producen afectaciones en los pulmones, que facilitan el desarrollo de alergias. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013)
  
- Partículas suspendidas (PM): denominadas como la acumulación de fracciones de material sólido o líquido en la atmósfera, teniendo como origen por la combustión del transporte motorizado, además de otras actividades. Las dimensiones del material particulado varían desde .005 hasta 100 micras. Dichas partículas afectan la visibilidad y deterioran los ecosistemas de todo tipo; siendo factor de riesgo para el

cáncer pulmonar y las enfermedades cardiopulmonares. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013)

- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>): Este gas se origina de la quema de combustibles fósiles, con la característica de ser incoloro, además de tener azufre en su composición. Una exposición puede provocar irritación e inflamación aguda o crónica de las mucosas conjuntival y respiratoria. La situación empeora, cuando el Dióxido de azufre se transforma en otros compuestos como el ácido sulfúrico o sulfato, debido a que pueden provocar un aumento en la mortalidad de enfermos crónicos del corazón. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013)
- Compuestos Orgánicos Totales (COT). Comprenden el conjunto de los gases considerados en las emisiones de hidrocarburos. Una exposición a largo plazo a ciertas especies de COT puede incrementar los casos de cáncer. Los COT también incluyen a los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013).
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Estas sustancias químicas contienen carbono y que pueden convertirse en vapores o gases debido a su volatilidad. Originados por la quema de combustibles y relacionados a todos los productos del área de las pinturas. Los efectos nocivos a la salud son la irritación de mucosas, mareos y dolores estomacales, además de producir fatiga y afectaciones al sistema nervioso central. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013).
- Amoniaco (NH<sub>3</sub>). Caracterizado por ser un gas incoloro de olor penetrante y nauseabundo. Originado naturalmente por la descomposición de materia orgánica; además fácilmente soluble y rápida evaporación. (de Almeida Lobo & Herrera Montes, 2013).

Se sigue un criterio de acuerdo a cada contaminante, estos criterios están contemplados en las guías y normas, las cuales contemplan los niveles de exposición a contaminantes

atmosféricos, con el objetivo principal de disminuir los riesgos, así como protección de los efectos dañinos.

## **1.4 Objetivo general**

Elaborar un estudio técnico para el diseño e implementación de una ciclovía en el municipio de la ciudad de Orizaba, Veracruz, como alternativa de transporte ecológico y seguro, haciendo uso de la simulación.

### **1.4.1 Objetivos particulares**

- Determinar la mejor ubicación de la ciclovía tomando en consideración la infraestructura vial existente, el tránsito vehicular, el uso promedio de la bicicleta y las necesidades del ayuntamiento.
- Evaluar la mejor alternativa para el diseño de la ciclovía que mejor se adecue a la infraestructura existente.
- Construir el modelo de simulación de la ciclovía para el análisis de costos, estimación de la emisión de contaminantes y tráfico de ciclistas.
- Implementar una prueba piloto de la ciclovía y evaluar los resultados.
- Distribuir volantes para la promoción de una página en redes sociales, con el objetivo de integrar una comunidad y en ella promover la movilidad en bicicleta.
- Contribuir mejorando las condiciones existentes de los usuarios de las bicicletas

## **1.5 Justificación**

El incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte, conlleva beneficios a nivel de transporte, económico, salud e impacto ambiental, algunos beneficios siendo de carácter directo y otros indirectos.

Los sectores de la población que serían beneficiados al implementar esta propuesta, no se limitaría a un solo rubro de la sociedad, por el contrario, al atestiguar el impacto positivo, se crearía la conciencia y la cultura del uso de la bicicleta, además de conocer las ventajas que su uso implica.

Al estratificar los sectores de la población beneficiados por la consideración e implementación de esta propuesta, responden en gran parte al sector productivo, siendo los trabajadores de oficios los más beneficiados, comunidad estudiantil, personas que vean la bicicleta como una forma fácil, segura y practica de mantener su condición física, por último y no menos importante, el aspecto recreativo y la convivencia social.

La implementación de tal proyecto permitirá en aspectos económicos, un ahorro para quienes habitualmente hacen uso de transporte y que muchos de ellos son de una clase social limitada, ya que los gastos de transporte conllevan un porcentaje considerable y trae como consecuencia un menor poder adquisitivo para satisfacer otras necesidades esenciales.

En aspectos ambientales permitirá tener un cálculo respecto a la disminución de emisiones de carbono, y poder cuantificar la denominada huella de carbono de cada individuo, además de la medición de contaminantes de las unidades de transporte público y con ello hacer una estimación de las ventajas por implementación de la ciclovía en Orizaba

Hablando en cuestiones de congestionamiento vial, se verá beneficiado, ya que la demanda de transporte público será menor, ante ello el parque vehicular, dará un mejor servicio, consiguiendo con ello una mejor fluidez en las calles y avenidas de Orizaba.

El uso de esta ciclovía permitirá a nivel social, mejoramiento en la educación vial, teniendo claro la jerarquía de los usuarios de la calle, siendo el peatón el de mayor importancia, seguido del ciclista, transporte público y finalmente el automóvil. Conseguir el respeto y la consideración, traerá como consecuencia una mejor relación entre los habitantes.

El contar con las adecuaciones para la inclusión de la bicicleta como medio de transporte, sea a través de las diferentes modalidades, permitirá contribuir y dar solución a diversos problemas ya mencionados.

Como profesional de alto nivel, de la Maestría en Ingeniería Administrativa, se tiene la capacidad de mejorar y optimizar por medio de conocimientos, habilidades y valores, el funcionamiento de las organizaciones en el contexto actual y futuro, a través de una visión integral de las áreas de los procesos productivos y administrativos con amplio sentido innovador; contribuyendo al desarrollo de la economía nacional. Con el objetivo del desarrollo económico y social de la región.

Además, pensar con visión a futuro es estudiar diversas alternativas para la generación de ingresos, una de ellas: la búsqueda de patrocinadores y/o anunciantes, con los ingresos que se perciban, podrán emplearse para renovación, conservación y posible ampliación.

## **1.6 Propuesta de solución**

La simulación permitirá saber y conocer la factibilidad de la ciclo vía en la Ciudad de Orizaba, donde debe ser ubicada y con ello poder cuantificar diversas variables que impactan positivamente en los usuarios del proyecto, así como el impacto ambiental positivo que implica.

### **1.6.1 Visitas a los diversos municipios**

Con el objetivo de conocer los planes y proyectos en los municipios de la zona centro de Veracruz, cuáles de ellos contemplan planes de ciclo vías o ciclo pistas, se obtuvieron los siguientes resultados.

#### **➤ Municipio Ciudad Mendoza, Veracruz**

Arquitecto Concepción Castro Frías

Director de Obras Publicas

Dirección: Av. Miguel Hidalgo esq. Francisco I. Madero S/N Col. Centro C.P. 94740

Palacio Municipal 1er. planta.

Teléfonos: 726-70-35 y 726-70-38 ext. 33

Correo electrónico: conchocastrof@gmail.com

**Conclusiones:** Tenían contemplado hacer una ciclo pista en la Alameda de Ciudad Mendoza, durante la segunda etapa de su remodelación, pero no autorizaron presupuesto por parte del gobierno federal, y el que tenían contemplado, lo usaran para remodelación de la alameda e integración de algunos juegos para niños.

➤ **Municipio Nogales, Veracruz**

Arquitecto Sergio Lastre Cruz

Director de Obras Publicas

Dirección: H. Ayuntamiento de Nogales, Veracruz. Avenida Benito Juárez No. 244 Centro Histórico

Teléfonos: 727-00-32, 727-09-60 y 727-29-66

Correo electrónico:

**Conclusiones:** No tiene previsto ningún proyecto concerniente a ciclo pistas, además que carecen de un plan de ordenamiento vial. Lo cual imposibilita al municipio para llevar a cabo tales proyectos.

➤ **Municipio Río Blanco, Veracruz**

Arquitecto Alejandro Salazar Limón

Director de Obras Públicas y Desarrollo Urbano

Dirección: H. Ayuntamiento de Río Blanco, Veracruz, México. Av. Veracruz no. 7 Col. Centro, Río Blanco, Veracruz, México

Teléfonos: 727-00-14 y 727-20-02

Correo electrónico: obraspublicasrioblanco@gmail.com

**Conclusiones:** Les interesa la idea, además que están conscientes de la necesidad de una ciclo vía, el inconveniente es que carecen de recursos para implementar un proyecto de tal magnitud, de contar con los recursos, podrían implementarlo en Ave. Veracruz, otra

alternativa que tenían prevista era hacerla a un costado de las vías del ferrocarril, pero debido a diferencias con Ferrosur, no es viable tal proyecto.

➤ **Municipio Córdoba, Veracruz**

Arquitecto José Javier Medina Rahme

Director de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Sustentabilidad

Arq. Renata Bernadette Mollinado Martínez.

Jefe de Planeación y proyectos.

Dirección: H. Ayuntamiento de Córdoba 2014 – 2017. Calle 1 s/n entre Av. 1 y 3 Col. Centro  
C.P. 94500 Córdoba, Veracruz. México.

Teléfonos: 01 (271) 717 1700 Ext. 1714

Correo electrónico: obraspublicasrioblanco@gmail.com

**Conclusiones:** Están en vías de desarrollo de proyectos, por consiguiente, después pasan a autorización y ver la cuestión de los recursos, por tal motivo llevar a cabo una ciclovía en el municipio de Córdoba es poco factible, al menos de realizarse en el corto plazo, por las cuestiones que implica.

➤ **Municipio Orizaba, Veracruz**

Licenciado Román Rodríguez Martín

Coordinador de Comunicación Social y Embellecimiento Urbano

Dirección: H. Ayuntamiento de Orizaba, Veracruz. Colon Poniente No. 320. Colonia Centro.  
Orizaba, Ver. C.P. 94300.

Teléfonos: 726-45-00 y 726-22-22

Correo electrónico: romanrodriguez@hotmail.com

**Conclusiones:** En la entrevista con el coordinador del departamento de Comunicación Social y Embellecimiento Urbano, se conoció el interés por llevar a cabo un proyecto de ciclovía en la ciudad de Orizaba, dando como antecedente que piensan considerar en la calle Oriente 4, la incorporación de una ciclovía, para tal fin, quitar los espacios de estacionamiento, y con ello tener el espacio para tal objetivo. En dicho diálogo, se planteó la necesidad de considerar un plano cartesiano, respecto a la ciclovía, que permita la comunicación de Norte y Sur, así

como Oriente y Poniente; tales calles que permitan realizar esta delimitación, serian la Calle Madero, y la Ave. Circunvalación, actualmente nombrada Avenida Cri-Cri.

Después de las entrevistas con las personas de los diversos municipios se conoció el grado de aceptación y viabilidad para el proyecto de ciclovía, siendo las autoridades del municipio de Orizaba, las que tienen mayor interés y oportunidades para llevarlo a la realidad. Por tal motivo es conveniente la elaboración y firma de un convenio de colaboración entre el H. Ayuntamiento de Orizaba, Veracruz y el Instituto Tecnológico de Orizaba, donde el instituto a través de este trabajo entregara el estudio técnico para la viabilidad del proyecto y el municipio lo tome en consideración, para el desarrollo de la ciclovía en Orizaba, al menos como prueba piloto.

Durante el dialogo ya mencionado se analizaron dos opciones para tal implementación, la primera contempla una etapa o propuesta como evaluación de la ciclovía, implementando el espacio en la Calle Oriente 4 desde la intersección con Fco I Madero Sur hasta la calle Sur 23, quitando los espacios de estacionamiento y con ello realizar la delimitación de la ciclovía. Dicha alternativa se ilustra en la figura 1.



Figura 1. Mapa de la ciclovía en Oriente 4

La segunda opción comprende un eje coordenado, donde el eje de las x corresponde a la calle Circunvalación y al eje de las y, a la calle Madero, se hace la representación ilustrativa en la

figura 2, la visualización es general, pero se puede apreciar a detalle en el mapa a través de la aplicación de AutoCAD.



Figura 2. Mapa de la ciclovía bajo el esquema de eje coordenado

## 1.7 Metodología

Es importante una metodología bien definida, siendo esta esencial para el proceso de la obtención de los resultados deseados, para el caso particular de este proyecto se divide en siete etapas las cuales serán descritas de manera detallada a continuación.

### 1) “Monitoreo”

- Realizar el estudio en las avenidas y calles claves para la observación y recolección de datos de usuarios de la bicicleta
- Determinando las siguientes variables: número de usuarios identificados, género de los usuarios
- Calculo promedio de edad de los usuarios

Además, se debe ir a puntos clave como parques, calles peatonales de importante afluencia peatonal y paradas de autobuses, para la realización de encuestas, que permitan

la recolección de datos proporcionados por los habitantes o individuos que transitan por las calles de la ciudad de Orizaba. Con el objetivo principal de procesar los datos en información.

2) “Determinación de rutas”

- A través de los resultados de la etapa uno, se hacen propuestas de alternativas de ciclo vía
- A través de reuniones con las autoridades del municipio de Orizaba, las rutas propuestas pueden ser aprobadas, modificadas, desechadas o propuestas nuevas rutas

3) “Evaluación de alternativas”

- A través de diversos métodos, someter a evaluación las alternativas propuestas en la etapa dos
- Proponer finalmente una terna de alternativas que tengan un grado de validez

4) “Construcción de modelos de simulación”

- En base a los datos de la etapa uno, se hacen los cálculos para la identificación de la distribución de probabilidad que se ajustan los datos
- Con los resultados de la etapa dos, se elabora las rutas en el modelo de simulación
- Se analiza el comportamiento y se obtienen los resultados, los cuales serán usados en la etapa cinco

5) “Evaluación de modelos de simulación”

- De acuerdo con los resultados de la etapa cuatro se hace una evaluación de los modelos elaborados
- Se identifica el mejor modelo de simulación y se concentran los datos para el cálculo de resultados de su implementación

6) “Prueba piloto”

- Implementación de prueba piloto de la ciclo vía en Orizaba

- Realización de monitoreo y evaluación de los resultados de la prueba piloto

7) “Promoción”

- Distribución de volantes con información de la ciclovía, para dar a conocer el proyecto y con ello incentivar su uso
- Promoción a través de redes sociales, dando a conocer las nuevas condiciones y los beneficios que se obtienen por su uso

La figura 3 es la representación esquematizada de metodología empleada para el proyecto de implementación de una ciclovía en Orizaba

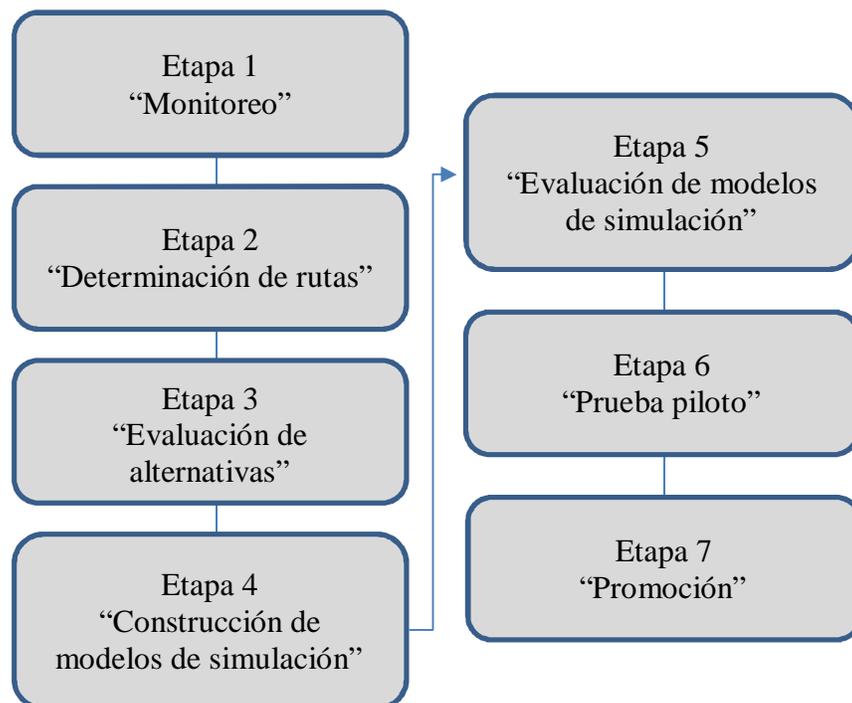


Figura 3. Metodología esquematizada del proyecto

## **1.8 Organización de la tesis**

Esta tesis está comprendida por 4 capítulos donde se trata el tema del “Estudio técnico para la implementación de una ciclovía como alternativa de transporte ecológico y seguro en el municipio de Orizaba haciendo uso de la simulación”, ya que cabe destacar que en la ciudad de Orizaba hay un problema de movilidad que puede darse solución, haciendo uso de un medio de transporte no motorizado, además que las distancias dentro de la ciudad no son muy grandes en comparación de otras ciudades del estado de Veracruz.

El capítulo uno denominado “Generalidades”, aborda 8 subtemas, como son una breve introducción al tema en cuestión, la problemática que se vive en la ciudad de Orizaba, el posicionamiento de la tesis, cual es el objetivo general y los objetivos particulares que se desean alcanzar con su implementación, la justificación de llevar a cabo el proyecto de tesis conociendo los beneficios y disminución de incidencias negativas, la propuesta de solución para la problemática, además de la descripción de las visitas a los distintos municipios de la región, para conocer su posición respecto al proyecto, concluyendo con la descripción de la metodología. Todo lo anterior con la finalidad de conocer un panorama amplio de las variables involucradas, y el contexto en general.

El capítulo dos, llamado “Contexto de aplicación e investigación”, está conformado por 4 subtemas que buscan dar una información general y específica respecto al municipio como son las características generales de ubicación del municipio, estudio topográfico, datos estadísticos de la población y como se encuentra distribuida respecto a quinquenios de edad; se aborda el aspecto de vialidades y como está la situación del ordenamiento vial que se implementó. El tercer subtema es la ciclovía, tratando temas como: la tipología de las distintas infraestructuras ciclistas, como impacta los distintos tipos de pavimento, conocer los estándares para el diseño de las ciclovías. Tratando con suma importancia y relevancia el estudio de campo en la ciudad de Orizaba, el monitoreo en distintos puntos de la ciudad, como podría ser abordado el proyecto ante su implementación, el mercado meta y las maneras de masificar su uso. Cerrando con el subtema de contexto de solución, que aborda la simulación y algunos métodos que sirven para la selección de las mejores alternativas de

solución. Todos los temas permiten consolidar el conocimiento en busca de lograr un posicionamiento firme del proyecto y saber cuáles son las pautas a seguir en los posteriores capítulos.

El capítulo 3 titulado “Desarrollo de la simulación” conformado por cuatro subtemas, los estudios necesarios para contar con los datos que alimentaran el modelo de simulación y los procesos estadísticos para la identificación de las distribuciones de probabilidad a la que corresponden los datos, el desarrollo e integración del modelo de simulación, la plataforma tecnológica usada para su implementación, como se consigue la validación del modelo de simulación y el número óptimo de corridas necesarios para tener similitud con los datos reales recabados en la etapa de monitoreo y que fue descrito en el capítulo 2. Toda la información permite la integración de la simulación y con ello conocer el comportamiento que se espera en su implementación.

El capítulo 4 llamado “Evaluación de alternativas” integrado por cuatro subtemas, abarcan las alternativas propuestas en base al monitoreo realizado, la permisibilidad de las calles y avenidas de la ciudad, como evaluar esas alternativas propuestas a partir de tres métodos o técnicas de evaluación, un análisis general y particular en cada una de las alternativas propuestas a nivel de costos, impacto ambiental y salud. Concluyendo con la selección de la mejor alternativa y proponiendo dos alternativas adicionales.

Finalmente se llega a las conclusiones generales de este proyecto de tesis, los logros obtenidos y propuestas que podrían enriquecer el proyecto y ser base para nuevas investigaciones.

## **Capítulo 2 Contexto de aplicación e investigación**

El capítulo dos, llamado “Contexto de aplicación e investigación”, comprenden temas que buscan dar una información general y específica respecto al municipio como son las características generales de ubicación del municipio, estudio topográfico, datos estadísticos de la población y como se encuentra distribuida respecto a quinquenios de edad; se aborda el aspecto de vialidades y como está la situación del ordenamiento vial que se implementó.

Se vera el subtema de la ciclovia, tratando temas como: la tipología de las distintas infraestructuras ciclistas, como impacta los distintos tipos de pavimento, conocer los estándares para el diseño de las ciclovías. Tratando con suma importancia y relevancia el estudio de campo en la ciudad de Orizaba, el monitoreo en distintos puntos de la ciudad, como podría ser abordado el proyecto ante su implementación, el mercado meta y las maneras de masificar su uso. Cerrando con el subtema de contexto de solución, que aborda la simulación y algunos métodos que sirven para la selección de las mejores alternativas de solución.

### **2.1 El municipio y sus necesidades de transporte**

El municipio de Orizaba en la actualidad experimenta diferentes cambios, como el crecimiento de su población, el aumento del parque vehicular particular local y foráneo, incremento en las rutas de transporte urbano, obras para mejorar la circulación vial de la ciudad. Debido a este crecimiento, se requiere una alternativa que permita satisfacer esta necesidad, sin incrementar las unidades vehiculares y por el contrario muy permisible su disminución; esto contribuye a una mejor circulación del tránsito en la ciudad.

#### **2.1.1 Ubicación Geográfica**

La ciudad de Orizaba, Veracruz ubicada en las coordenadas 18° 51' 0" N, 97° 6' 0" W, UTM 2085303 700183 14Q; se encuentra rodeada de cerros y con una altura de 1236 metros sobre el nivel del mar, por la ciudad de Orizaba cruza el rio homónimo cuyo origen es en el

manantial Ojo de Venado en las faldas del volcán Pico de Orizaba; tiene colindancias con los siguientes municipios, al norte con Ixhuatlancillo, al sur con Rafael Delgado, al este con Ixtaczoquitlán y al oeste con Rio Blanco. En la figura 4, se puede ver el mapa de la ciudad de Orizaba, Veracruz.



Figura 4. Mapa del municipio de Orizaba, fuente (*Maps, 2016*)

### 2.1.2 Estudios topográficos

Una condición necesaria para ser tomada en cuenta en la factibilidad de la ciclovía de Orizaba, es un estudio topográfico, ya que ello permitirá tener los puntos que sean más factibles para la implementación de la ciclovía, así como el diseño que se debe optar para facilitar el tránsito por la misma. La figura 5 es una representación topográfica de la ciudad de Orizaba, mostrando a relieve las elevaciones que rodean a la ciudad.

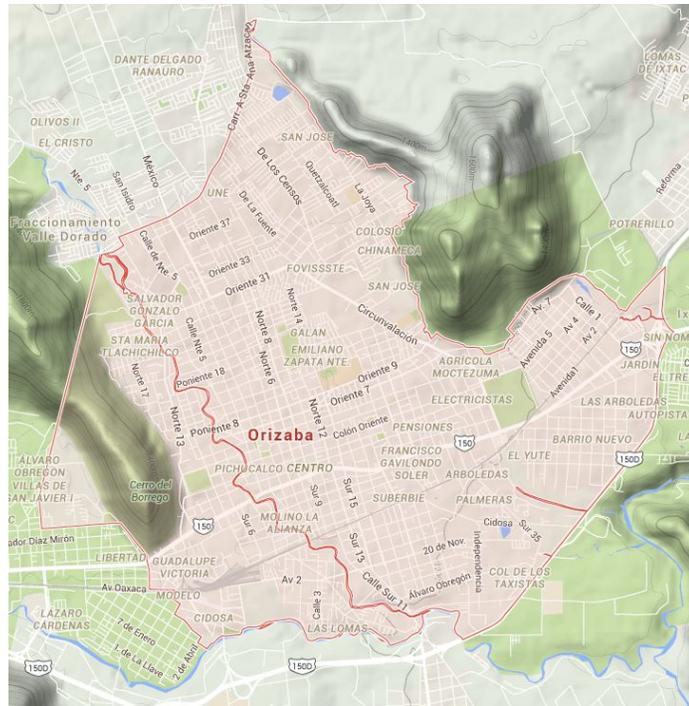


Figura 5. Mapa topográfico de la ciudad de Orizaba, fuente (*Maps, 2016*)

La figura 6, representa las diversas elevaciones que rodean a la ciudad de Orizaba, dicha representación en una escala de colores.



Figura 6. Representación de las diversas altitudes cercanas a la ciudad de Orizaba, fuente (*topographic-map.com, 2016*)

De igual manera se expone en la tabla 5, diversos puntos del municipio, así como la altitud correspondiente.

Tabla 5. Altitud en distintos puntos de la ciudad de Orizaba, Veracruz

<b>Orientación cardinal</b>	<b>Punto de referencia</b>	<b>Altitud estimada</b>
<b>Norte</b>	De C. Norte 44, Abelardo L. Rodríguez, Orizaba, Ver.	1,313
<b>Noreste</b>	Vicente M. Corona 385, El Espinal, Orizaba, Ver.	1,283
<b>Este</b>	Calle Norte 32 8-185, Adolfo López Mateos, Orizaba, Ver.	1,268
<b>Sureste</b>	Abastercom S.A. de C.V., Calle Sur 57 100, Jardín, 94346 Orizaba, Ver.	1,165
<b>Sur</b>	Sur 35 67-116, Colonia de los Taxistas, Orizaba, Ver.	1,184
<b>Suroeste</b>	Calle 6 23, Moctezuma, Orizaba, Ver.	1,210
<b>Oeste</b>	Poniente 7 1281, Guadalupe Victoria, Orizaba, Ver.	1,242
<b>Noroeste</b>	Poniente 20 434, Lourdes, 94350 Ver.	1,280
	Altitud promedio	1,243
	Diferencia máxima aproximada	150

Al contar con dicha información es posible pensar en el diseño, selección de las mejores calles y avenidas para hacer el diseño estructural de la ciclovía, y más adelante llevar el modelo a la simulación para su evaluación. Logrando con ello la adecuada reestructuración del sistema vial, consiguiendo con ello los mejores beneficios y mitigando al máximo las vulnerabilidades para cuando se materialice el proyecto, por parte del municipio de Orizaba, Veracruz.

### 2.1.3 Datos estadísticos de Orizaba

Con una población total de 120,995 habitantes según el Censo de población y vivienda 2010 realizado por el INEGI, siendo la edad promedio de los hombres de 29 años y en caso de las mujeres de 33 años. La relación hombres por cada mujer, hombres por cada 100 mujeres, es de 85.72 (INEGI, 2010).

Según reportes del INEGI, las estadísticas de Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas del año 1997 al 2014, para el estado de Veracruz son las que se ven en la tabla 6:

Tabla 6. Estadísticas de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas del año 1997 al 2014, fuente (INEGI, 2010)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Total</b>	4,866	5,092	6,737	9,109	9,171	10,555	11,945	11,546	14,335
<b>Se fugó</b>	495	380	458	48	19	5	6	6	1
<b>Hombre</b>	4,122	4,383	5,854	8,616	9,148	10,545	11,937	11,540	14,333
<b>Mujer</b>	249	329	425	445	4	5	2		1

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Total</b>	12,379	11,327	11,028	9,270	8,338	7,793	8,960	8,769	9,298
<b>Se fugó</b>	3		724	640	680	660	756	878	922
<b>Hombre</b>	12,375	11,326	8,996	7,641	6,772	6,247	7,214	6,997	7,327
<b>Mujer</b>	1	1	1,308	989	886	886	990	894	1,049

En relación al número de muertos y heridos involucrados en accidentes los datos se expresan en la tabla 7, de la siguiente manera:

Tabla 7. Estadísticas del número de muertos y heridos en accidentes de tránsito del año 1997 al 2014, fuente (INEGI, 2010)

<b>Año</b>	<b>Total de muertos en el accidente</b>	<b>Total de heridos en el accidente</b>
1997	165	2,177
1998	130	2,293
1999	167	3,064
2000	182	3,683
2001	199	4,219
2002	238	5,338
2003	265	6,193
2004	253	5,599
2005	229	6,500
2006	249	6,581
2007	251	6,860
2008	338	6,442
2009	328	5,929
2010	275	5,508
2011	301	5,002
2012	283	5,139
2013	273	5,678
2014	290	5,832

#### **2.1.4 Distribución de la población en Orizaba de acuerdo a INEGI**

Tabulados de la Encuesta Intercensal 2015, con fecha de elaboración: 08 de diciembre de 2015, da un panorama más acercado a la realidad del número de la población de la ciudad de Orizaba, siendo el total 126,005 habitantes, así como la distribución del rango de edades y el género. La tabla 8 resume los datos de la población de Orizaba por grupos quinquenales de edad.

Tabla 8. Estadísticos de grupos quinquenales por edades, de Orizaba; fuente (INEGI, 2010)

<b>Quinquenio</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	
0 a 4 años	4,203	3,795	
5 a 9 años	4373	4318	
10 a 14 años	5015	5075	
15 a 19 años	4497	4707	
20 a 24 años	5099	4971	
25 a 29 años	4135	4366	
30 a 34 años	3825	4997	
35 a 40 años	3832	5152	
41 a 44 años	4001	5274	
45 a 49 años	3289	4415	
50 a 54 años	3414	4448	
55 a 59 años	3101	4112	
60 a 64 años	2628	3684	
65 a 69 años	2208	2763	
70 a 74 años	1546	2100	
75 años o mas	2485	4160	
no especificado	9	8	
<b>Total</b>	<b>57,660</b>	<b>68,345</b>	<b>126,005</b>

Después de tener tales cifras se puede hacer una estimación de cuantos serían los usuarios factibles para hacer uso de bicicletas, siendo la siguiente distribución porcentual en base a cada uno de los géneros, y se ilustra en la tabla 9 los grupos quinquenales para hombres.

Tabla 9. Estadísticos de grupos quinquenales de hombres en Orizaba, fuente (INEGI, 2010)

<b>Hombres</b>			<b>Total</b>
0 a 4	4,203	7.29%	57,660
5 a 9	4,373	7.58%	
10 a 14	5,015	8.70%	
15 a 19	4,497	7.80%	
20 a 24	5,099	8.84%	
25 a 29	4,135	7.17%	
30 a 34	3,825	6.63%	

35 a 39	3,832	6.65%	
40 a 44	4,001	6.94%	
45 a 49	3,289	5.70%	
50 a 54	3,414	5.92%	
55 a 59	3,101	5.38%	
60 a 64	2,628	4.56%	
65 a 69	2,208	3.83%	
70 a 74	1,546	2.68%	
75 o mas	2,485	4.31%	
no especificado	9	0.02%	

La tabla 10 ilustra los grupos quinquenales en Orizaba, para el género femenino, y con ello saber cómo está la distribución y los porcentajes.

Tabla 10. Estadísticos de grupos quinquenales de mujeres en Orizaba, fuente (INEGI, 2010)

Mujeres			Total
0 a 4	3,795	5.55%	68,345
5 a 9	4,318	6.32%	
10 a 14	5,075	7.43%	
15 a 19	4,707	6.89%	
20 a 24	4,971	7.27%	
25 a 29	4,366	6.39%	
30 a 34	4,997	7.31%	
35 a 39	5,152	7.54%	
40 a 44	5,274	7.72%	
45 a 49	4,415	6.46%	
50 a 54	4,448	6.51%	
55 a 59	4,112	6.02%	
60 a 64	3,684	5.39%	
65 a 69	2,763	4.04%	
70 a 74	2,100	3.07%	
75 o mas	4,160	6.09%	
no especificado	8	0.01%	

Para tal efecto el caso de los hombres que pueden hacer uso de las bicicletas y por ende de las ciclovías es la suma de los porcentajes, descartando los valores de 0 a 4, 75 o más y no especificado, de la tabla a, siendo 88.39% y en las mujeres se hace la misma consideración, siendo 88.35%, las anteriores estimaciones son una referencia de hasta qué punto máximo

podría ser el porcentaje máximo de personas de cada género, que harían uso de bicicletas. Para tener un porcentaje más apegado a la realidad es necesario hacer estudios de observación, encuestas, y con ello hacer cuestiones estadísticas, para tener un margen de confianza en los datos obtenidos.

Las anteriores estimaciones se reservan de diversas condiciones que imposibiliten el uso de la bicicleta, como pueden ser las siguientes:

- No saben andar en bicicleta
- Tienen una incapacidad física o por cuestiones de salud

No tiene bicicleta o cuenta con recursos para adquirir una

## **2.2 Vialidades**

Las calles y avenidas de la ciudad de Orizaba cuentan con condiciones aceptables para el rodamiento de distintos tipos de transporte, aunque en algunas se ven reducidas en sus dimensiones, debido a un reordenamiento de los espacios de banquetas, lo cual en algunos casos limita la circulación de ciertas unidades, lo cual requiere tomar alternativas para aprovechar los espacios y hacer más eficientes los desplazamientos.

### **2.2.1 Reordenamiento de rutas del transporte público**

Ante la situación actual de la ciudad de Orizaba, donde el número de vehículos aumenta, tanto de carácter privado y transporte, se hizo el reordenamiento de las rutas de transporte público, debido al nombramiento de “Pueblo Mágico” que recibió el municipio de Orizaba, por parte de la Secretaria de Turismo federal (Sectur), durante la Feria de Pueblos Mágicos efectuada en la Ciudad de Puebla el 25 de septiembre de 2015. *Ya que se estableció una sola ruta para los camiones que ingresen de Zongolica y otra para los de las faldas del volcán* (Lira, 2015).

*Sera una sola ruta para que circulen los camiones procedentes de Zongolica, Rafael Delgado, Sumidero, Tlilapan, San Andrés y otras zonas de las Altas Montañas de Veracruz expresó el alcalde Juan Manuel Diez Francos. Además, informo que en la ciudad circulan diariamente 75 mil vehículos, siendo la mayoría particulares, pero los camiones de transporte urbano, y carga van en aumento y alcanzan un 10 por ciento del total (Lira, 2015).*

El propósito del alcalde Diez Francos es lograr el ordenamiento en las rutas suburbanas como parte del proyecto integral de conseguir que Orizaba sea una ciudad Peatonal, siendo esto que, de 100 viajes, 70 sean a pies y los 30 restantes en vehículos. Para tal objeto se hizo la renovación y mejoramiento de banquetas de la ciudad de Orizaba. (Lira, 2015)

## **2.3 Ciclovías**

Las ciclovías son importantes alternativas para atender problemas de desplazamiento, debido a un congestionamiento vehicular, calles o avenidas reducidas, permite ofertar una alternativa benéfica para los usuarios y que contribuye en la calidad de los habitantes.

### **2.3.1 Tipología de Infraestructura Ciclista**

Existen diversos requisitos para una infraestructura ciclo-incluyente, siendo la base 5: debe ser coherente, directa, segura, cómoda y atractiva. Estos requisitos son útiles para saber cómo diseñar nueva infraestructura y para evaluar la existente. Algunos tipos de infraestructura ciclista (IC) son los siguientes.

La figura 7 ilustra la tipología de calle compartida, para el uso de la bicicleta. Donde es una señalización en la carpeta de rodamiento.

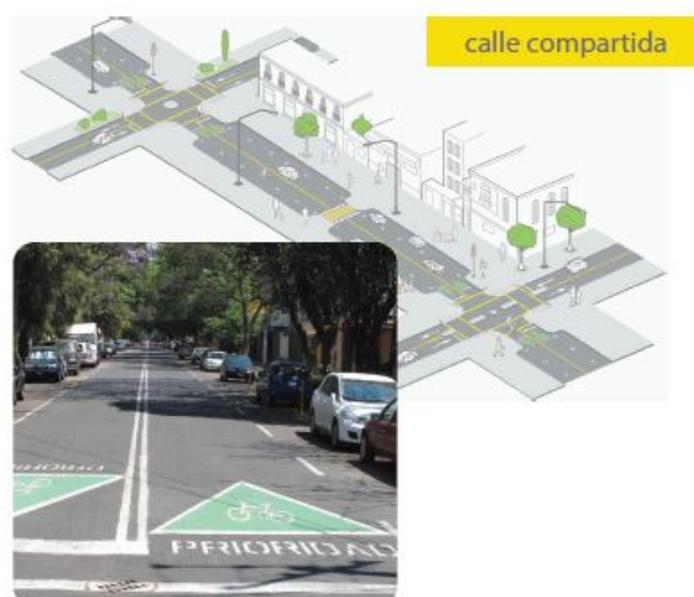


Figura 7. Tipología calle compartida (*Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011*)

La figura 8 ilustra cómo es la tipología de carril compartido, donde ya hay una delimitación por medio de ciertos elementos que coadyuvan en pro de la seguridad del ciclista.



Figura 8. Tipología carril compartido (*Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011*)

La tipología de ciclo carril se ve ilustrada en la figura 9, donde igualmente es una señalización en la vía de circulación, y una delimitación del área de circulación del ciclista.



Figura 9. Tipología ciclo carril (*Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011*)

La tipología de ciclo vía unidireccional, es una de las más seguras, debido a que se disminuye la incidencia de un choque entre ciclistas, esta se ejemplifica en la figura 10.



Figura 10. Tipología ciclo vía unidireccional (*Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011*)

En la figura 11 se ilustra la ciclovía bidireccional, que ahorra espacio, si se optara por dos vías unidireccionales, pero si hay cierta inexperiencia es posible que ocurra un percance por alcance.



Figura 11. Tipología ciclovía bidireccional (*Mexico & Expertise, Tipología de infraestructura ciclista, 2011*)

### 2.3.2 Tipos de pavimento

Para conseguir el máximo aprovechamiento de una vialidad, independiente el uso o finalidad que esta tenga, es indispensable que cumpla con ciertos lineamientos, en el caso de una ciclovía, el tipo y las condiciones afectan directamente a la comodidad y el atractivo del camino, y de manera directa a la velocidad de los vehículos. *La reducción de la velocidad por medio del tipo de pavimento es un aspecto difícil de lograr, ya que sólo debe afectar a los vehículos motorizados y nunca la circulación de peatones y ciclistas* (Mexico & Expertise, Tomo IV, 2011).

En seguida una lista de las alternativas para la superficie del arroyo vehicular:

- a. Asfalto: debido al bajo costo en comparación con otras alternativas es el material más común para vialidades vehiculares. Los daños en la estructura del asfalto, deben repararse de manera oportuna, de no hacerlo el daño se transmite a la sub-base, tiene buen agarre y permite altas velocidades.
- b. Concreto: es el material que se ocupa en banquetas y camellones, se ocupa solo en ocasiones en vialidades, donde necesitan mayor durabilidad, debido al tránsito pesado de la zona, tiene un alto costo inicial, regularmente se les añade un cierto relieve, que se transmite en vibraciones y permite un cierto control de velocidad del flujo vehicular. Para ciclistas es una desventaja, ya que requieren una superficie lisa.
- c. Adoquín: este tipo de material es habitualmente empleado para la construcción de senderos y en algunas zonas residenciales. Por su alta irregularidad el tránsito vehicular se ve obligado a disminuir considerablemente su velocidad.

### **2.3.3 Estándares para el diseño de vías ciclistas**

#### **Condiciones de selección de infraestructura ciclista**

Las condiciones de selección para las distintas clases de infraestructura vial ciclista, para elegir la más pertinente, depende de distintos factores. (Mexico & Expertise, Tomo IV, 2011):

- Los encargados del proyecto ciclista deben optar por la clase más adecuada, en función del tipo de vialidad, la cantidad de vehículos y su velocidad de desplazamiento.
- Es prioridad que, en la identificación de condiciones de la ciclovía, se considere la comodidad y seguridad de los usuarios como una garantía fundamental y no en función del menor impacto al tránsito vehicular.
- Respetar las dimensiones establecidas para cada tipo de infraestructura ciclista elegida, ya que evita accidentes entre los usuarios y disminuye la incidencia de inactividad en las mismas.

Son distintos aspectos los que se deben tomar en cuenta para realizar una elección pertinente referente a que infraestructura vial ciclista elegir:

- Los hábitos de conducción de los usuarios
- El objetivo, forma y uso de la vía a implementar
- El volumen de tránsito vehicular y la velocidad con la que se desplazan, los cuales serán facilitadores para la identificación del nivel de segregación de flujos

No es admisible la incorporación de un espacio vial ciclista dentro de una vialidad, sin antes haber considerado el panorama general de la vialidad. Debido a que un proyecto de ciclo vía implica una disminución en las vialidades, en algunos casos el espacio para circular o para estacionarse, siempre debe elegirse la infraestructura en función de la conveniencia del ciclista, aunque conlleve una afectación al tránsito vehicular. (Mexico & Expertise, Tomo IV, 2011).

#### **2.3.4 Infraestructura ciclista unidireccional vs. bidireccional**

Usualmente, al trazar una infraestructura ciclista se asume un diseño bidireccional, siendo la circulación en ambos sentidos en el mismo espacio confinado, con la finalidad de concentrar el flujo de ciclistas en un solo lado de la vialidad. Lo anterior debido a que requiere menos espacio, se haría un uso más frecuente y se aprovecharía al máximo. Pero en algunas vialidades esto es causa de algunos accidentes, siendo hasta un 74% del total de los accidentes ciclistas (Wachtel y Lewiston, 1994). Además, Wachtel y Lewiston (1994) mencionaron que un ciclista está en riesgo de sufrir un accidente hasta 3.6 veces más si circula en sentido contrario al tránsito vehicular. Tal riesgo se incrementa hasta 5.3 veces si el ciclista circula en sentido opuesto al tránsito vehicular y en una ciclo vía ubicada sobre una banqueta. (Mexico & Expertise, Tomo IV, 2011)

La recomendación esencial al ubicar una vía ciclista, independiente del diseño, es que su colocación sea lo más cercana al carril de baja velocidad, de forma unidireccional, respetando

el sentido de la circulación vial y permitiendo alta visibilidad en las intersecciones. (Mexico & Expertise, Tomo IV, 2011)

Es recomendable la consulta de documentos bibliográficos, para conocer diversos temas implicados en las ciclovías, tales como manuales, reportes de evaluación de experiencias, posicionamiento de las diversas ciudades que han implementado la bicicleta como medio de transporte, entre otros más.

### **2.3.5 Estudios de campo en Orizaba**

Es indispensable hacer estudios de campo, para verificar el número de personas que hacen uso de la bicicleta como medio de transporte y/o recreación, para ello se realizara dos estudios básicos, el primero a través de encuestas al azahar sobre las calles peatonales y paradas de autobús más concurridas.

El segundo estudio se realizará en diversos puntos del municipio, en unos periodos comprendidos de tiempo, siendo factible los siguientes:

- 6:30 a 9:30 horas
- 13:00 a 15:00 horas
- 19:00 a 21:00 horas

Siendo indistintos los días seleccionados de la semana, cumpliendo al menos dos días en una semana, descartando el día considerado, para las semanas restantes del primer mes no se repita, hasta el segundo mes, que comprende el periodo total del estudio. Las variables a considerar son el número de hombres y mujeres que hacen uso de este medio de transporte no motorizado.

### 2.3.6 Mercado

El mercado meta está enfocado a dos grandes segmentos, esto en función de los dos propósitos generales que puede satisfacer la ciclo vía, siendo estos: transporte y recreación.

El grupo de personas de 15 a 64 años de edad, que usen la bicicleta como medio de transporte, con el objetivo de llegar a su trabajo y/o escuela.

Cualquier persona que pueda hacer uso de una bicicleta con fines de práctica recreativa, siendo el margen de edades de 5 a 69 años.

Para fines de este proyecto se manejan los siguientes datos estadísticos proporcionados por la Encuesta Intercensal 2015 con fecha del 8 de diciembre de 2015. Los cuales se ilustran primero en cantidad total por municipio, número de hombres y mujeres, así como la proporción que representa cada género del total, los datos antes mencionados están detallados en la tabla 11.

Tabla 11. Números de habitantes por municipio

<b>Municipio</b>	<b>Total de habitantes</b>	<b>Hombres</b>	<b>% Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>% Mujeres</b>
Orizaba	126005	57660	45.76%	68345	54.24%
Atzacan	21360	10378	48.59%	10982	51.41%
Huiloapan de Cuauhtémoc	7221	3463	47.96%	3758	52.04%
Ixhuatlancillo	24896	11778	47.31%	13118	52.69%
Ixtaczoquitlán00	68823	33177	48.21%	35646	51.79%
Mariano Escobedo	37285	17831	47.82%	19454	52.18%
Rafael Delgado	23112	11165	48.31%	11947	51.69%
Río Blanco	41927	19692	46.97%	22235	53.03%

El total de habitantes al sumar todos los municipios antes descritos y que son colindantes con el municipio de Orizaba, y por ello son factibles de un posible desplazamiento en bicicleta en la ciclo vía en Orizaba son: 350629 habitantes.

Las siguientes tablas representan la cantidad de habitantes, de acuerdo a grupos quinquenales de edad, en cada uno de los municipios

Para más detalles se puede consultar la sección de anexos bajo el título “Tablas grupos quinquenales por municipios”. Para una consulta electrónica es posible seguir el siguiente vínculo.

**Enlace:** [Tablas Grupos Quinquenales](#)

Después de los datos antes descritos, al hacer la sumatoria de los quinquenios por todos los municipios involucrados, para el caso de personas que ocupen la bicicleta como medio de transporte para trabajo y/o escuela, dentro del rango establecido de 15 a 64 años de edad. es de: 229,209 personas, y en el caso para el segmento recreativo y en cuyo rango de edad se amplió de 5 a 69 años de edad, es de 301,732 personas.

### 2.3.7 Información

Las fuentes de información que se utilizaran para cumplir la implementación de la ciclovía en Orizaba son fuentes primarias, siendo la entrevista de personas que hacen uso de la bicicleta e indagar potenciales usuarios de la bicicleta. De igual manera las fuentes secundarias serán consultadas, estas a través de bancos de datos, siendo el INEGI uno de ellos a través de la encuesta intercensal 2015, para conocer el número habitantes del municipio de Orizaba y municipios contiguos.

El siguiente cuestionario es el ejemplo del cual será aplicado a la muestra de usuarios de bicicleta, lo cual permitirá conocer los siguientes datos específicos: punto de origen, punto de destino, motivo del viaje, frecuencia de viaje, horario de su desplazamiento y la opinión respecto a la ciclovía de Orizaba.

Para fines prácticos y poder dar solución a tal proyecto se hizo la observación en diversos puntos estratégicos de la ciudad, los cuales se plasman en la tabla 12, donde se ilustra el día, lapso de tiempo y el número de ciclistas.

Tabla 12. Datos de monitoreo ciclista, en distintos puntos de la ciudad de Orizaba

<b>Día</b>	<b># ciclistas</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Frecuencia por minuto</b>	<b>Entran</b>	<b>Salen</b>	<b># hombres</b>	<b># mujeres</b>
<b>15/09/2016</b>	232	2 horas	1.93	154	78	230	2

<b>19/09/2016</b>	269	2 horas	2.24	193	76	266	3
<b>21/09/2016</b>	174	2 horas	1.45	146	28	174	0
<b>30/09/2016</b>	126	2 horas	1.05	48	78	126	0
<b>03/10/2016</b>	59	2 horas	0.49	20	39	59	0

Lo cual nos permite interpretar que casi en su totalidad los usuarios de las bicicletas son hombres, y si tiene una muy buena aceptación, además de una clara necesidad de poder contar con un espacio dedicado, además de seguro para realizar sus traslados.

### 2.3.8 Encuesta

Encuesta para el proyecto de Ciclovía en Orizaba, Veracruz; con el fin de obtener datos respecto a usuarios o probables usuarios de la ciclovía.

1. ¿Ocupa y/o tiene usted bicicleta?
  - a) Si
  - b) No

Si su respuesta es no, pase a la pregunta 9
  
2. La bicicleta la ocupa para trasladarse a:
  - a) Para ir a su escuela
  - c) Para ir a su trabajo
  - d) Para ir a comprar un producto
  - e) Para hacer ejercicio
  
3. ¿Realiza el mismo recorrido en bicicleta a su punto de origen?
  - a) Si
  - b) No
  
4. ¿Cuál es la frecuencia de uso de la bicicleta?
  - a) Lunes a viernes
  - b) Fines de semana
  - c) Toda la semana
  - d) Atípico

5. ¿Cuál es su punto de origen?
- a) Orizaba
  - b) Rio Blanco
  - c) Rafael Delgado
  - d) Mariano Escobedo
  - e) Atzacan
  - f) Huiloapan de Cuauhtémoc
  - g) Ixhutilancillo
  - h) Ixtaczoquitlán
6. ¿Cuál es su lugar de destino?
- a) Orizaba
  - b) Rio Blanco
  - c) Rafael Delgado
  - d) Mariano Escobedo
  - e) Atzacan
  - f) Huiloapan de Cuauhtémoc
  - g) Ixhutilancillo
  - h) Ixtaczoquitlán
7. ¿Seleccione el o los horarios en que efectúa su desplazamiento en bicicleta?
- a) De 6 a 10 horas
  - b) De 10 a 14 horas
  - c) De 14 a 18 horas
  - d) De 18 a 22 horas
  - e) De 22 a 6 horas
8. ¿Cuántas veces ocupa su bicicleta al día?
- a) 1
  - b) 2
  - c) 3
  - d) 4
  - e) 5 o mas
9. ¿Considera necesaria la implementación de una ciclovía en Orizaba?
- a) Si

- b) No
- c) Indistinto

10. ¿Al estar en funcionamiento la ciclovía, cuál sería su forma de desplazamiento?

- a) Transporte publico
- b) Bicicleta
- c) Auto particular

11. ¿Considera hacer uso de la ciclovía al estar en funcionamiento?

- a) Si
- b) No
- c) Indistinto

### **2.3.9 Comercialización**

La manera de dar a conocer tal proyecto es a través de una difusión en redes sociales mediante la creación de una página, que proporcione datos relacionados del proyecto, la distribución de volantes. Haciendo hincapié en las fortalezas, y ventajas de tal proyecto de carácter social. A continuación, una descripción de las actividades a realizar para lograr el proceso de comercialización de la ciclovía

- Publicidad en red social: Facebook, la creación de una página que invite a usuarios a unirse a la comunidad de ciclovía para Orizaba, como medio de transporte y con fines recreativos.
- Publicidad en red social: Twitter, la creación de una página dedicada y exclusiva de la ciclovía Orizaba, donde podrán estar al tanto de eventos, mantenimientos o avisos, así como compartir eventos, el uso de etiquetas o hashtag para hacer más extensiva una publicación y lograr tendencias.
- Publicidad en red social: Instagram, contar la página con una cuenta de Instagram, para lograr aún más involucramiento, donde una imagen sea la premisa de la publicación, además de la adición de etiquetas o hashtag.

- Publicidad, por medio de la divulgación de volantes, en los grupos que actualmente hacen recorrido nocturno en la ciudad de Orizaba, para que conozcan el proyecto y se unan a la comunidad social de Facebook y/o estén conectados a las redes de Twitter e Instagram.
- Publicidad en medios locales, al ya tener un mayor impacto y/o aceptación entre los usuarios.
- Organización de recorridos mensuales, donde un sábado o domingo al mes, se efectuará un recorrido en la ciclovía con carácter recreativo, para incentivar el uso y con ello hacer la promoción de la ciclovía, como vía de comunicación y carácter recreativo
- Publicidad móvil, como autobuses locales, vehículos promocionales que recorren la ciudad.

### **2.3.10 Capacidad de diseño**

La capacidad de diseño es fundamental, ya que da un panorama de la cantidad de bicicletas para las cuales estaría diseñada la ciclovía en función de condiciones normales e ideales. Para la determinación se deberá utilizar el valor de la demanda del estudio de mercado, siendo los siguientes datos.

En la sumatoria de los quinquenios por todos los municipios involucrados, para el caso de personas que ocupen la bicicleta como medio de transporte para trabajo y/o escuela, dentro del rango establecido de 15 a 64 años de edad. es de: 167322.57 personas son las que puntualiza la encuesta realizada a una muestra y llevada a la proporción de la población, y en el caso para el segmento recreativo y en cuyo rango de edad se amplió de 5 a 69 años de edad, es de 301,732 personas.

Para tal fin se toma la cifra mayor, siendo 301,732 personas los cuales podrían ser potenciales usuarios, pero ante los datos observados en el monitoreo de los distintos puntos, se toma la cifra mayor que es de 269 ciclistas en dos horas, se divide en dos y se toma el número mayor entero siguiente y se multiplica por 17 horas, que es el lapso de tiempo que estará funcionando diariamente la ciclovía. Tal descripción se ve plasmada en la siguiente ecuación:

$269 / 2 = 134.5$  por lo tanto 135 en una hora

$135 * 17 = 2295$  ciclistas en 17 horas, tomando la mayor cantidad y con ello cumpliendo la necesidad de desplazamiento.

Por conclusión la capacidad del diseño al 100% es de 2,295 ciclistas al día, en el horario de funcionamiento de 06:00 a 23:00 horas, siendo un lapso de 17 horas al día, donde en cada hora circularía en promedio el 5.88% de los ciclistas respecto a la capacidad de diseño.

### **2.3.11 Capacidad de sistema**

Esta capacidad es la que se espera mantener en la infraestructura de la ciclovía de acuerdo a condiciones normales o ideales, donde el clima es adecuado para la circulación ciclista sin actividades de mantenimiento o reparaciones.

El horario de operativo de la ciclovía es de todos los días, en un horario de 06:00 a.m.- 23:00 horas.

La capacidad del sistema surge de los siguientes datos, obtenidos del monitoreo en diversos puntos en la ciudad de Orizaba:

Puede consultar la sección de anexos, bajo el subtítulo “Concentrado de estadísticas del monitoreo en distintos puntos de la ciudad”, o hacer una consulta electrónica en el siguiente vínculo.

**Enlace:** [Monitoreo diversos puntos de la ciudad](#)

La capacidad del sistema va en función de las siguientes ecuaciones matemáticas, donde se toma como valor máximo, la cantidad de 269 y se multiplica por 3 periodos considerados

horas pico dentro del número de horas de operatividad, siendo estas 17 horas la operatividad determinada, al ser periodos de 2 horas, de monitoreo, la suma de los tres periodos es 6, a lo cual se le descontara del total de horas de operatividad normal, quedando en 11 horas por determinar.

$269 * 6 = 807$  personas durante las 6 horas pico establecidas en un día de funcionamiento.

Siendo estos intervalos de horas pico de 06:00 a 08:00, de 13:00 a 15:00 y de 19:00 a 21:00 horas.

Para el caso de horas normales, el valor a tomar será el mínimo monitoreado, siendo este la cantidad de 59, cuyo dato está dentro de un rango de dos horas, por lo cual es necesario dividir esa cantidad entre dos y redondear al número entero superior.

$59 / 2 = 29.5$  por lo tanto es igual a 30 ciclistas por hora.

Al tener la cantidad de ciclistas por hora, se multiplica por las horas restantes, siendo estas 11 horas, para dar como resultado la siguiente ecuación.

$30 * 11 = 330$  ciclistas en los rangos de horas normales, estos intervalos los siguientes: de 08:00 a 13:00, de 15:00 a 19:00 y de 21: a 23:00 horas.

Después de la determinación en horas pico y horas normales de uso de la ciclovía, la capacidad de diseño queda de la siguiente manera:

$$807 + 330 = 1137$$

La capacidad del sistema queda determinada en la siguiente cifra y dentro del siguiente lapso de tiempo: 1,137 ciclistas al día, en un horario operativo de 06:00 a 23:00 horas.

### **2.3.12 Capacidad real**

La capacidad real depende de distintas condiciones, ya que las condiciones externas, al ser una ciclovía en un espacio abierto, impactan directamente en la frecuencia de uso, siendo los siguientes escenarios posibles y con ellos la respectiva capacidad.

- Operatividad caso 1: condición normal, condiciones climatológicas normales 60 personas por hora. Siendo 1,020 ciclistas al día en horario operativo de 06:00 a 23:00 horas.
- Operatividad caso 2: climatología lluvia intermitente, 30 personas por hora. Siendo 510 ciclistas al día en horario operativo de 06:00 a 23:00 horas.
- Operatividad caso 3: climatología lluvia permanente 15 personas por hora. Siendo 255 ciclistas al día en horario operativo de 06:00 a 23:00 horas.
- Operatividad caso 4: climatología lluvia intensa 4 personas por hora. Siendo 68 ciclistas al día en horario operativo de 06:00 a 23:00 horas.
- Operatividad caso 5: condiciones de mantenimiento: 40 personas por hora. Siendo 680 ciclistas al día en horario operativo de 06:00 a 23:00 horas.
- Operatividad caso 6: cierre completo por reparaciones: 0 personas al día.

### 2.3.13 Diagramas de procesos

La figura 12 muestra la representación del proyecto de la implementación de la ciclovía en Orizaba

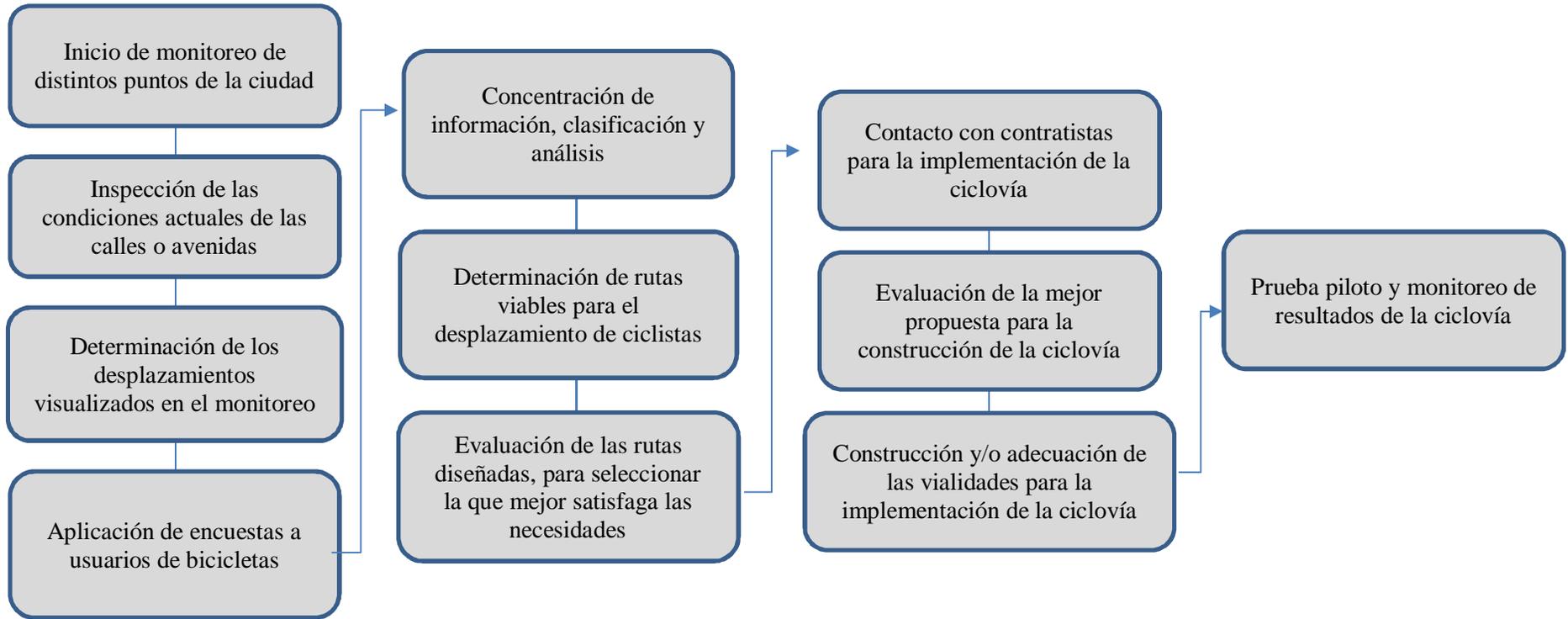


Figura 12. Diagrama de la implementación de la ciclovía en Orizaba

La figura 13 se visualiza el diagrama de proceso de uso de ciclovía Orizaba, donde detalla los pasos más importantes para hacer uso de este espacio como vía de circulación y con ello poder desplazarse de un punto de la ciudad a otro.

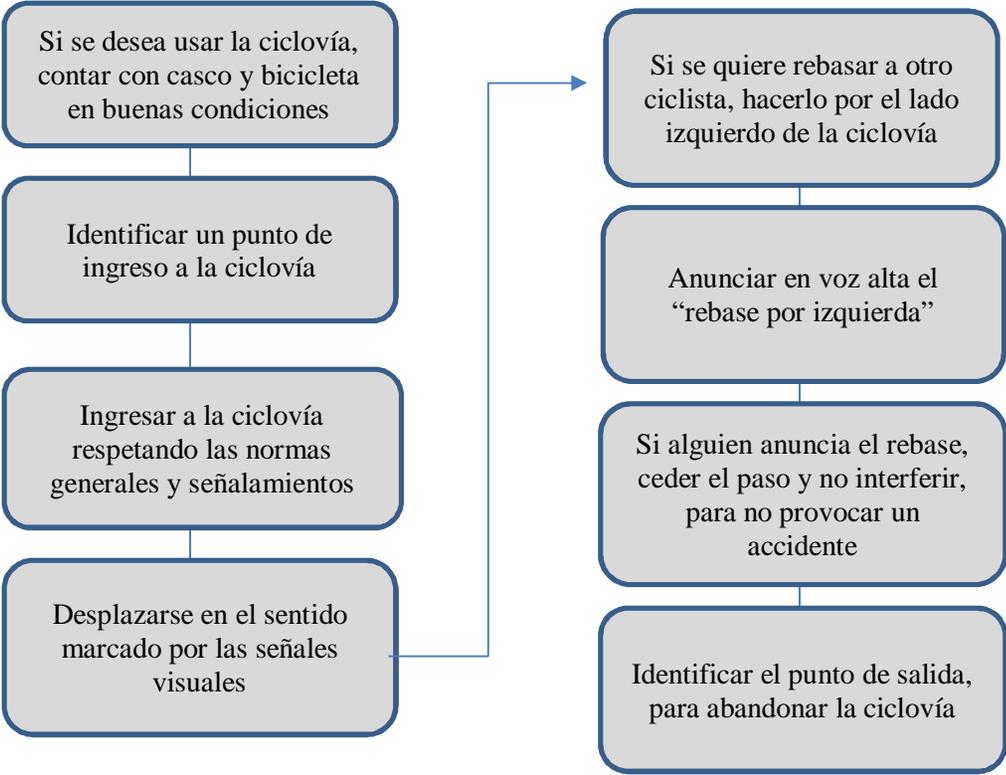


Figura 13. Diagrama de uso de ciclovía en Orizaba

### **2.3.14 Distribución de elementos en la ciclovía**

En la ciclovía se hará la siguiente distribución de elementos que inciden de manera indirecta, ya que no están contemplados en la edificación de la misma, pero que forman parte de ella para lograr diversos propósitos. Se hace uso de: PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2-2010, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.

- Las señales en la carpeta asfáltica con la imagen de la bicicleta, estarán pintadas al inicio y al término de cada calle, aquellas cuerdas que superen la longitud de 110 metros, se estarán colocando señales pintadas de bicicletas adicionales, de manera que no se supere la distancia de 100 metros entre cada señal Gráfica en la carpeta asfáltica.

Para tal fin se emplea la norma 5.6. Marca para identificar ciclovías (M-15)

Es una marca blanco reflejante que se coloca sobre el pavimento representando una bicicleta con la forma y dimensiones que se muestran en la figura 15, para establecer e identificar ciclovías, que se destinan a la circulación de vehículos de tracción humana como bicicletas y triciclos, entre otros, dirigiéndolos y encausándolos convenientemente para reducir el riesgo de accidentes con vehículos automotores o peatones. Las ciclovías pueden estar dispuestas en forma de circuito, en camellones o fajas separadoras (ciclovía confinada) o parques recreativos (ciclovía separada), así como en tramos de carreteras y vialidades urbanas (ciclovía compartida).

Esta marca, como se establece en la misma figura 15, debe ser complementada con una leyenda con el mensaje "SOLO", de uno coma seis (1,6) metros de alto, y una flecha de dirección de cinco (5) metros de longitud, que indique el sentido de circulación de la ciclovía, ambas blancas reflejantes. La leyenda, la marca para identificar ciclovías y la flecha deben estar separadas entre sí sesenta (60) centímetros. Este grupo de marcas se aloja sobre el eje de la ciclovía y se repite

sistemáticamente a distancias variables en función de las condiciones especiales de la ciclovía, que debe estar delimitada con rayas en la orilla derecha, continuas o discontinuas (M-3.1 y M-3.2, respectivamente) y rayas en la orilla izquierda (M-3.3). Si la ciclovía es bidireccional, los sentidos de circulación se deben delimitar con rayas separadoras de sentidos de circulación, continuas y discontinuas, sencillas (M-1.1 y M-1.2, respectivamente), alojando el grupo de marcas en el eje de cada carril. Cuando el ancho de la ciclovía o de cada uno de sus carriles, que no debe ser menor de uno coma cuatro (1,4) metros, no permita alojar el grupo de marcas con las dimensiones que se muestran en la figura 14, esas dimensiones deben ajustarse proporcionalmente, de forma que entre el grupo de marcas y las rayas que delimiten la ciclovía o sus carriles quede un espacio de al menos treinta (30) centímetros.

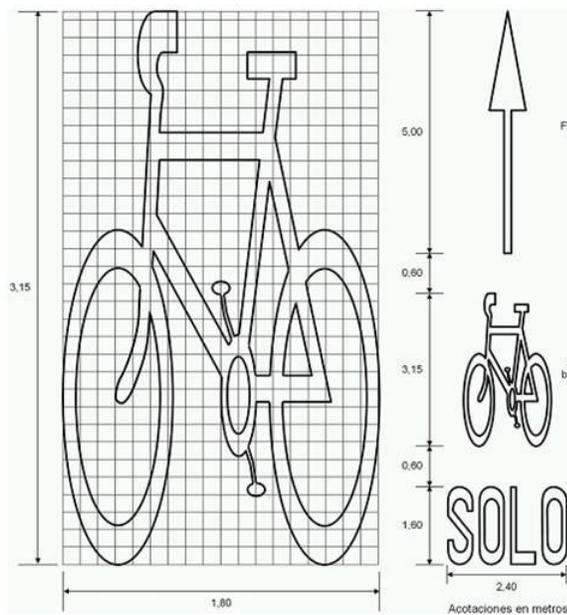


Figura 14. Señalización para una ciclovía, fuente (SCT, 2011)

- Las señales metálicas de que es espacio confinado y exclusivo de ciclistas estarán distribuidas cada tres cuadras.
- En aquellas calles o avenidas que lo requieran se hará la incorporación de semáforos que permitan controlar el flujo y con ello reducir los riesgos por las intersecciones.

- En algunos espacios se tendrá que distribuir de diferente manera, respecto a toda la ruta, con el objetivo de no interferir en el caso de pasar por una vialidad donde circulen unidades de transporte público.

El equipo necesario para brindar el servicio permanente de la ciclovía Orizaba, y que ello permita el desarrollo de las actividades de desplazamiento y no ponga en riesgo la integridad de los usuarios.

- Señalamientos visuales pintados en la carpeta asfáltica
- Señalamientos metálicos de ciclovía
- Semáforos en aquellos cruces donde sea necesaria su implementación
- Boyas en algunas intersecciones las cuales sean de importante flujo vehicular
- Pintura para señalamiento de confinamiento de ciclovía, en aquellas intersecciones con poca incidencia vehicular
- Bebedero de pedestal para parques modelo 4591 de Aquafilt

## **2.4 Contexto de solución**

### **2.4.1 Simulación**

Es necesario comprender lo que envuelve y comprende el término de simulación, para tener una base sólida, para ello es conveniente conocer diversas interpretaciones existentes en libros, artículos y revistas que abordan este concepto.

La simulación según (Azarang R & Garcia Duna, 1996) es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de tal forma que se obtenga una representación de cierta operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo.

Para los autores (Garcia Dunna, Garcia Reyes, & Cardenas Barron, 2006) es fundamental definir el concepto de simulación de eventos discretos, siendo el conjunto de relaciones

lógicas, matemáticas y probabilísticas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado, siendo el objetivo en comprender, analizar y mejorar las condiciones de operación relevantes del sistema.

Para (Fullana Belda & Urquia Grande, 2009) es un medio en el cual nuevos procesos como procesos ya existentes, se pueden proyectar, evaluar y analizar sin correr el riesgo que implica el llevarlos a la realidad.

Después de leer las anteriores definiciones puede establecerse una interpretación general, donde la simulación es:

La elaboración de un modelo alimentado por datos ya existentes, donde por medio del uso de una computadora se busca hacer el análisis de su comportamiento, y ver las fluctuaciones que pueda presentar, si se alteran algunos valores de variables que lo componen, y tiene como finalidad soportar la toma de decisiones.

Es conveniente establecer cuáles son las ventajas y desventajas de la simulación, mencionando algunas de las más significativas de diversos autores involucrados en el tema.

#### Ventajas

- ✓ *El modelo puede ser modificado de manera rápida con el fin de analizar diferentes políticas o escenarios.* Eso permite el análisis en corto tiempo y con ello poder predecir ciertos sucesos.
- ✓ *Generalmente es más barato mejorar el sistema vía simulación.* Ya que el llevarlo a la realidad, implica costos, tanto para si es un proceso nuevo o adaptación.
- ✓ *En algunos casos, la simulación es el único medio para lograr una solución.* Cuando el proceso es nuevo, se hace el modelo en base a datos estadísticos
- ✓ *La simulación promueve soluciones totales: Ya que permite modelar sistemas completos.* Cuando se habla de pequeños procesos lo mejor es usar métodos analíticos, cuando son diversos procesos los implicados, la simulación es una gran alternativa.

## Desventajas

- ✓ *Los modelos de simulación en una computadora son costosos y requieren mucho tiempo para desarrollarse y validarse.* Básicamente por la veracidad y la confianza de los datos y que en ocasiones se requiere personal especializado.
- ✓ *Se requiere gran cantidad de corridas computacionales para encontrar "soluciones óptimas".* Además, la simulación no se debe considerar como solución óptima, ya que es una aproximación, lo que se busca es apegarse a la realidad.
- ✓ *Es difícil aceptar los modelos de simulación.* Ante el escepticismo y la confianza que existe en estas alternativas, no tiene buena penetración ante aquellos de costumbres y practicas arraigadas.
- ✓ *La solución de un modelo de simulación puede dar al analista un falso sentido de seguridad.* No debe ser considerado como un patrón a seguir, si no como una guía, que permita vislumbrar un panorama.

### **2.4.2 Método de los factores ponderados**

Es un método que realiza un análisis cuantitativo en el que se comparan entre si las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas (Jarabo Friedrich & Garcia Alvarez). Con este método no se busca saber cuál es la óptima, si no las opciones aceptables, al final otros factures más subjetivos, como son las preferencias de quien determine y/o financie el proyecto, determinara la localización definitiva.

Los pasos que incluye este método de selección son:

1. Determinar los factores relevantes
2. Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa
3. Fijar una escala de evaluación a cada factor, pudiendo ser de 1 a 10 o de 1 a 100
4. Se deberá someter a evaluación cada factor por los encargados del proyecto
5. Obtener el producto de la evaluación del factor por el peso de cada factor y obtener el total para cada alternativa

6. Se puede hacer una recomendación basada en la localización que haya obtenido mejor puntuación, pero no excluir la obtención de resultados a través de métodos cuantitativos.

### **2.4.3 Método AHP**

El método AHP es un procedimiento diseñado para cuantificar juicios u opiniones de tipo gerenciales sobre la importancia relativa de cada uno de los criterios en conflicto empleados en el proceso de toma de decisiones, según menciona (Roche & Vejo, 2005).

El Proceso Analítico Jerárquico (Analytic Hierarchy Process, AHP), propuesto por Saaty en 1980, menciona (El proceso analítico jerárquico (AHP), 2014) que se basa en la idea de que la complejidad inherente a un problema de toma de decisión con criterios múltiples, se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados.

La gama de opciones que ofrece este método es muy amplia y diversa, ya que tiene una importante contribución en niveles operativos, estratégicos y tácticos, siendo soporte importante en la decisión de acciones a ejecutar. Por su carácter matemático, le da el aspecto cuantitativo y mayor relevancia, respecto al procedimiento del método de factores ponderados, abordado en el subtema 6.9.1; el rasgo principal del AHP es que el problema tiene una modelización a través de una jerarquía, donde en el extremo superior está el objetivo que se desea alcanzar y en los niveles inferiores las alternativas para poder resolverlo.

La característica número dos de esta metodología, es que, en cada nivel de la jerarquía se efectúan comparaciones entre pares de elementos de ese nivel, de acuerdo a la relevancia o aportación de cada uno de ellos al cumplimiento del objetivo superior, ya que todos ellos están ligados. Dando como resultado una escala de medida relativa de prioridades o pesos de los elementos involucrados; estas comparaciones por pares se realizan por medio de valoraciones de preferencia (aplicando en la comparación de alternativas) o valoraciones de

importancia (si se trata de la comparación de criterios). Cada cálculo obtenido, al efectuar la suma de todos ellos debe dar como resultado la unidad.

La característica número tres es referentes a la información obtenida suele ser redundante generalmente y ello implica cierto grado de inconsistencia. A pesar de ello, la redundancia resulta útil para mejorar la exactitud de los juicios y se aprovecha para, mediante la técnica matemática, reducir los errores y mejorar la consistencia de la matriz.

Para finalizar, una vez evaluada la contribución de cada elemento a los elementos del nivel de la jerarquía inmediatamente superior, se calcula la contribución global de cada alternativa al objetivo principal o meta mediante una agregación de tipo aditivo.

En resumen, según Saaty, el método AHP es un modelo de decisión que interpreta los datos y la información directamente mediante la realización de juicios y medidas en una escala de razón dentro de una estructura jerárquica establecida. Es un método de selección de alternativas (estrategias, inversiones, etc.) en función de una serie de criterios o variables, las cuales suelen estar en conflicto.

La figura 15, representa la jerarquía del AHP, donde la parte superior es la meta u objetivo, seguido de los criterios, para finalizar con las alternativas.

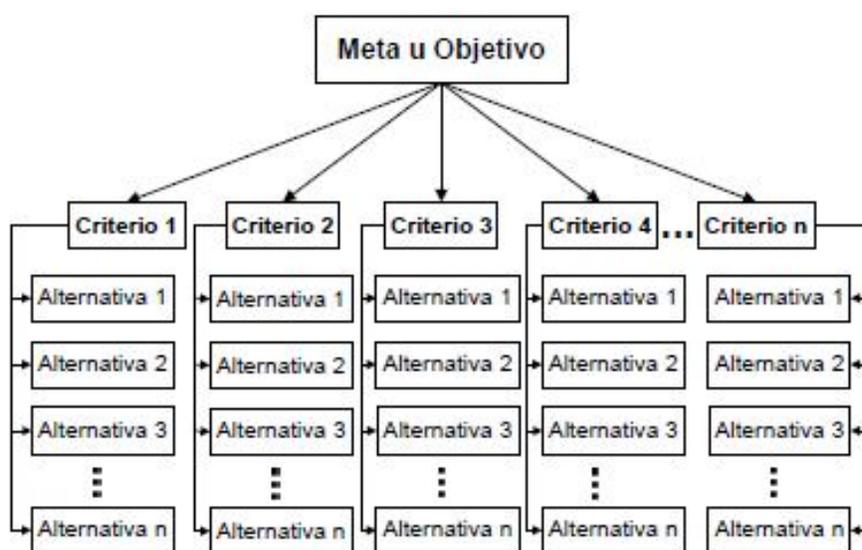


Figura 15. Esquema general de la jerarquía del AHP, fuente (DSLEYEN, 2009)

Según exponen en sus aportaciones (Moreno Jimenez, 2014) y (Toskano Hurtado, 2014) El método AHP utiliza una estrategia de asignación indirecta por la que el decisor sólo tiene que realizar una valoración sobre la importancia del criterio verbalizada en términos cualitativos y después acudir a una escala, que previamente ha sido establecida, para obtener los valores numéricos que se corresponden con su valoración. Por tanto, como paso previo a la resolución del problema de asignación de pesos, se debe definir la correspondencia entre la valoración cualitativa del decisor y la asignación numérica.

La escala sugerida por Saaty es la que se ejemplifica en la tabla 13.

Tabla 13. Escala de valoración propuesta por Saaty para el método AHP

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
<b>1</b>	Igual importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo
<b>3</b>	Importancia moderada de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio están a favor de un elemento sobre otro
<b>5</b>	Importancia fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
<b>7</b>	Importancia muy fuerte de un elemento sobre otro	Un elemento es muy dominante
<b>9</b>	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por al menos un orden de magnitud de diferencia
<b>2,4,6,8</b>	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Se usan como compromiso entre dos juicios
<b>Incrementos 0,1</b>	Valores intermedios en incrementos	Utilización para graduación más fina de juicios

#### **2.4.4 Evaluación de alternativas con Análisis Costo-Beneficio**

El análisis de costo-beneficio es el proceso de analizar las decisiones de una empresa, organización o grupo de trabajo. Cuando una decisión está bajo consideración, el costo de una opción es restado del beneficio del mismo. Al realizar un análisis de costo-beneficio la administración puede decir si la inversión en el proyecto vale la pena.

#### **2.4.5 Índice de seguridad vial**

Un fuerte objetivo que se busca con este trabajo de investigación es poder desarrollar la forma de integrar diversas variables y que al ser consideradas permitirán el cálculo de un índice de seguridad vial; permitirá este indicador ser base fundamental para el desarrollo de nueva infraestructura, adecuaciones o modificaciones en caso de ser necesario. Todo lo anterior con el objetivo de garantizar la integridad y seguridad de todas las personas involucradas, sea que tengan participación activa o pasiva.

Las variables a considerarse para dicho cálculo son las siguientes:

- Índice de seguridad
- Flujo vehicular
- Dimensiones de la vialidad
- Tipo de pavimento o carpeta de rodamiento
- Señalización
- Estado o condiciones de la vialidad

Las variables antes contempladas, deben contar con ciertas características que permitan su consideración, manipulación y validación; para que funjan como parte integral del índice de seguridad vial que se busca implementar. Los temas abordados en el capítulo 2 permiten tener un sustento teórico basado en los estudios realizados en la ciudad de Orizaba, con el objetivo de ser la base para la implementación del proyecto, que respaldan las decisiones tomadas y que permitirán su uso en los capítulos posteriores.

## **Capítulo 3. Desarrollo de la simulación**

El capítulo 3 titulado “Desarrollo de la simulación” conformado por cuatro subtemas, los estudios necesarios para contar con los datos que alimentaran el modelo de simulación y los procesos estadísticos para la identificación de las distribuciones de probabilidad a la que corresponden los datos, el desarrollo e integración del modelo de simulación, la plataforma tecnológica usada para su implementación, como se consigue la validación del modelo de simulación y el número óptimo de corridas necesarios para tener similitud con los datos reales recabados en la etapa de monitoreo y que fue descrito en el capítulo 2. Toda la información permite la integración de la simulación y con ello conocer el comportamiento que se espera en su implementación.

### **3.1 Toma de datos y pruebas de bondad de ajuste**

#### **3.1.1 Recolección de datos**

Para poder alimentar el modelo de simulación en ProModel, es indispensable contar con datos, referentes a la actividad, proceso o tarea que se desee llevar a la simulación, ante eso, se hizo monitoreo de diversos puntos de la ciudad, que anteriormente ya fueron evidenciados en un capítulo anterior.

Para fines ilustrativos la figura 16 es una representación a grandes rasgos de los puntos del municipio de Orizaba donde se efectuaron los conteos de ciclistas.

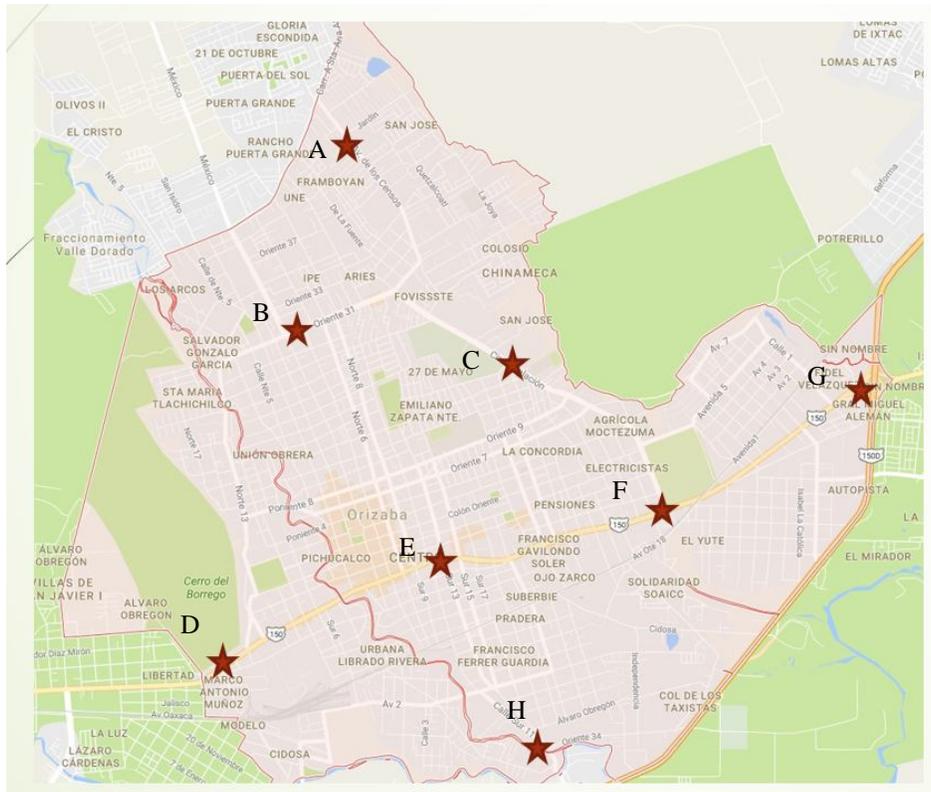


Figura 16. Representación de los puntos donde se realizó monitoreo ciclista

Para consultar los datos obtenidos del monitoreo de los distintos puntos en tres lapsos diferentes de tiempo se puede abrir el siguiente enlace, donde se detalla por día, lapso de tiempo, hora de paso de ciclista, dirección y determinación de algunos otros parámetros. En la figura 16, se ilustran los puntos de la ciudad donde se realizó el monitoreo del tráfico ciclista, los cuales se describe a continuación para su mejor comprensión e identificación.

- “A”: Avenida de los Censos, entre calle 5 de mayo y calle Gómez Farías
- “B”: Avenida Oriente 31, entre calle Norte 2 y calle Norte 4
- “C”: Avenida Cri-Cri, entre calle San José y privada San José
- “D”: Calle Poniente 7, entre Sur 20 y Sur 18
- “E”: Cruce Ave. Oriente 6 y calle Sur 15
- “F”: Cruce Ave. Oriente 6 y Ave. Cri-Cri
- “G”: Prolongación Oriente 6, entre calle Sur 57 y calle Orizaba
- “H”: Calle Sur 13, entre calle Cauville y calle San José

En las tablas 14 a la 21, se puede evidenciar la presencia de la circulación de ciclistas en las avenidas y calles de Orizaba, todos los monitoreos realizados fueron registrados en periodos de dos horas en cada punto de monitoreo.

Tabla 14. Punto de monitoreo “A”

Ubicación: Ave. Censos entre 5 de mayo y Gómez Farías	
Total de ciclistas	46
De sur a norte	11
De oeste a este	4
De este a oeste	4
De norte a sur	27

Tabla 15. Punto de monitoreo “B”

Ubicación: Oriente 31 entre Norte 2 y Norte 4	
Total de ciclistas	107
De sur a norte	15
De oeste a este	25
De este a oeste	14
De norte a sur	53

Tabla 16. Punto de monitoreo “C”

Ubicación: Ave. Cri-Cri entre calle San José y Privada San José	
Total de ciclistas	179
De sur a norte	42
De oeste a este	118
De este a oeste	19
De norte a sur	0

Tabla 17. Punto de monitoreo “D”

Ubicación: Poniente 7 entre Sur 20 y Sur 18	
Total de ciclistas	269
De oeste a este	193
De este a oeste	76

Tabla 18. Punto de monitoreo “E”

Ubicación: Cruce Oriente 6 y Sur 15	
Total de ciclistas	174
De sur a norte	78
De oeste a este	68
De este a oeste	27
De norte a sur	1

Tabla 19. Punto de monitoreo “F”

Ubicación: Cruce Oriente 6 y Ave. Cri-Cri	
Total de ciclistas	126
De sur a norte	9
De oeste a este	39
De este a oeste	43
De norte a sur	35

Tabla 20. Punto de monitoreo “G”

Ubicación: Prolongación Oriente 6, entre Sur 57 y calle Orizaba	
Total de ciclistas	59
De oeste a este	20
De este a oeste	39

Tabla 21. Punto de monitoreo “H”

Ubicación: Sur 13 entre Cauville y San José	
Total de ciclistas	325
De sur a norte	283
De norte a sur	42

Para analizar a detalle, puede consultar la sección de anexos, bajo el subtítulo “Registro de paso de bicicletas” o bien de manera electrónica, seguir el siguiente vínculo.

Enlace: [Registro paso de bicicletas](#)

### 3.1.2 Pruebas de bondad de ajuste, identificación de distribución de probabilidad

Es necesario conocer cuestiones básicas de estadística, las distribuciones, cuáles son sus características, bajo que parámetros funcionan, entre otras cosas, por si existe la posibilidad de algún cambio o modificación, se pueda efectuar sin afectar el modelo en general.

Las pruebas para saber a qué tipo de distribución de probabilidad corresponden los datos levantados del monitoreo, siendo las más utilizadas son el contraste de Pearson, y la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Para tal efecto se utilizó un programa de análisis de datos estadísticos para la determinación de la distribución de probabilidad a la cual se ajustaban cada uno de los datos de los puntos y días en los cuales se hizo un monitoreo.

Para consultar los resultados de las pruebas e identificación de distribuciones de probabilidad, consulte la sección anexos, subtítulo “Resultados estadísticos de prueba”, o bien hacer una consulta electrónica mediante el siguiente vínculo.

**Enlace:** [Resultados estadísticos resumidos, para la identificación de distribución de probabilidad de los datos del monitoreo](#)

Después de realizar todas las pruebas, se obtienen y analizan todos los parámetros, como gráficas, además del Anderson Darling y el valor de P perteneciendo a distribuciones en su mayoría de Weibull, Gama y Exponencial, un caso de Weibull de 3 parámetros, una Transformación de Johnson y una Transformación de Box-Cox; obteniendo los parámetros de forma y escala, que son necesarios para su uso en ProModel.

### 3.2 Construcción del modelo

En la diversidad de lenguajes de simulación, existe una similitud, la cual se expone a continuación en estos 4 elementos claves que se comparten, en algunos casos cambia la palabra que los describe.

- **Entidades o transacciones:** Aquellos clientes que hacen uso del sistema, es decir entran y salen.
- **Atributos o parámetros:** Son las propiedades o características de una entidad, es decir de los clientes que hacen uso del sistema.
- **Lenguaje de programación del simulador:** Puede ser lenguaje de bajo nivel como lenguaje ensamblador o de alto nivel o propósito general, ejemplo: C.
- **Bloques o comandos:** Son las instrucciones en las que se delimita el comportamiento de la simulación, siguiendo una secuencia específica y cómo será el procesamiento de las entidades.

En el software de ProModel versión estudiante, se hizo uso de las siguientes características:

- Locaciones (para representar las alternativas)
- Entidades (para ejemplificar a los ciclistas)
- Procesos (para definir el comportamiento de las entidades en las locaciones)
- Llegadas (para indicar la distribución de los datos manejados, donde se deben usar los parámetros proporcionados por Minitab)

Las siguientes pantallas son capturas del entorno de ProModel, cuando se está desarrollando el modelo de simulación, para cada una de las alternativas.

El primer paso es agregar la imagen de fondo a través de la opción del editor gráfico, la imagen para ser usada debe ser guardada bajo el formato de “imagen de mapa de bits (extensión bmp)”. Al tener agregada la imagen, se puede guardar los cambios.

La imagen o mapa ya puede ser agregado a través del menú Build, opción BackGround Grapichs, Behind Grid, permitiendo agregar la imagen al espacio de trabajo, un ejemplo se visualiza en la figura 17.

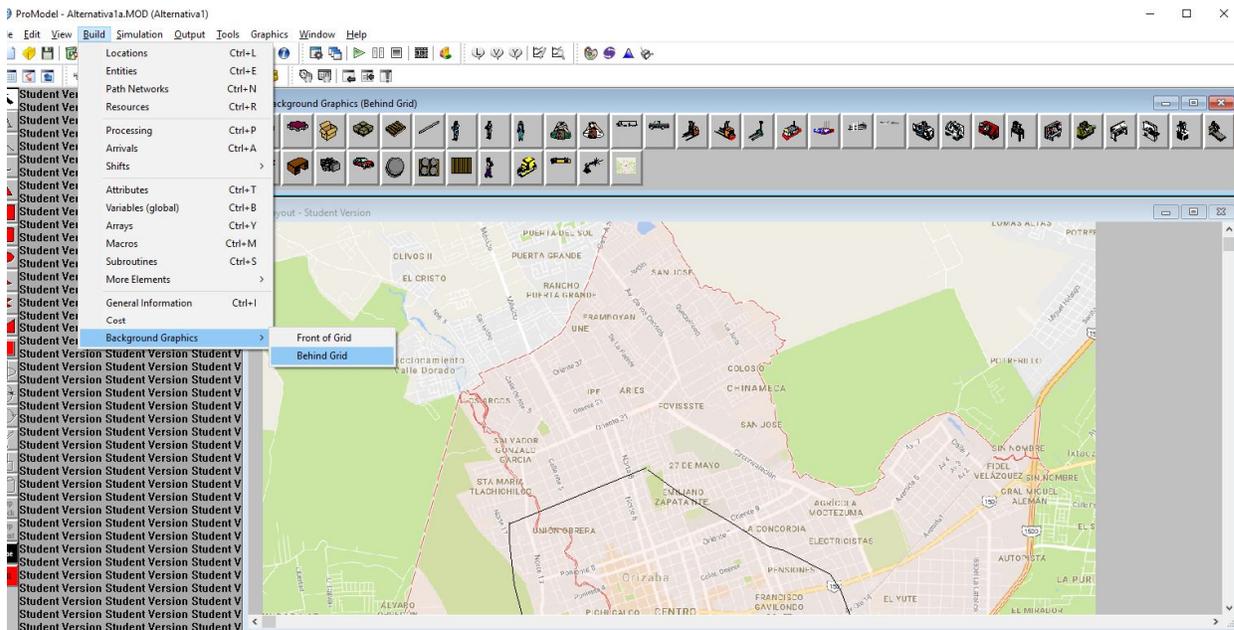


Figura 17. Representación del área de trabajo en ProModel

### 3.2.1 Entidades

Las entidades serán la representación en el modelo de simulación de los ciclistas, para ellos se debe elegir dentro del menú Build, es la opción Entities, donde se indica la entidad que participara en el proceso, en este caso la imagen de un individuo como representación de un

ciclista. La figura 18 es la representación de la sección de entidades dentro del ambiente de ProModel.

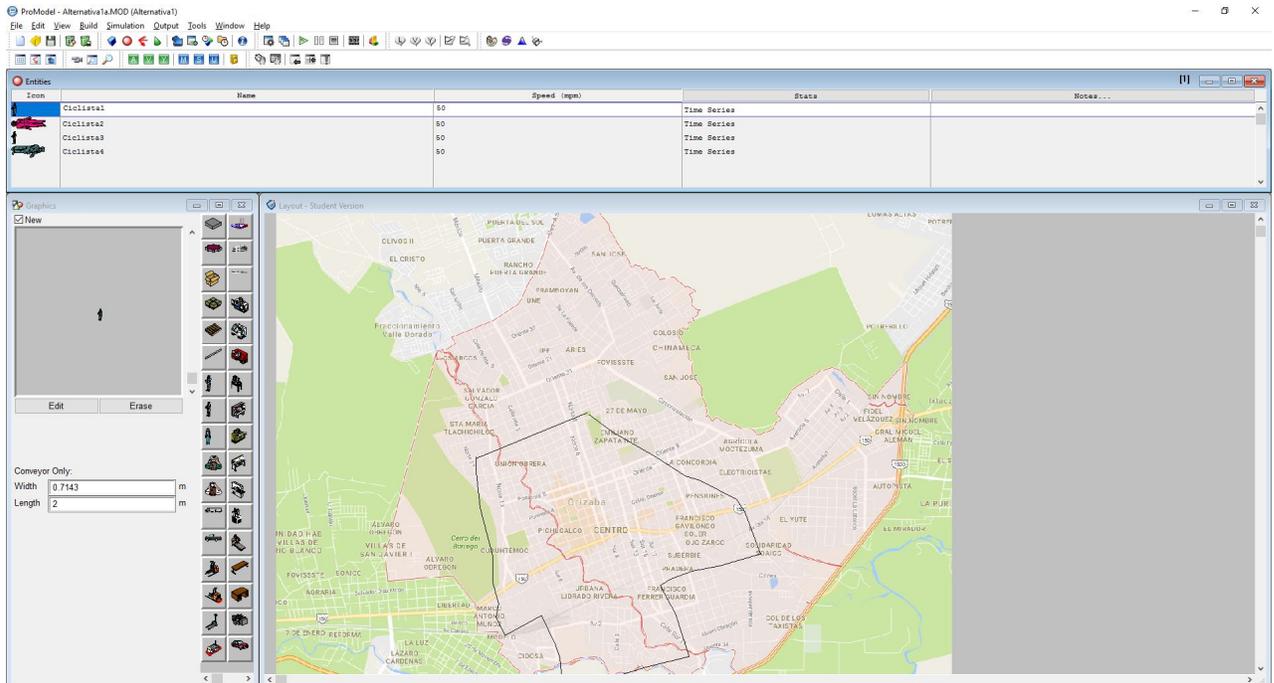


Figura 18. Integración de las entidades participantes en el modelo de simulación de ProModel

### 3.2.2 Locaciones

El siguiente paso a realizar es dar de alta las Locaciones que estarán involucradas en el diseño del modelo, siendo correspondientes a los trazos de la ciclovía, en este caso se hace cuatro veces la integración de filas, que serán el camino señalado como ruta para el transito ciclistas. Ilustrado en la figura 19.

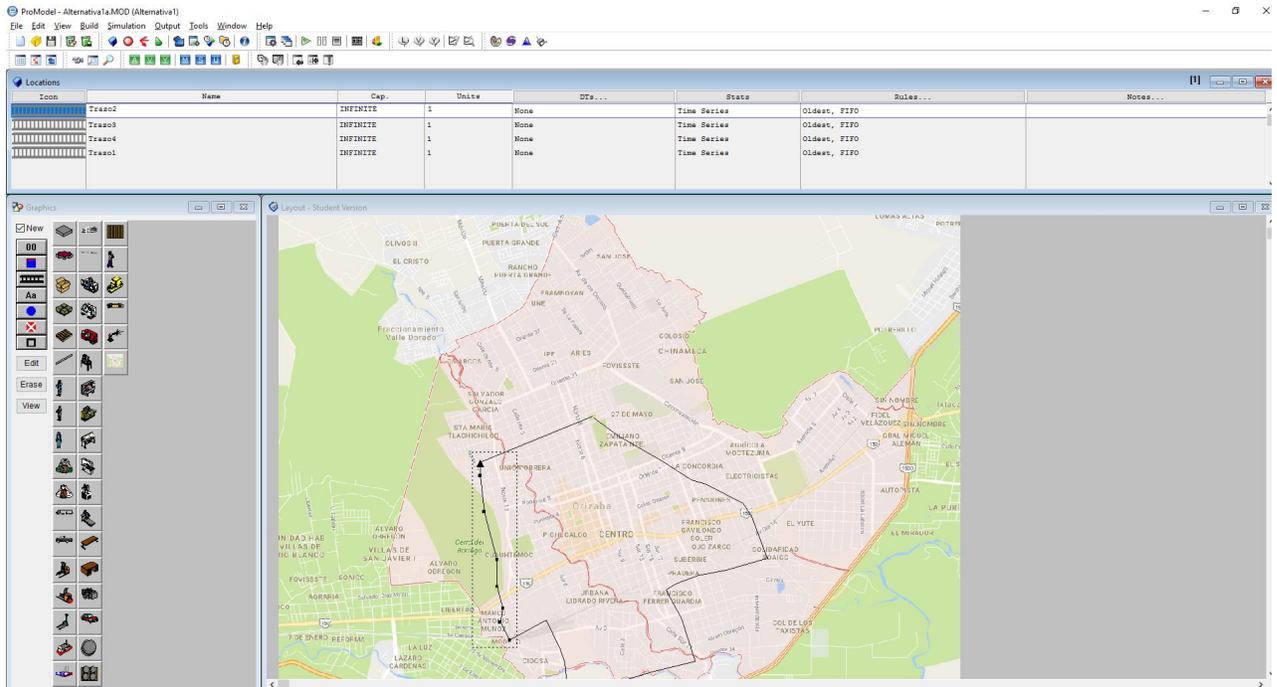


Figura 19. Integración de las locaciones en el modelo de simulación de ProModel

### 3.2.3 Lógica de procedimiento

La siguiente indicación, dentro del mismo menú Build, es la opción de Process, donde se indican la lógica de procesamiento de las entidades, respecto a las locaciones. Para su consulta observar la figura 20.

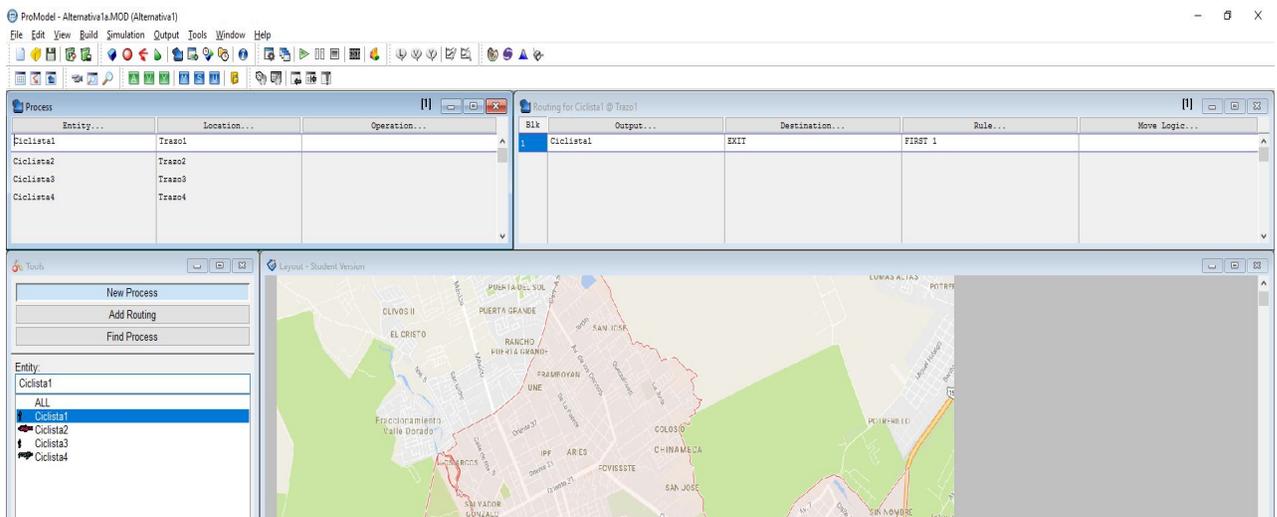


Figura 20. Lógica de procesamiento del modelo de simulación en ProModel

### 3.2.4 Llegadas

Posteriormente se pasa uno a la opción Arrivals, o llegadas, según la traducción correspondiente, donde se ingresan los datos proporcionados de los parámetros estadísticos de la distribución de probabilidad de los datos, tal como se ilustra en la figura 21.

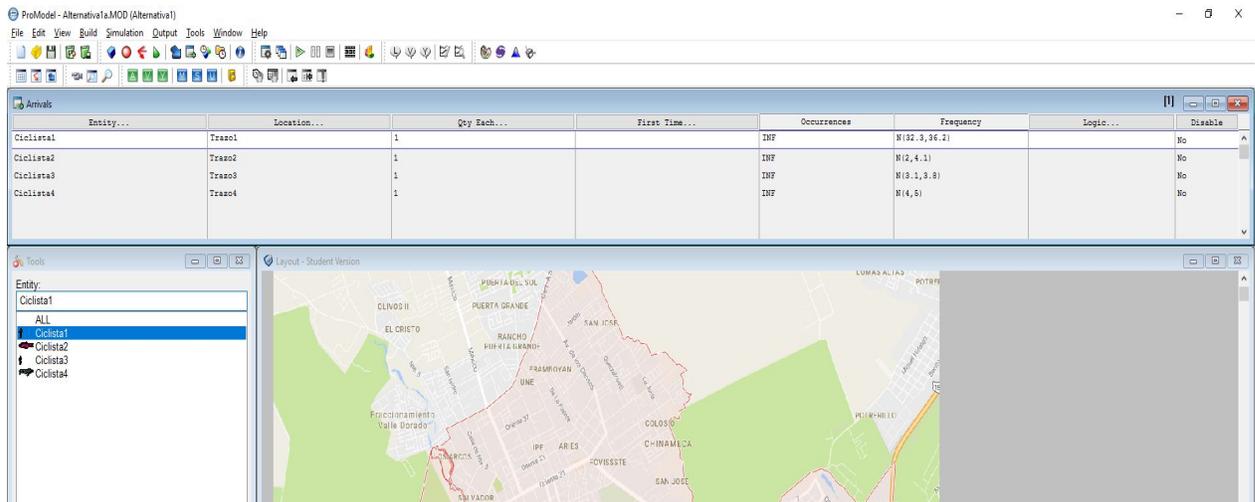


Figura 21. Configuración de las llegadas en el modelo de simulación de ProModel

### 3.3 Validación de un modelo de simulación

La validación consiste en corroborar que el programa arroje datos estadísticamente igual a los del sistema real. Para tal efecto se utiliza la prueba t-apareada, la cual confronta los resultados arrojados por la simulación con los datos reales observados.

#### Principios de la Validación de modelos de Simulación

Algunos principios, según Law y Kelton (2006), para crear un modelo de simulación válido son los siguientes:

1. Determinar cuáles aspectos van a ser investigados, las medidas de desempeño a evaluar y las alternativas del sistema que se analizarán al principio del estudio.
2. Preguntar a los expertos del sistema y hacer análisis de sensibilidad para determinar el nivel de detalle del modelo.

3. Comenzar con un modelo moderadamente detallado, y poco a poco aumentar el nivel de detalle.
4. No detallar el modelo más de lo necesario, sólo incluir los detalles más importantes del sistema.
5. El nivel de detalle de un modelo depende muchas veces de las restricciones en tiempo y dinero.

### **3.4 Numero óptimo de corridas**

Una corrida de simulación es un registro ininterrumpido del desempeño de un sistema bajo una combinación especificada de variables controlables.

El analista debe ser capaz de analizar e interpretar el resultado y medir la significancia de ellos. Un estudio de simulación se planea usualmente como una serie de corridas orientadas a comparar varias alternativas cuyos resultados deben analizarse estadísticamente.

Determinación del número óptimo de corridas.

1. Se debe realizar un número de corridas de manera preliminar, por ejemplo, de 10 a 30.
2. Lo anterior nos arrojará los reportes de resultados de cada corrida, además del reporte dónde se resume el comportamiento promedio.
3. Elegir la variable (medida de desempeño) sobre la cual se hará el análisis estadístico.

Ejemplos:

- a. Tiempo total en el sistema
  - b. Total de piezas producidas
  - c. Utilización de máquinas
4. Aplicar prueba estadística  $n \cdot \beta$

Lo descrito en este capítulo permite conocer e identificar como se integró el modelo de simulación para la ciclovía en Orizaba, que datos fueron necesarios para alimentarlo y el procedimiento para su validación e identificación de la distribución de probabilidad a la que corresponden. Y que serán la base teórica con sustento matemático para el ultimo capitulo.

## Capítulo 4. Evaluación de alternativas

El capítulo 4 llamado “Evaluación de alternativas” integrado por cuatro subtemas, abarcan las alternativas propuestas en base al monitoreo realizado, la permisibilidad de las calles y avenidas de la ciudad, como evaluar esas alternativas propuestas a partir de tres métodos o técnicas de evaluación, un análisis general y particular en cada una de las alternativas propuestas a nivel de costos, impacto ambiental y salud. Concluyendo con la selección de la mejor alternativa y proponiendo dos alternativas adicionales.

### 4.1 Alternativas propuestas

Se realizaron 9 alternativas propuestas que serán descritas más adelante, de manera inicial se hizo la consideración de 11 trazos que posteriormente se integraron en solo 9; en la tabla 22 se detalla la distancia de trazos y algunos circuitos tomados en cuentas para dicho fin.

Tabla 22. Lista de las alternativas para la ciclovía en Orizaba

<b>Trazo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Calles</b>	<b>Extensión en km</b>
<b>1</b>	Circuito 1	Oriente 31, Circunvalación, Oriente 6, sur 21, 20 de noviembre, sur 6, Poniente 7, Norte 13	10.90
<b>2</b>	Circuito 2	Oriente 31, Circunvalación, Oriente 6, Poniente 7, Norte 13	9.26
<b>3</b>	Trazo 1 horizontal	Oriente 6, Poniente 7	3.70
<b>4</b>	Trazo 2 horizontal	Colon Poniente, Colon Oriente	2.76
<b>5</b>	Trazo 3 horizontal	Poniente 5, Oriente 4	3.10
<b>6</b>	Trazo 1 Vertical	Norte 5, Norte 3, Sur 2, Poniente 7, Madero sur	2.28
<b>7</b>	Trazo 2 Vertical	Madero Norte, Madero Sur	2.15
<b>8</b>	Trazo 4 horizontal	Oriente 6, sur 21, 20 nov., sur 6, poniente 7	4.79
<b>9</b>	trazo 3 vertical	Sur 16 - Norte 13	2.10
<b>10</b>	Trazo 5 horizontal	Poniente 30 - Oriente 31	1.39
<b>11</b>	Trazo 4 vertical	Cri-Cri	2.66

Al tener los trazos definidos se procede a la combinación y determinación de alternativas, las cuales se describen y determina la extensión de la cual se componen, tal como detalla la tabla 23, mencionando la descripción de la alternativa y la extensión en kilómetros.

Tabla 23. Distancias de las alternativas propuestas

<b>Alternativa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Extensión en kilómetros</b>
<b>1</b>	Circuito 1	10.90
<b>2</b>	Circuito 2	9.26
<b>3</b>	Eje coordenado, Poniente 7 - Oriente 6 y Norte 5	5.98
<b>4</b>	Eje coordenado, Poniente 7 - Oriente 6 y Madero Norte - Madero Sur	5.85
<b>5</b>	Eje coordenado, Colon Poniente - Colon Oriente y Norte 5	5.04
<b>6</b>	Eje coordenado, Colon Poniente - Colon Oriente y Madero Norte - Madero Sur	4.91
<b>7</b>	Eje coordenado, Poniente 5 - Oriente 4 y Norte 5	5.38
<b>8</b>	Eje coordenado, Poniente 5 - Oriente 4 y Madero Norte - Madero Sur	5.25
<b>9</b>	Combinación circuito 2 y eje coordenado, Colon Poniente - Oriente y Norte 5	14.30

Debido a que se busca encontrar las mejores rutas para la ciclovía, se mencionan más alternativas propuestas, como complemento a las ya existentes.

#### **Alternativas horizontales**

- ✓ Ave. Poniente 8-Oriente 9, desde esquina Norte 13 hasta esquina Ave. Cri-Cri, distancia: 2.55km
- ✓ Ave. Poniente 8, Ave. Poniente 6<sup>a</sup>, Ave. Poniente 6-Oriente 7, desde esquina Norte 13 hasta Ave. Cri-Cri, distancia: 2.70km
- ✓ Ave. Poniente 3-Oriente 2, Sur 23-Norte 22, Oriente 3, Norte 30, Oriente 5 desde esquina Sur 18 hasta Ave. Cri-Cri, distancia: 3.32km
- ✓ Ave. Poniente 3-Oriente 4, desde esquina Sur 18 hasta esquina Ave. Cri-Cri, distancia: 3.09km

- ✓ Ave. Poniente 8-Oriente 10, desde esquina Sur 20 hasta Sur 21, Distancia: 2.26km

### Alternativas Verticales

- ✓ Norte 8, Oriente 15, Norte 14, Sur 15, Sur 13, desde San José hasta Oriente 31, distancia 4.14km
- ✓ Norte 4, Sur 5, Oriente 18, Sur 11, Sur 13, desde San José hasta Oriente 31, distancia 4.09km
- ✓ Oriente 17, Norte 24-Sur 25, Oriente 6, Sur 21, Salvador Diaz Mirón, Álvaro Obregón, Sur 13, desde San José hasta Ave. Cri-Cri, distancia 3.71km
- ✓ Sur 57, calle 1, avenida 5, calle 7, privada de circunvalación, circunvalación (ave. Cri-Cri), 20 de noviembre, Av. De los censos, desde prolongación de Oriente 6 hasta carretera a Sta. Ana Atzacan, distancia 5.65km
- ✓ Sur 9- Norte 8, prolongación de norte 8, desde Oriente 6 hasta Ave. Oriente 39 A, distancia: 2.92

En la figura 22, se ilustran en el mapa de Orizaba las alternativas propuestas y cuya selección de alternativas para la implementación de la ciclovía, estará determinada por los modelos de simulación.

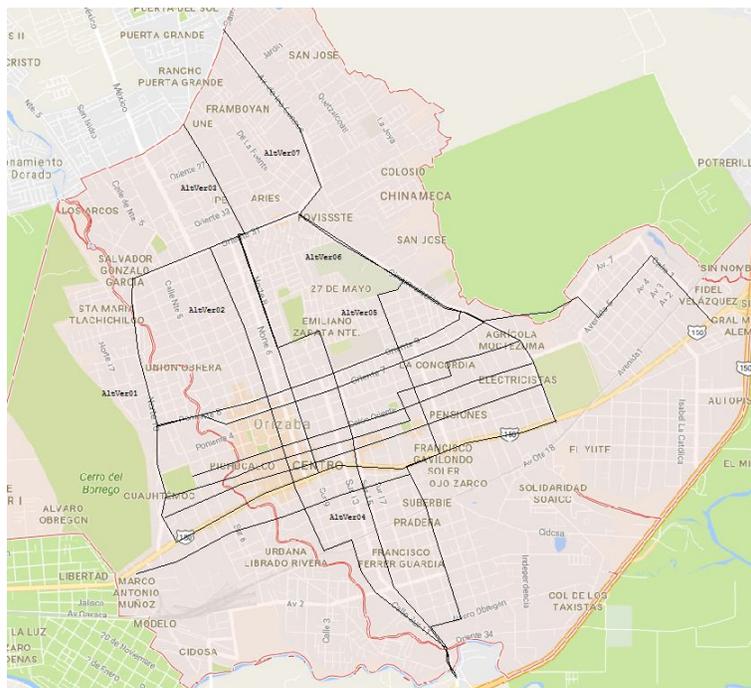


Figura 22. Esquema general de las alternativas propuestas para la determinación a través de la simulación

## 4.2 Aplicación de los métodos de evaluación

### 4.2.1 Aplicación del método de los factores ponderados

1. Determinar los factores relevantes

A través de un consenso con partes involucradas, usuarios y propietarios, se llegó a la determinación de los siguientes factores:

- Mayor cobertura geográfica
- Simplicidad de la ruta
- Interconectividad de puntos
- Desplazamiento más eficiente
- Menor afectación al flujo vehicular
- Viabilidad de las calles
- Menor costo de instalación
- Mayor relación Costo-Beneficio

2. Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa

Se reparte el cien por ciento entre los factores determinados en el punto uno, tal y como lo ilustra la tabla 24

Tabla 24. Ponderación de los factores considerados

<b>Mayor cobertura geográfica</b>	<b>15%</b>
<b>Simplicidad de la ruta</b>	10%
<b>Interconectividad de puntos</b>	15%
<b>Desplazamiento más eficiente</b>	10%
<b>Menor afectación al flujo vehicular</b>	5%
<b>Viabilidad de las calles</b>	10%
<b>Menor costo de instalación</b>	15%
<b>Mayor relación Costo-Beneficio</b>	20%

3. Fijar una escala de evaluación a cada factor, pudiendo ser de 1 a 10 o de 1 a 100

El criterio de la escala de evaluación para cada uno de los factores será la siguiente:

- 1 menos significativo, no se cumple con el factor
  - 10 más significativo, se cumple con el factor
4. Se deberá someter a evaluación cada factor por los encargados del proyecto  
Se lleva a cabo la determinación de la evaluación de cada factor de acuerdo a su importancia
  5. Obtener el producto de la evaluación del factor por el peso de cada factor y obtener el total para cada alternativa  
Se realiza el producto del peso relativo por la calificación obtenida para obtener el valor final
  6. Se puede hacer una recomendación basada en la localización que haya obtenido mejor puntuación, pero no excluir la obtención de resultados a través de métodos cuantitativos.  
En base a la suma de valores, se obtiene el puntaje alcanzado por cada una de las alternativas, después de haber hecho la evaluación de cada uno de los factores y en base al valor obtenido se lleva a cabo una recomendación.

Los resultados obtenidos al efectuar todos los pasos que involucra el método de factores ponderados es el contenido de la tabla 25:

Tabla 25. Evaluación de los factores ponderados para cada una de las alternativas.

Factores	Peso relativo	Alternativas																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Mayor cobertura geográfica	<b>15%</b>	8	1.2	7	1.05	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	1	0	1.5
Simplicidad de la ruta	<b>10%</b>	4	0.4	5	0.5	8	0.8	8	0.8	8	0.8	8	0.8	8	0.8	8	0.8	1	0	0.1
Interconectividad de puntos	<b>15%</b>	8	1.2	7	1.05	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	4	0.6	1	0	1.5
Desplazamiento más eficiente	<b>10%</b>	8	0.8	7	0.7	7	0.7	3	0.3	6	0.6	5	0.5	5	0.5	5	0.5	9	0	0.9
Menor afectación al flujo vehicular	<b>5%</b>	5	0.25	5	0.25	3	0.15	3	0.15	7	0.35	5	0.25	7	0.35	6	0.3	7	0	0.35
Viabilidad de las calles	<b>10%</b>	7	0.7	6	0.6	3	0.3	3	0.3	6	0.6	5	0.5	7	0.7	7	0.7	6	0	0.6
Menor costo de instalación	<b>15%</b>	2	0.3	3	0.45	7	1.05	5	0.75	8	1.2	9	1.35	8	1.2	7	1.05	1	0	0.15
Mayor relación Costo-Beneficio	<b>20%</b>	9	1.8	8	1.6	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	1	0	2
Puntuación total			<b>6.65</b>		<b>6.2</b>		<b>5.2</b>		<b>4.5</b>		<b>5.75</b>		<b>5.6</b>		<b>5.75</b>		<b>5.55</b>		<b>7.1</b>	

Después de la evaluación de cada una de las alternativas se obtiene como la opción más completa, la alternativa 9, a pesar de tener algunas evaluaciones de valor mínimo, después de ella están las alternativas 1 y 2

#### 4.2.2 Aplicación del método AHP

Los datos serán agrupados en tablas, serán indispensables para el procedimiento del método AHP. Donde por medio de una reunión se aborda la temática de emplear los mismos factores usados en el método de factores ponderados, ya que para el caso del método AHP, tienden a considerarse como criterios. Para hacer más simple el llenado de las tablas se emplea siguiente la nomenclatura de “Crit” más un número, para identificar cada uno de los criterios. La tabla 26 enlista los criterios considerados.

Tabla 26. Lista de criterios considerados para el método AHP

Lista de criterios	
<b>Crit 1</b>	Mayor cobertura geográfica
<b>Crit 2</b>	Simplicidad de la ruta
<b>Crit 3</b>	Interconectividad de puntos
<b>Crit 4</b>	Desplazamiento más eficiente
<b>Crit 5</b>	Menor afectación al flujo vehicular
<b>Crit 6</b>	Viabilidad de las calles
<b>Crit 7</b>	Menor costo de instalación
<b>Crit 8</b>	Mayor relación Costo-Beneficio

De igual forma la tabla de alternativas, véase tabla 27, está definida por un tipo de abreviatura, para fines de ahorrar espacio y que en las tablas involucradas se pueda identificar sin necesidad de dividir la tabla, y evitar con ello una posible confusión.

Tabla 27. Lista de alternativas para las ciclovías en Orizaba

Lista de alternativas	
<b>Alter 1</b>	Circuito 1
<b>Alter 2</b>	Circuito 2
<b>Alter 3</b>	Eje coordinado, Poniente 7 - Oriente 6 y Norte 5
<b>Alter 4</b>	Eje coordinado, Poniente 7 - Oriente 6 y Madero Norte - Madero Sur
<b>Alter 5</b>	Eje coordinado, Colon Poniente - Colon Oriente y Norte 5
<b>Alter 6</b>	Eje coordinado, Colon Poniente - Colon Oriente y Madero Norte - Madero Sur
<b>Alter 7</b>	Eje coordinado, Poniente 5 - Oriente 4 y Norte 5
<b>Alter 8</b>	Eje coordinado, Poniente 5 - Oriente 4 y Madero Norte - Madero Sur
<b>Alter 9</b>	Combinación circuito 2 y eje coordinado, Colon Poniente - Oriente y Norte 5

La tabla 28 es la esquematización general de como participan las alternativas para la evaluación de los criterios y los criterios para el objetivo general de localización de ciclovía.

Tabla 28. Representación general de los criterios involucrados, siguiendo el método AHP

<b>Localización de la ciclovía</b>							
<b>Mayor cobertura geográfica</b>	Simplicidad de la ruta	Interconectividad de puntos	Desplazamiento más eficiente	Menor afectación al flujo vehicular	Viabilidad de las calles	Menor costo de instalación	Mayor relación Costo-Beneficio
<b>Alternativa 1</b>	Alternativa 1	Alternativa 1	Alternativa 1	Alternativa 1	Alternativa 1	Alternativa 1	Alternativa 1
<b>Alternativa 2</b>	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 2	Alternativa 2
<b>Alternativa 3</b>	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3	Alternativa 3
<b>Alternativa 4</b>	Alternativa 4	Alternativa 4	Alternativa 4	Alternativa 4	Alternativa 4	Alternativa 4	Alternativa 4
<b>Alternativa 5</b>	Alternativa 5	Alternativa 5	Alternativa 5	Alternativa 5	Alternativa 5	Alternativa 5	Alternativa 5
<b>Alternativa 6</b>	Alternativa 6	Alternativa 6	Alternativa 6	Alternativa 6	Alternativa 6	Alternativa 6	Alternativa 6
<b>Alternativa 7</b>	Alternativa 7	Alternativa 7	Alternativa 7	Alternativa 7	Alternativa 7	Alternativa 7	Alternativa 7
<b>Alternativa 8</b>	Alternativa 8	Alternativa 8	Alternativa 8	Alternativa 8	Alternativa 8	Alternativa 8	Alternativa 8
<b>Alternativa 9</b>	Alternativa 9	Alternativa 9	Alternativa 9	Alternativa 9	Alternativa 9	Alternativa 9	Alternativa 9

La tabla 28 resume de manera general como sería el esquema, involucrando las alternativas, los criterios y que juntos pretenden conseguir el objetivo de determinar la ubicación de la ciclovía.

Tabla 29. Proceso AHP, Iteración para el criterio “Mayor cobertura geográfica”

Criterio: Mayor cobertura geográfica																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
<b>Alter 1</b>	1	3	5	5	5	7	5	5	0.33 33	0.18 26	0.33 33	0.31 91	0.27 27	0.18 99	0.21 21	0.23 81	0.21 13	0.11 86	0.2309
<b>Alter 2</b>	0.33 33	1	3	3	3	3	3	3	0.33 33	0.06 09	0.11 11	0.19 15	0.16 36	0.11 39	0.09 09	0.14 29	0.12 68	0.11 86	0.1245
<b>Alter 3</b>	0.2	0.33 33	1	3	3	3	3	3	0.2	0.03 65	0.03 7	0.06 38	0.16 36	0.11 39	0.09 09	0.14 29	0.12 68	0.07 12	0.0941
<b>Alter 4</b>	0.2	0.33 33	0.33 33	1	3	3	3	3	0.2	0.03 65	0.03 7	0.02 13	0.05 45	0.11 39	0.09 09	0.14 29	0.12 68	0.07 12	0.0772
<b>Alter 5</b>	0.2	0.33 33	0.33 33	0.33 33	1	3	0.33 33	0.33 33	0.2	0.03 65	0.03 7	0.02 13	0.01 82	0.03 8	0.09 09	0.01 59	0.01 41	0.07 12	0.0381
<b>Alter 6</b>	0.14 29	0.33 33	0.33 33	0.33 33	0.33 33	1	0.33 33	0.33 33	0.14 29	0.02 61	0.03 7	0.02 13	0.01 82	0.01 27	0.03 03	0.01 59	0.01 41	0.05 08	0.0251
<b>Alter 7</b>	0.2	0.33 33	0.33 33	0.33 33	3	3	1	3	0.2	0.03 65	0.03 7	0.02 13	0.01 82	0.11 39	0.09 09	0.04 76	0.12 68	0.07 12	0.0626
<b>Alter 8</b>	0.2	0.33 33	0.33 33	0.33 33	3	3	0.33 33	1	0.2	0.03 65	0.03 7	0.02 13	0.01 82	0.11 39	0.09 09	0.01 59	0.04 23	0.07 12	0.0497
<b>Alter 9</b>	3	3	5	5	5	7	5	5	1	0.54 78	0.33 33	0.31 91	0.27 27	0.18 99	0.21 21	0.23 81	0.21 13	0.35 59	0.2978
<b>Suma</b>	5.47 62	9	15.6 67	18.3 33	26.3 33	33	21	23.6 67	2.80 95										

En la tabla 29 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Mayor cobertura geográfica**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla, ilustrada en la tabla 31. Para consultar las tablas

adicionales de confrontación de alternativas respecto a los demás criterios mencionados, puede consultar la sección de anexos “Tablas de aplicación del método AHP” o seguir de manera electrónica el siguiente vínculo: [Tablas aplicación AHP](#)

Tabla 30. Proceso AHP, confrontación de criterios, denominada comparación por pares

Matriz de comparación por pares - Criterios																	
	Crit 1	Crit 2	Crit 3	Crit 4	Crit 5	Crit 6	Crit 7	Crit 8	Matriz normalizada							Vector promedio	
Crit 1	1	3	0.3333	0.2	0.2	3	3	0.1429	0.0455	0.1	0.021	0.0112	0.0127	0.2143	0.3571	0.0573	0.1024
Crit 2	0.3333	1	0.2	1	0.2	0.3333	0.2	0.1429	0.0152	0.0333	0.0126	0.056	0.0127	0.0238	0.0238	0.0573	0.0293
Crit 3	3	5	1	0.3333	3	0.3333	0.3333	0.2	0.1364	0.1667	0.063	0.0187	0.1907	0.0238	0.0397	0.0802	0.0899
Crit 4	5	1	3	1	3	0.3333	0.2	0.1429	0.2273	0.0333	0.1891	0.056	0.1907	0.0238	0.0238	0.0573	0.1002
Crit 5	5	5	0.3333	0.3333	1	3	0.3333	0.2	0.2273	0.1667	0.021	0.0187	0.0636	0.2143	0.0397	0.0802	0.1039
Crit 6	0.3333	3	3	3	0.3333	1	0.3333	0.3333	0.0152	0.1	0.1891	0.1679	0.0212	0.0714	0.0397	0.1336	0.0923
Crit 7	0.3333	5	3	5	3	3	1	0.3333	0.0152	0.1667	0.1891	0.2799	0.1907	0.2143	0.119	0.1336	0.1635
Crit 8	7	7	5	7	5	3	3	1	0.3182	0.2333	0.3151	0.3918	0.3178	0.2143	0.3571	0.4008	0.3186
Suma	22	30	15.867	17.867	15.733	14	8.4	2.4952									

Tabla 30, ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan los criterios, respecto al cumplimiento de la localización de la ciclovía, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 31. Proceso AHP, agrupación de los vectores promedios obtenidos en tablas anteriores

	<b>Crit 1</b>	<b>Crit 2</b>	<b>Crit 3</b>	<b>Crit 4</b>	<b>Crit 5</b>	<b>Crit 6</b>	<b>Crit 7</b>	<b>Crit 8</b>	<b>Total</b>
<b>Alter 1</b>	0.2309	0.0310	0.2095	0.2129	0.0383	0.2701	0.0396	0.2179	0.1695
<b>Alter 2</b>	0.1245	0.0496	0.1142	0.1167	0.0509	0.2062	0.0521	0.1237	0.1084
<b>Alter 3</b>	0.0941	0.0701	0.0893	0.0856	0.0747	0.0426	0.0768	0.0855	0.0798
<b>Alter 4</b>	0.0772	0.0983	0.0741	0.0704	0.0977	0.0245	0.0952	0.0704	0.0749
<b>Alter 5</b>	0.0381	0.1882	0.0329	0.0345	0.1849	0.0740	0.1819	0.0345	0.0826
<b>Alter 6</b>	0.0251	0.2478	0.0189	0.0230	0.2683	0.0740	0.2713	0.0216	0.0998
<b>Alter 7</b>	0.0626	0.1364	0.0607	0.0571	0.1199	0.0740	0.1173	0.0571	0.0782
<b>Alter 8</b>	0.0497	0.1651	0.0436	0.0453	0.1476	0.0471	0.1449	0.0452	0.0762
<b>Alter 9</b>	0.2978	0.0135	0.3570	0.3545	0.0176	0.1876	0.0207	0.3439	0.2306
<b>Ponderación</b>	0.1024	0.0293	0.0899	0.1002	0.1039	0.0923	0.1635	0.3186	

En la tabla 31 se agrupa los vectores promedio obtenidos en cada una de las tablas de los criterios, se agrega el vector promedio de manera horizontal de la matriz de criterios, y finalmente se hace la suma producto de la fila Alter 1 \* la fila de Ponderación y obtenemos el total de la Alternativa uno, con ello se puede desarrollar una tabla con los porcentajes, para la identificación de las calificaciones que obtuvieron cada alternativa y cuál sería la idónea.

Tabla 32. Resultados obtenidos por cada alternativa, con el método AHP

Porcentajes de las alternativas	
<b>Alternativa 1</b>	16.95%
<b>Alternativa 2</b>	10.84%
<b>Alternativa 3</b>	7.98%
<b>Alternativa 4</b>	7.49%
<b>Alternativa 5</b>	8.26%
<b>Alternativa 6</b>	9.98%
<b>Alternativa 7</b>	7.82%
<b>Alternativa 8</b>	7.62%
<b>Alternativa 9</b>	23.06%

La tabla 32 es el resumen que la relación de las tres opciones más viables son las siguientes, en orden de primera, segunda y tercera opción: Alternativa 9 con el 23.06%, Alternativa 1 con el 16.95% y Alternativa 2 con el 10.84%.

### 4.2.3 Aplicación del Análisis Costo-Beneficio

Para ello se hará la mención de diversas tablas involucradas para efectuar esta consideración y con ello en cada una de las alternativas, con los diversos factores involucrados. Tabla 33 representa los 11 trazos considerados para la creación de las nueve alternativas propuestas.

Tabla 33. Distancias de los trazos considerados para la ciclovía en Orizaba

Distancia de alternativas o trazos			
Trazo	Descripción	Calles	Extensión en Kilómetros
1	Circuito 1	Oriente 31, Circunvalación, Oriente 6, sur 21, 20 de noviembre, sur 6, Poniente 7, Norte 13	10.90
2	Circuito 2	Oriente 31, Circunvalación, Oriente 6, Poniente 7, Norte 13	9.26
3	Trazo 1 horizontal	Oriente 6, Poniente 7	3.70
4	Trazo 2 horizontal	Colon Poniente, Colon Oriente	2.76
5	Trazo 3 horizontal	Poniente 5, Oriente 4	3.10
6	Trazo 1 Vertical	Norte 5, Norte 3, Sur 2, Poniente 7, Madero sur	2.28
7	Trazo 2 Vertical	Madero Norte, Madero Sur	2.15
8	Trazo 4 horizontal	Oriente 6, sur 21, 20 nov., sur 6, poniente 7	4.79
9	Trazo 3 vertical	Sur 16 - Norte 13	2.10
10	Trazo 5 horizontal	Poniente 30 - Oriente 31	1.39
11	Trazo 4 vertical	Cri-Cri	2.66

\* Los costos promedio por kilómetro son un supuesto, ya que depende de un proceso de licitación que debe ser realizado por el municipio, para fines ilustrativos las cantidades expresadas fueron obtenidas de hacer un comparativo de diez ciclovías realizadas en la república mexicana, donde se descarta el valor máximo y el valor mínimo, para proceder con la determinación del promedio de las cantidades involucradas. Puede consultar la sección de anexos “Comparativo costos ciclovías” o seguir el enlace determinación de costo: Costos ciclovías.

La tabla 34 es el comparativo de costos promedios de las alternativas propuestas.

Tabla 34. Comparativo de costos de cada una de las alternativas, de acuerdo a la extensión

Costo Promedio por km de ciclovía *					\$5,757,024.08
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
<b>Combinación</b>	Circuito 1	Circuito 2	Eje coordinado, Poniente 7 - Oriente 6 y Norte 5	Eje coordinado, Poniente 7 - Oriente 6 y Madero Norte - Madero Sur	Eje coordinado, Colon Poniente - Colon Oriente y Norte 5
<b>Extensión en kilómetros</b>	10.9	9.26	5.98	5.85	5.04
<b>Costo uní o bidireccional</b>	\$62,751,562.42	\$53,310,042.94	\$34,427,003.97	\$33,678,590.84	\$29,015,401.34
<b>Costo doble ciclo carril</b>	\$125,503,124.85	\$106,620,085.88	\$68,854,007.94	\$67,357,181.68	\$58,030,802.68
	Alternativa 6	alternativa 7	Alternativa 8	Alternativa 9	
<b>Combinación</b>	Eje coordinado, Colon Poniente - Colon Oriente y Madero Norte - Madero Sur	Eje coordinado, Poniente 5 - Oriente 4 y Norte 5	Eje coordinado, Poniente 5 - Oriente 4 y Madero Norte - Madero Sur	Combinación circuito 2 y eje coordinado, Colon Poniente - Oriente y Norte 5	
<b>Extensión en kilómetros</b>	4.91	5.38	5.25	14.30	
<b>Costo uní o bidireccional</b>	\$28,266,988.21	\$30,972,789.53	\$30,224,376.40	\$82,325,444.28	
<b>Costo doble ciclo carril</b>	\$56,533,976.42	\$61,945,579.05	\$60,448,752.79	\$164,650,888.56	

Los costos expresados en la tabla 35 de los combustibles fueron tomados al mes de diciembre del año 2016, los cuales son susceptibles de sufrir incremento por parte de la liberación de precios del gobierno federal.

Tabla 35. Precios de los hidrocarburos

<b>Precio del litro de combustible</b>	
Precio de Gasolina magna	\$ 13.98
Precio de Gasolina premium	\$ 14.81
Precio del Diésel	\$ 14.63

La tabla 36 expresa el costo monetario para poder realizar en cada una de las alternativas de transporte, dicho costo es erogado por el propietario o el prestador del servicio.

Tabla 36. Costos de llenar el tanque de combustible y emisiones emitidas de CO2

<b>Rubro</b>	<b>Categoría de movilidad</b>				
	Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
<b>Capacidad en litros del tanque de combustible</b>	-	204	82	41	32
<b>Emisiones de CO2: g/km</b>	900gr al día	129	260	224	140
<b>Gasto de combustible por tanque lleno</b>	-	\$2,984.52	\$1,214.42	\$573.18	\$447.36

La tabla 37 expresa las emisiones de CO2 efectuadas por cada una de las alternativas empleadas para realizar el desplazamiento, donde al efectuarse el recorrido por cada una de las alternativas, se obtiene en base a su longitud, la emisión total de CO2.

Tabla 37. Emisiones de CO2 liberadas, liberadas al efectuar el recorrido completo en cada alternativa

		Emisiones de CO2 por tipo de desplazamiento					
		Extensión en km	Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l ó mas
<b>Numero de alternativa</b>	1	10.9	900gr al día	1406.1	2834	2441.6	1526
	2	9.26	900gr al día	1194.54	2407.6	2074.24	1296.4
	3	5.98	900gr al día	771.42	1554.8	1339.52	837.2
	4	5.85	900gr al día	754.65	1521	1310.4	819
	5	5.04	900gr al día	650.16	1310.4	1128.96	705.6
	6	4.91	900gr al día	633.39	1276.6	1099.84	687.4
	7	5.38	900gr al día	694.02	1398.8	1205.12	753.2
	8	5.25	900gr al día	677.25	1365	1176	735
	9	10.43	900gr al día	1844.7	3718	3203.2	2002

La tabla 38, tabla 39 y figura 23, están relacionados en cuestión del análisis Costo-Beneficio, para la alternativa 1, para consulta de los resultados de las demás alternativas, puede ir a la sección de anexos o seguir el enlace que se encuentra al final de la tabla 39.



## **4.3 Análisis de costos, impacto ambiental y salud**

Este subtema busca abordar la parte de la importancia del análisis de costo, tomando en consideración el impacto ambiental y como estos repercuten en la variable salud.

### **4.3.1 Análisis de costos**

El análisis de costos es un factor importante en un proyecto, ya que se puede asumir como el proceso de identificar los recursos indispensables para llevar a cabo el proyecto, las variables que son necesarias considerar, los actores que llevaran a cabo dichas acciones y el tiempo que se requiere para su elaboración; todo esto en cuestión de calidad y cantidad. Permite una valoración del proyecto y con ello permite determinar si el proyecto es viable o no.

### **4.3.2 Impacto ambiental**

El impacto ambiental no es algo nuevo o que esté de moda hoy en día, es el efecto que se provoca por las actividades del ser humano sobre el medio ambiente, desde un nuevo asentamiento poblacional, la explotación de mantos acuíferos, el cambio de uso de suelo a pastoreo o agricultura, el trazado de una nueva vía de comunicación entre otros diversos sucesos. Donde se refiere a las alteraciones que se efectúan al medio ambiente, influyen en las condiciones habituales del entorno, además que pueden ser resultados directos o indirectos del proyecto.

### **4.3.3 Salud**

La salud se considera el estado en que un organismo o ser vivo no tiene afectaciones o lesiones, además de no padecer ninguna enfermedad, ejerciendo con normalidad todas sus funciones vitales. Según definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) define la salud como el estado de completo bienestar físico, mental y social. Además, que destaca temas de la salud como: ambiental y mental, que tienen impacto en este proyecto.

#### 4.4 Determinación para la implementación de la ciclovía en Orizaba

Después de las pruebas hechas en las corridas de simulación y con las distintas alternativas propuestas para la implementación de la ciclovía en Orizaba, se determina un ranking de propuestas, considerando cinco alternativas horizontales y 5 verticales las más viables, esto por determinación de los resultados de las 30 corridas de los modelos de simulación, para la evaluación de las alternativas horizontales y verticales.

Cabe mencionar que por el análisis costo-beneficio, bajo las primeras 9 alternativas, los resultados se exponen en la tabla 40.

Tabla 40. Priorización de alternativas propuestas

Alternativa	Método de evaluación		
	Factores ponderados	AHP	Análisis costo beneficio
1	6.65	0.1695	2
2	6.2	0.1084	1
3	5.2	0.0798	7
4	4.5	0.0749	5
5	5.75	0.0826	4
6	5.6	0.0998	6
7	5.75	0.0782	8
8	5.55	0.0762	9
9	7.1	0.2306	3

Primera opción

Segunda opción

Tercera opción



La figuras 24 y 25 son representaciones de las 30 replicaciones efectuadas en los modelos de simulación, donde la figura 24, ilustra el transito tentativo de ciclistas en la alternativa horizontal 1, de igual manera la figura 25, ilustra el transito tentativo de ciclistas para la alternativa vertical 1.

evaaltermulhor.rdb - Output Viewer 3DR

File View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - All Reps)

General Locations Location States Multi Failed Arrivals Entity Activity Entity States

EvaAlterMulHor.MOD (Normal Run - All Reps)

Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
AlHor01	1	2.00	999999.00	138.00	9.03	10.38	17.00	10.00	0.00
AlHor01	2	2.00	999999.00	93.00	8.99	6.97	15.00	7.00	0.00
AlHor01	3	2.00	999999.00	119.00	8.80	8.73	18.00	13.00	0.00
AlHor01	4	2.00	999999.00	107.00	8.89	7.93	15.00	9.00	0.00
AlHor01	5	2.00	999999.00	113.00	9.07	8.55	19.00	9.00	0.00
AlHor01	6	2.00	999999.00	111.00	8.65	8.00	14.00	13.00	0.00
AlHor01	7	2.00	999999.00	108.00	8.98	8.08	19.00	12.00	0.00
AlHor01	8	2.00	999999.00	100.00	8.91	7.43	15.00	9.00	0.00
AlHor01	9	2.00	999999.00	121.00	8.88	8.96	16.00	10.00	0.00
AlHor01	10	2.00	999999.00	104.00	8.95	7.76	17.00	8.00	0.00
AlHor01	11	2.00	999999.00	109.00	9.13	8.29	14.00	7.00	0.00
AlHor01	12	2.00	999999.00	118.00	8.81	8.66	14.00	13.00	0.00
AlHor01	13	2.00	999999.00	105.00	8.92	7.80	17.00	10.00	0.00
AlHor01	14	2.00	999999.00	102.00	9.07	7.71	14.00	6.00	0.00
AlHor01	15	2.00	999999.00	130.00	8.91	9.66	19.00	13.00	0.00
AlHor01	16	2.00	999999.00	100.00	9.10	7.59	15.00	7.00	0.00
AlHor01	17	2.00	999999.00	87.00	8.70	6.31	13.00	10.00	0.00
AlHor01	18	2.00	999999.00	95.00	8.72	6.90	15.00	11.00	0.00
AlHor01	19	2.00	999999.00	117.00	8.66	8.44	14.00	13.00	0.00
AlHor01	20	2.00	999999.00	114.00	9.11	8.65	15.00	7.00	0.00
AlHor01	21	2.00	999999.00	104.00	8.93	7.74	17.00	7.00	0.00
AlHor01	22	2.00	999999.00	108.00	8.89	8.00	14.00	9.00	0.00
AlHor01	23	2.00	999999.00	119.00	8.95	8.88	17.00	13.00	0.00
AlHor01	24	2.00	999999.00	107.00	9.21	8.21	13.00	4.00	0.00
AlHor01	25	2.00	999999.00	113.00	9.04	8.51	18.00	9.00	0.00
AlHor01	26	2.00	999999.00	114.00	8.86	8.41	20.00	10.00	0.00
AlHor01	27	2.00	999999.00	119.00	8.87	8.80	22.00	13.00	0.00
AlHor01	28	2.00	999999.00	108.00	9.03	8.13	16.00	7.00	0.00
AlHor01	29	2.00	999999.00	115.00	9.04	8.66	17.00	7.00	0.00
AlHor01	30	2.00	999999.00	98.00	9.06	7.40	13.00	6.00	0.00

Figura 24 Resultados de la simulación de la alternativa horizontal 1, efectuadas 30 replications

evaaltermulver.rdb - Output Viewer 3DR

File View Tools Window Help

Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - All Reps)

General Locations Location States Multi Failed Arrivals Entity Activity Entity States

EvaAlterMulVer.MOD (Normal Run - All Reps)

Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
AlVer01	1	2.00	999999.00	189.00	13.19	20.78	36.00	27.00	0.00
AlVer01	2	2.00	999999.00	208.00	12.99	22.63	35.00	29.00	0.00
AlVer01	3	2.00	999999.00	168.00	13.11	18.46	31.00	23.00	0.00
AlVer01	4	2.00	999999.00	167.00	13.01	18.11	29.00	19.00	0.00
AlVer01	5	2.00	999999.00	187.00	13.16	20.51	35.00	20.00	0.00
AlVer01	6	2.00	999999.00	181.00	13.17	19.86	35.00	22.00	0.00
AlVer01	7	2.00	999999.00	199.00	13.28	22.02	40.00	22.00	0.00
AlVer01	8	2.00	999999.00	205.00	13.33	22.78	43.00	24.00	0.00
AlVer01	9	2.00	999999.00	198.00	12.54	20.69	41.00	35.00	0.00
AlVer01	10	2.00	999999.00	207.00	13.32	22.98	39.00	17.00	0.00
AlVer01	11	2.00	999999.00	199.00	13.18	21.86	35.00	23.00	0.00
AlVer01	12	2.00	999999.00	200.00	12.88	21.47	39.00	33.00	0.00
AlVer01	13	2.00	999999.00	174.00	13.44	19.48	32.00	14.00	0.00
AlVer01	14	2.00	999999.00	191.00	13.25	21.09	30.00	20.00	0.00
AlVer01	15	2.00	999999.00	186.00	12.99	20.13	32.00	26.00	0.00
AlVer01	16	2.00	999999.00	180.00	13.11	19.67	34.00	21.00	0.00
AlVer01	17	2.00	999999.00	194.00	13.12	21.21	35.00	26.00	0.00
AlVer01	18	2.00	999999.00	180.00	12.99	19.48	35.00	29.00	0.00
AlVer01	19	2.00	999999.00	162.00	13.28	17.93	27.00	20.00	0.00
AlVer01	20	2.00	999999.00	178.00	13.13	19.47	31.00	19.00	0.00
AlVer01	21	2.00	999999.00	172.00	12.99	18.61	34.00	20.00	0.00
AlVer01	22	2.00	999999.00	201.00	13.21	22.13	36.00	27.00	0.00
AlVer01	23	2.00	999999.00	177.00	13.27	19.57	36.00	15.00	0.00
AlVer01	24	2.00	999999.00	172.00	13.43	19.25	32.00	13.00	0.00
AlVer01	25	2.00	999999.00	183.00	13.71	20.91	34.00	12.00	0.00
AlVer01	26	2.00	999999.00	189.00	13.47	21.22	31.00	14.00	0.00
AlVer01	27	2.00	999999.00	177.00	13.34	19.68	31.00	22.00	0.00
AlVer01	28	2.00	999999.00	212.00	13.16	23.24	40.00	29.00	0.00
AlVer01	29	2.00	999999.00	177.00	13.19	19.45	33.00	22.00	0.00
AlVer01	30	2.00	999999.00	195.00	13.38	21.74	34.00	24.00	0.00

Figura 25. Resultados de la simulación de la alternativa vertical 1, efectuadas 30 replications

En las figuras 26 y 27, se ilustra el resultado promedio de las 30 replicaciones, para cada una de las alternativas evaluadas en los modelos de simulación, tanto para las alternativas horizontales y verticales respectivamente.

EvaAlterMulHor.MOD (Normal Run - Avg. Reps)								
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
AlH01	2.00	999999.00	109.87	8.94	8.18	16.07	9.40	0.00
AlH02	2.00	999999.00	202.87	15.95	26.97	40.97	26.23	0.00
AlH03	2.00	999999.00	146.37	16.62	20.27	31.97	21.93	0.00
AlH04	2.00	999999.00	124.10	16.92	17.50	27.80	19.30	0.00
AlH05	2.00	999999.00	113.53	20.12	19.04	30.20	21.10	0.00
AlH06	2.00	999999.00	123.20	18.81	19.32	30.83	21.17	0.00
AlH07	2.00	999999.00	253.60	19.10	40.37	56.47	44.60	0.00
AlH08	2.00	999999.00	219.77	14.11	25.84	40.17	27.17	0.00
AlV01	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV02	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV03	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV04	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV05	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV06	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV07	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Figura 26. Resultados promedios para cada una de las alternativas horizontales, después de las 30 replicaciones

EvaAlterMulVer.MOD (Normal Run - Avg. Reps)								
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
AlH01	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH02	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH03	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH04	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH05	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH06	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH07	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlH08	2.00	999999.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AlV01	2.00	999999.00	187.00	13.19	20.55	34.50	22.23	0.00
AlV02	2.00	999999.00	261.50	24.20	52.74	75.70	58.87	0.01
AlV03	2.00	999999.00	173.13	17.93	25.86	39.23	26.97	0.00
AlV04	2.00	999999.00	324.13	24.42	65.98	91.73	72.97	0.01
AlV05	2.00	999999.00	212.10	22.19	39.22	57.73	44.10	0.00
AlV06	2.00	999999.00	123.37	16.36	16.79	27.30	19.03	0.00
AlV07	2.00	999999.00	125.00	31.65	33.00	50.20	38.73	0.00

Figura 27. Resultados promedios para cada una de las alternativas verticales, después de las 30 replicaciones

En la tabla 41, se ilustra el ranking de las 5 alternativas con mayor puntaje obtenido en la simulación, el cual se evidencio en la figura 26.

<b>Alternativa</b>	<b># de ciclistas</b>
AltHor02	202.87
AltHor03	146.37
AltHor04	124.10
AltHor07	253.60
AltHor08	219.77

Tabla 41. Ranking de las 5 alternativas horizontales más altas

En la tabla 42, se ilustra el ranking de las 5 alternativas con mayor puntaje obtenido en la simulación, el cual se evidencio en la figura 27.

<b>Alternativa</b>	<b># de ciclistas</b>
AltVer01	187.00
AltVer02	261.50
AltVer03	173.10
AltVer04	324.13
AltVer05	212.10

Tabla 42. Ranking de las 5 alternativas verticales más altas

Considerando tres alternativas horizontales y tres alternativas verticales, ambas con el mayor puntaje, la ciclovía quedaría conformada de las siguientes alternativas ilustradas en la tabla 43.

<b>Alternativa</b>	<b># de ciclistas</b>
<b>AltHor02</b>	202.87
<b>AltHor07</b>	253.6
<b>AltHor08</b>	219.77
<b>AltVer02</b>	261.50
<b>AltVer04</b>	324.13
<b>AltVer05</b>	212.10

Tabla 43. Lista de las alternativas consideradas para la implementación de la ciclovía en Orizaba

La figura 28 ilustra cómo quedan las rutas de la ciclovía en Orizaba, de acuerdo a lo determinado en la tabla 43.



Figura 28. Mapa con las rutas establecidas después del proceso de simulación

#### 4.5 Ruta recreativa actualmente establecida

Actualmente en la ciudad de Orizaba, se tiene una ruta ya establecida con fines recreativos y de convivencia, donde miembros de la comunidad: “Orizaba en bicicleta por la salud y medio ambiente”; los cuales organizan el recorrido que se efectúa por calles y avenidas principales de la ciudad. Dicha ruta sigue los sentidos establecidos de circulación, por lo cual no se presenta una circulación a contra flujo, evitando un posible accidente. Los recorridos son escoltados al inicio y al final de la caravana por autoridades de Tránsito Municipal de

Orizaba, pudiendo ser moto patrulleros y/o patrullas. Las características del recorrido recreativo son las siguientes:

- a) Distancia: 9.51km
- b) Punto de salida y llegada: Av. Poniente 3, a un costado de la Alameda Francisco Gabilondo Soler “Cri-Cri”
- c) Indicaciones de circulación para la ruta recreativa:
  1. Circulando por Colon poniente, hasta llegar a la calle Fco I. Madero y dar vuelta la izquierda
  2. Continuar por la calle Fco I. Madero, hasta llegar a la Ave. Poniente8-Oriente 9 y dar vuelta a la izquierda
  3. Efectuar la circulación por Ave. Poniente 8, hasta llegar a la calle Norte 5 y girar a la derecha
  4. Continuar por calle Norte 5 hasta llegar a la Ave. Poniente 30, debiendo girar a la derecha
  5. Seguir por la Ave. Poniente 30-Oriente 31 (Ave. Cri-Cri) hasta llegar a Circunvalación (Ave. Cri-Cri), debiendo girar a la derecha
  6. Continuar por Ave. Circunvalación (Ave. Cri-Cri) hasta llegar a la glorieta que conecta Circunvalación, con la calle Sur 43 (ambas consideradas como Ave. Cri-Cri)
  7. Efectuar el desplazamiento por calle Sur 43 (Ave. Cri-Cri) hasta llegar a la Ave. Oriente 6, dando vuelta a la derecha
  8. Continuar por Ave. Oriente 6 hasta llegar a la calle Fco I, Madero Sur, donde cambia de nombre la Ave. Oriente 6 a Poniente 7, siguiendo el mismo desplazamiento hasta la calle Sur 12, dando vuelta a la derecha
  9. Seguir la circulación de calle Sur 12 hasta llegar a la Ave. Poniente 3, debiendo girar a la izquierda
  10. En la Ave. Poniente 3 continuar el desplazamiento, e ingresar a la Alameda Francisco Gabilondo Soler “Cri-Cri”,

Dicho recorrido se ilustra en la figura 29, la cual ejemplifica la ruta descrita con anterioridad.

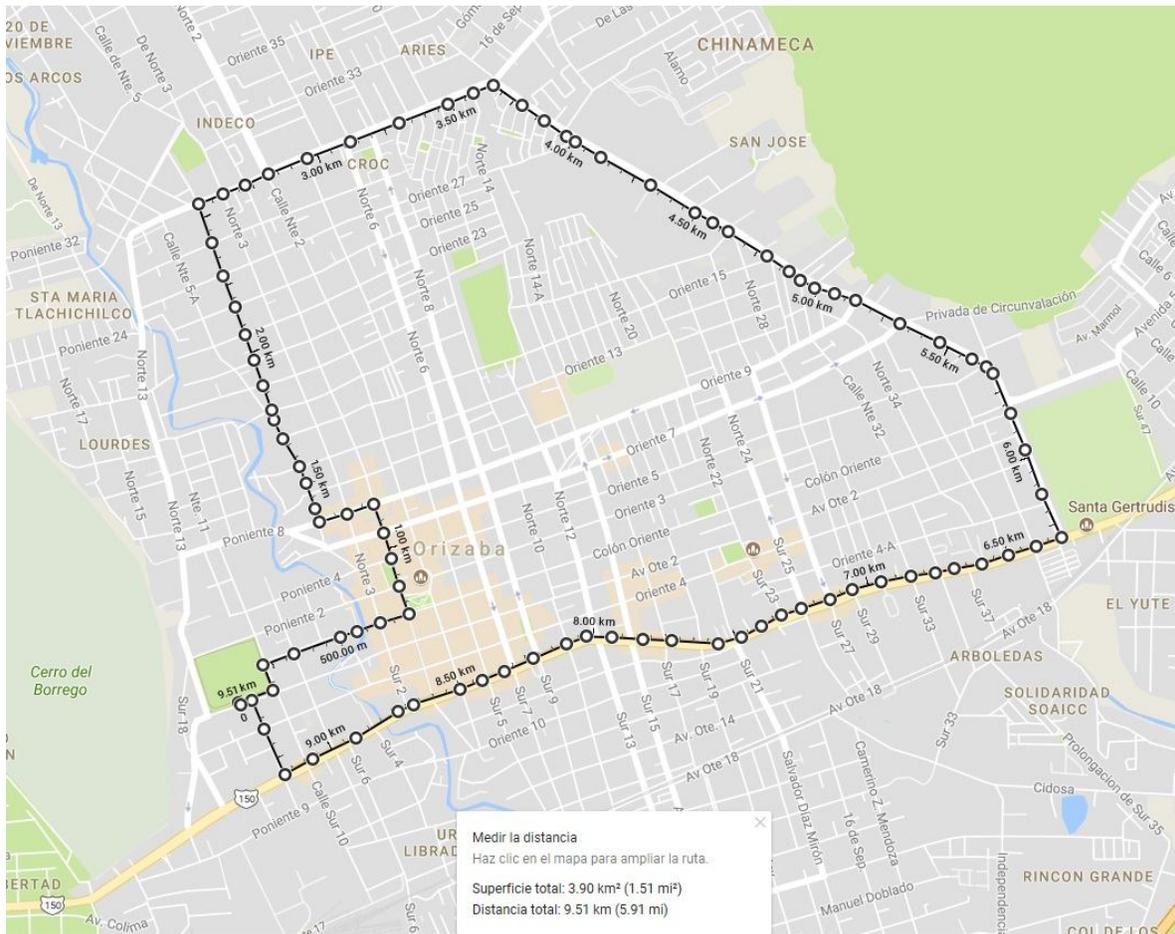


Figura 29. Mapa de la ruta recreativa

Además como material adicional se ilustran datos generales de 13 recorridos monitoreados en el periodo de septiembre de 2016 a agosto de 2017; los cuales son analizados en el subtema 4.5.1, destacando la participación de ambos géneros, la comunidad ciclista compuesta por niños, adolescentes y adultos.

#### 4.5.1 Análisis de los datos del recorrido recreativo ciclista

La tabla 41, ilustra de manera general los datos más relevantes de los recorridos recreativos ciclistas que se efectúan cada viernes, y cuyo punto de reunión es la Alameda Francisco Gabilondo Soler “Cri-Cri” a las 20:00 horas.

Tabla 44. Datos concentrados del monitoreo del recorrido recreativo ciclista

<b>Datos Generales de recorridos recreativos</b>		
Recorridos monitoreados	13	
Tiempo promedio de recorrido	82 minutos	
Promedio de participantes	117	
Siendo la siguiente proporción		
Hombres	85	72.65%
Mujeres	32	27.35%

Los recorridos recreativos ciclistas monitoreados, se detallan en la tabla 42, la cual está compuesta por número de monitoreo, fecha del recorrido y número de ciclistas participantes.

Tabla 45. Monitoreos efectuados de septiembre 2016 a agosto 2017

<b>Monitoreo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Ciclistas</b>
1	30/09/2016	140
2	07/10/2016	116
3	14/10/2016	82
4	28/10/2016	126
5	25/11/2016	78
6	16/12/2016	89
7	20/01/2017	71
8	17/03/2017	149
9	28/04/2017	162
10	19/05/2017	138
11	09/06/2017	117
12	29/07/2017	136
13	04/08/2017	116

La tabla 43, ilustra datos descriptivos correspondientes al recorrido recreativo ciclista del viernes 30 de septiembre de 2016, el cual detalla el número de ciclistas, cuantos fueron hombres y mujeres, hora de salida y llegada, terminando con la duración del recorrido. Para conocer los detalles de los otros monitoreos adicionales, puede consultar en anexos, el documento “Concentrado de estadísticas Recorridos Recreativos Viernes” o seguir el siguiente enlace al documento electrónico: [Registro bicicletas Viernes Recreativo](#).

Tabla 46. Datos del monitoreo ciclista recreativo del 30 de septiembre de 2016

<b>Recorrido Recreativo Viernes</b>	
Datos del día viernes 30/9/16	Porcentajes

Total	140	100%
Hombres	91	65.00%
Mujeres	49	35.00%
Hora salida	20:19	
Hora llegada	21:39	
Tiempo del recorrido	01:20	
tiempo en minutos	80	

Con los datos antes mencionado se realizó el análisis estadístico de los datos, los cuales se detallan para su conocimiento y comprensión, con el objetivo de determinar a que distribución de probabilidad corresponden, siendo la respuesta una distribución uniforme, los cuales se exponen en la tabla 44.

Tabla 47. Resultados del análisis estadístico de los datos con Auto Fit, funcionalidad de Stat::Fit

Numero de datos analizados			13
	Distribución de probabilidad	Rango	Aceptación
Uniforme	(71., 162)	100	No rechazar
Lognormal	(71., 3.68, 0.786)	19.9	No rechazar

Para consultar la hoja de resultados emitida por la aplicación Stat::Fit, puede ir a la sección de anexos “Reporte Auto::Fit of Distributions”, o seguir el siguiente vinculo al documento electrónico: [Estadísticas Recreativa](#).

Además se puede consultar el documento emitido por Stat::Fit denominado “goodness of fit” en anexos o seguir el vínculo al documento electrónico al final de este párrafo; el cual detalla el procedimiento y aplicación de las pruebas estadísticas con los parámetros de Kolmogorov Smirnov y Anderson Darling, para las distribuciones Lognormal y Uniforme. [Estadísticas Recreativas1](#)

#### 4.5.2 Aplicación de la simulación en la ruta recreativa ciclista

De manera similar a como se evaluaron las alternativas propuestas y se realizó el modelo de simulación de cada una de ellas, se hizo el mismo seguimiento con la ruta recreativa ciclista actualmente establecida, el layout se ilustra en la figura 30.

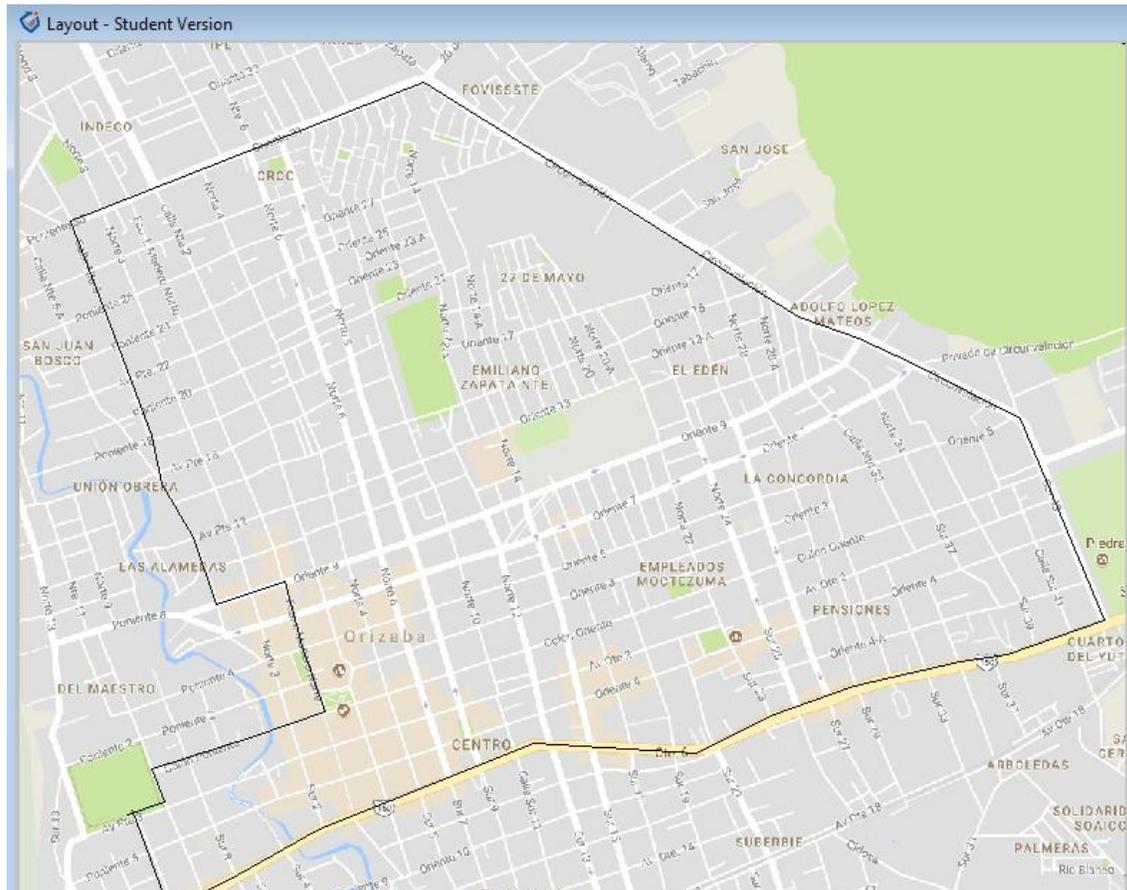


Figura 30. Layout de la ruta recreativa ciclista actualmente establecida

Al realizar el procedimiento de simulación, se obtienen los siguientes resultados que son similares al comportamiento habitual de los ciclistas que tienen en el recorrido recreativo de cada viernes, los cuales son representados en la figura 31.

RutaRecreativa.MOD (Normal Run - All Reps)										
Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
RutaRecreativa	1	2.00	999999.00	91.00	20.31	15.40	26.00	21.00	0.00	
RutaRecreativa	2	2.00	999999.00	77.00	21.31	13.67	22.00	12.00	0.00	
RutaRecreativa	3	2.00	999999.00	82.00	20.64	14.10	22.00	14.00	0.00	
RutaRecreativa	4	2.00	999999.00	81.00	21.02	14.19	20.00	13.00	0.00	
RutaRecreativa	5	2.00	999999.00	80.00	20.94	13.96	24.00	13.00	0.00	
RutaRecreativa	6	2.00	999999.00	89.00	20.63	15.30	24.00	17.00	0.00	
RutaRecreativa	7	2.00	999999.00	73.00	20.76	12.63	21.00	16.00	0.00	
RutaRecreativa	8	2.00	999999.00	85.00	20.84	14.76	22.00	16.00	0.00	
RutaRecreativa	9	2.00	999999.00	105.00	20.09	17.58	27.00	21.00	0.00	
RutaRecreativa	10	2.00	999999.00	71.00	20.27	11.99	17.00	13.00	0.00	
RutaRecreativa	11	2.00	999999.00	82.00	20.73	14.17	26.00	17.00	0.00	
RutaRecreativa	12	2.00	999999.00	80.00	19.08	12.72	21.00	20.00	0.00	
RutaRecreativa	13	2.00	999999.00	90.00	20.31	15.23	26.00	22.00	0.00	
RutaRecreativa	14	2.00	999999.00	84.00	20.22	14.16	21.00	16.00	0.00	
RutaRecreativa	15	2.00	999999.00	98.00	20.22	16.51	25.00	23.00	0.00	

Figura 31. Resultados obtenidos del proceso de simulación, después de efectuar 15 replicas

Después de realizar el proceso de simulación, se puede concluir que en los recorridos el número mínimo de asistentes es de 71, pero en la mayoría de los casos el rango de asistentes es de 80 a 98 en su mayoría, pudiendo llegar a 105, aunque pueden ser mayores pero en contados casos.

Es necesario precisar, que en el modelo de simulación en las unidades de simulación, se cambio de minutos a segundos, para que correspondiera con los valores tomados y analizados para la determinación de la distribución estadística, con dicho cambio se obtiene un comportamiento similar a lo registrado durante la etapa de monitoreo.

## Conclusiones generales

Los resultados demuestran la necesidad de contar con espacios dedicados para el tráfico ciclista en Orizaba, siendo beneficiados los usuarios de la bicicleta, ya que les brinda la seguridad que requieren para hacer sus desplazamientos, además que hace más eficiente la circulación, potencializando el uso de la bicicleta a mayor número de personas. Disminuir la incidencia de percances, ya que, al compartir el mismo espacio ciclistas y automovilistas, aumenta el riesgo de accidentes; pero teniendo debidamente especificados sus espacios de circulación para ambos usuarios disminuye la tasa de accidentes.

Se evidencia que no es necesario un circuito de manera inicial, ya que el delimitar ciertas avenidas y calles donde el tráfico ciclista es mayor, se atiende la necesidad de brindar espacios delimitados, reduciendo el costo de la inversión y potencializando al máximo el alcance de la ciclo vía en Orizaba.

En el ámbito ecológico es importante la poca emisión de contaminantes, reducida solo a las emisiones de CO<sub>2</sub> del proceso biológico de la respiración, por parte de los usuarios de las bicicletas. El tener un espacio dedicado, permite la masificación de este medio de transporte no motorizado y potencializa su uso, ya que la circulación se hace en un espacio confinado, teniendo la garantía y seguridad en su uso.

La simulación es una herramienta que permite resolver diversos problemas, en distintos contextos, y fue de gran ayuda en el estudio de este proyecto de tesis, ya que permitió el análisis de alternativas, saber el comportamiento de las variables involucradas, y con ello poder determinar alternativas de solución. Conocer y determinar el alcance del proyecto de una ciclo vía en Orizaba.

Debido a las cuestiones que implica la colaboración con autoridades municipales, el procedimiento implicado para la realización de pruebas, adecuaciones y elaboración de espacios requeridos para la funcionalidad de la ciclo vía, se le dará el seguimiento correspondiente al proyecto, pero como alternativa para no mermar la importancia del mismo

y con sustento documental, se tomó como caso de evaluación la ruta recreativa ciclista, descrita en el capítulo 4, subtema 4.5; el cual demuestra la participación de grupo de ciclistas que participan, disfrutan y apoyan este tipo de movilidad, la incidencia de mayor o menor número de usuarios está directamente relacionada con las condiciones climatológicas de la ciudad, ya que al haber lluvias, se ve mermada la asistencia o en su defecto se cancela el recorrido. Por el contrario en condiciones calurosas o estables, la participación es importante, demostrando la disponibilidad de los habitantes por participar, contando con los aditamentos indispensables para un seguro y efectivo recorrido ciclista.

Este trabajo puede ser base de futuras investigaciones, donde se desee ampliar el proyecto o bien replicarlo en otros municipios del estado de Veracruz y seguramente en otros estados de la República Mexicana, tomando en consideración las variables involucradas en su contexto de aplicación.

Se dará seguimiento a la implementación de la ciclovía, ya que en la administración del Lic. Juan Manuel Diez Francos, no se pudo concretar, se tiene contacto con el candidato electo el Lic. Igor Fidel Roji López, y que entra en funciones el 1 de diciembre de 2017, cuyo periodo de gobierno es del 1 de diciembre de 2017 al 30 de noviembre de 2020; durante este periodo se estará dando seguimiento para su implementación, empezando por una campaña de concientización y promoción de la bicicleta como medio de movilidad no motorizada.

El resultado de un proyecto es directamente proporcional al esfuerzo realizado, y la participación de todas las partes involucradas, dejando como evidencia que los proyectos sociales contribuyen en el bienestar de los involucrados e indirectamente benefician a la población que no participó directamente en el proyecto, siendo además incubadora de proyectos que se alimentan del proyecto original.

## Bibliografía

- AConvivir. (2014). *Violencia Vial*. Obtenido de A Convivir : <http://www.aconvivir.org/contenido/violencia-vial/>
- Averos Núñez, M. V. (2010). *Propuesta de diseño y factibilidad de una ciclovía en Guayaquil como una alternativa de transporte recreacional*. Guayaquil, Ecuador: Escuela superior politécnica del litoral.
- Azarang R, M., & Garcia Duna, E. (1996). *Simulación y Análisis de modelos estocásticos*. México : Mc. Graw Hill.
- Bahamón Gonzalez, E. A. (2010). *Plan de negocios para implementar un sistema de ciclo parqueaderos para los usuarios de Transmilenio*. Bogota D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- BICIHOMÉ. (2015). *Los 10 accidentes en bici urbana mas comunes y como evitarlos*. Obtenido de Bici Home: <http://bicihome.com/los-10-accidentes-en-bici-urbana-mas-comunes-y-como-evitarlos/>
- Bicitekas. (s.f.). *Ciclovía Ciudad de México, Parque Lineal FC a Cuernavaca, Plan de manejo*. Mexico.
- Blazquez, A. (2008-2016). *El cicloférico*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Experiencias unicas en León, Guanajuato: <http://www.descubre-leon.com/atracciones/experiencias/cicloferico.htm>
- Cabrera Agila, V. M. (2015). *Estudio y diseño de la ciclovía Ballenita - San pablo, para recreación y bienestar de los usuarios de la provincia de Santa Elena*. Quito, Ecuador: 2015.
- Carreon Garcia, A., Martinez Monterrubio, A., & Treviño Theesz, X. (2011). *Manual del ciclista urbano de la Ciudad de Mexico*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Ecobici: <https://www.ecobici.df.gob.mx/sites/default/files/pdf/manual-del-ciclista.pdf>
- CDMX. (s.f.). *Sistema de Transporte Individual*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Ciudad de Mexico: <https://www.ecobici.df.gob.mx/>
- Cervantes Fernández, J. A. (2010). *La bicicleta como sistema de transporte universitario para la zona UV de Xalapa, Veracruz*. Xalapa Enríquez, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- CicloviasEcuador. (s.f.). *Manual de diseño para infraestructura de ciclovias*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Gobierno de Ecuador: [http://www.cicloviasecuador.gob.ec/biblioteca/doc\\_download/12-manual-de-diseno-para-infraestructura-de-ciclovias-pdf](http://www.cicloviasecuador.gob.ec/biblioteca/doc_download/12-manual-de-diseno-para-infraestructura-de-ciclovias-pdf)
- Ciudad, C. d. (2013). *Proyecto "Haciendo Ciudad" Biciaccion*. Quito: Soboc Grafic.
- CRA. (2009). *Manual para implementar y promocionar la Ciclovía Recreativa*. Recuperado el 14 de Abril de 2016, de Ciclovias Recreativas de las Americas.
- CulturaGuadalajara. (s.f.). *Pedalea Guadalajara*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Cultura, Construcción de comunidad: <http://cultura.guadalajara.gob.mx/?q=pedalea>
- de Almeida Lobo, A., & Herrera Montes, S. (2013). *Estudio de la Reducción de Emisiones y los Co-Beneficios Generados por la Implementación del Programa ECOBICI. (2010, 2011, 2012)*. México DF: ctsEMBARQ México.
- DSLEYEN, S. K. (2009). From Analytical Perspective to Heuristic Approach: Travelling Salesman Problem with Discrete Fuzzy Travel Times. *G.U. Journal of Science*, 267-276.

- El proceso analítico jerárquico (AHP)*. (19 de Febrero de 2014). Obtenido de La decisión con apoyo cuantitativo: <http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/AHP.pdf>
- ESTUDIOS, D. D. (Noviembre de 2010). *Informe Ciclovías y ciclobandas*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Plataforma Urbana Colombia: [http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2015/01/ic\\_3-ciclovias.pdf](http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2015/01/ic_3-ciclovias.pdf)
- EuroTest. (2012). *Sistemas de bicicletas públicas en 40 ciudades europeas*. RACC.
- Financiero, E. (12 de Noviembre de 2014). *Holanda convierte sus ciclovías en 'caminos solares'*. Recuperado el 16 de Abril de 2016, de El Financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/tech/holanda-convierte-sus-ciclovias-en-caminos-solares.html>
- Footprint, C. (2016). *Calculadora de huella de carbono*. Retrieved 2016 йил 16-Abril from <http://calculator.carbonfootprint.com/calculator.aspx?lang=es>
- Fullana Belda, C., & Urquia Grande, E. (2009). Los modelos de simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación. *Encuentros Multidisciplinarios*.
- García Dunna, E., García Reyes, H., & Cardenas Barron, L. E. (2006). *Simulación y Análisis de sistemas con ProModel*. México: Pearson Educación.
- Guillermo, A. (2010). Ubicarte: el poder de los dispositivos GPS. 36-37.
- Herrera Guzmán, J. C. (2005). *Propuesta para la implementación de la bicicleta como medio de transporte y recreación en la Universidad Tecnológica de Pereira*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- INEGI. (2010). *Orizaba, Veracruz de Ingacio de la Llave*. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de México en cifras: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=30>
- ITDP. (2010). *Conteo ciclovía Paseo de Reforma 2010*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Conteos Ciclistas: <http://ciclociudades.mx/conteos-ciclistas/>
- ITDP. (2011). *Conteo 2011: Ciclovía Pase de la Riforma*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Conteos Ciclistas: <http://ciclociudades.mx/conteos-ciclistas/>
- ITDP. (2012). *Conteo Ciclista Reforma 2012*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Conteos Ciclistas: <http://ciclociudades.mx/conteos-ciclistas/>
- ITDP. (2013). *Conteo Ciclistas*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Ciclo ciudades: <http://ciclociudades.mx/conteos-ciclistas/>
- ITDP. (2013). *Otros documentos*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Ciclo Ciudades: <http://ciclociudades.mx/otros-documentos/>
- ITDP. (2013). *Otros documentos*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Ciclo ciudades: <http://ciclociudades.mx/otros-documentos/>
- ITDP. (2013). *Ranking ciclociudades*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de ciclo ciudades: <http://ciclociudades.mx/ranking-ciclociudades/>
- ITDP. (2014). *Ranking ciclociudades*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de ciclo ciudades: <http://ciclociudades.mx/ranking-ciclociudades/>

- ITDP. (2015). *Ranking ciclociudades*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de ciclo ciudades:  
<http://ciclociudades.mx/ranking-ciclociudades/>
- Jarabo Friedrich, F., & Garcia Alvarez, F. (s.f.). *Metodo de los factores ponderados*. Obtenido de campusvirtual Universidad de La Laguna:  
[https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod\\_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf](https://campusvirtual.ull.es/ocw/pluginfile.php/5075/mod_resource/content/1/Problemas/Met-Local-Ponderado-ejemplo.pdf)
- Jorge, F. (2002). *Sistema de Posicionamiento Global*. Heredia Costa Rica.
- Latham, L. (2001). Uso del sistema de posicionamiento global. En *GPS facil*. Paidotribo.
- Lira, N. G. (12 de 06 de 2015). *Reordenara Orizaba rutas del transporte publico*. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de Agencia Imagen del Golfo:  
<http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=41071131>
- Maps, G. (2016). *Orizaba, Veracruz*. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de Google Maps:  
<https://www.google.com.mx/maps/place/Orizaba,+Ver./@18.8579038,-97.1095557,14z/data=!4m5!3m4!1s0x85c502a4c0439f05:0xd83faa836b275780!8m2!3d18.8504744!4d-97.1036396>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tipología de infraestructura ciclista*. Recuperado el 4 de Abril de 2016, de Ciclociudades: <http://ciclociudades.mx/>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tomo I*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Manual ciclociudades:  
<http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tomo II*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Manual Ciclociudades:  
<http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tomo III*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Manual ciclociudades:  
<http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tomo IV*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Manual ciclociudades:  
<http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tomo V*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Ciclo ciudades:  
<http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Mexico, I., & Expertise, I. f. (2011). *Tomo VI*. Recuperado el 1 de Abril de 2016, de Manual ciclociudades:  
<http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>
- Morales Morales, E. (2009). *Uso de la Bicicleta en la Región Metropolitana: Diagnóstico Perspectivas y Desafíos*. Chile: Universidad de Chile.
- Moreno Jimenez, J. M. (2014). *El proceso analítico jerárquico (AHP)*. Obtenido de Universidad de Zaragoza.
- OMS. (2017). *Temas de salud*. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud:  
[http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
- Orizaba, H. A. (2014-2016). *Orizaba Ciudad de las aguas alegres*. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de Orizaba Travel: <http://www.orizaba.travel/>

- Pastor Humpiri, E. M. (2009). *Uso de bicicletas como transporte urbano seguro. Caso Surco*. Lima, Peru: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- planpeatonalciclista.com. (30 de Abril de 2014). *Plan maestro de movilidad urbana no motorizada del area metropolitana de Guadalajara*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Manual de lineamientos y estándares para vías peatonales y ciclovías: [http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-30\\_11-58-2398469.pdf](http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-30_11-58-2398469.pdf)
- Pozos, A. (2000). *Sistema de posicionamiento global (gps): Descripción, análisis de errores y aplicaciones y futuro*. Arganda Madrid.
- PueblaGov. (14 de Junio de 2016). *Movilidad Sustentable*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Paseos Seguros: <http://pueblacapital.gob.mx/temas/movilidad-sustentable/364-movilidad-sustentable/3840-paseos-seguros-usa-la-bicicleta>
- Ramírez González, D. E. (2013). *Propuesta de circuitos para bicicletas y diseño de ciclovía en el municipio bolivariano libertador*. Sartenejas: Universidad Simón Bolívar.
- Reacciona\_por\_la\_vida. (2015). *Costo Economico*. Obtenido de Reacciona por la vida org: <http://reaccionaporlavida.mx/costo-economico/>
- Redacción/Quadratin. (2 de Enero de 2016). *bicis hibridas en Pachuca*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Quadratin: <https://hidalgo.quadratin.com.mx/Pachuca/Inicia-este-ano-proyecto-de-bicis-hibridas-en-Pachuca/>
- Reyes, E. (2007). Optimización de las rutas de reparto de helado de la empresa Fricongelados Citlaltépetl. *Revista de la ingeniería industrial*, 1-11.
- Roche, H., & Vejo, C. (2005). *Análisis multicriterio en la toma de decisiones*. Obtenido de Metodos cuantitativos aplicados a la Administración : <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/material/MdA-Scoring-AHP.pdf>
- SCT, S. d. (3 de Febrero de 2011). *Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*. Obtenido de PROYECTO de Norma Oficial Mexicana: <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4305/sct/sct.htm>
- TAM WONG, E. W. (Noviembre de 2004). *Plan maestro de ciclovías para el área metropolitana de Lima y*. Recuperado el 17 de Junio de 2016, de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas - UPC: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273531/1/ETam.pdf>
- topographic-map.com. (2016). *Orizaba Veracruz*. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de Exploracion de mapas topoGráficos: <http://es-mx.topographic-map.com/places/Orizaba-510627/>
- Toskano Hurtado, G. B. (2014). *El proceso de Analisis Jerarquico (AHP)*. Obtenido de Tesis digitales INMSM.
- W.S.Alsharafat, S.-o. a. (2015). Impact of Crossover Probability on Symmetric Travel Salesman Problem Efficiency. 60-63.

## **Anexos**

## Tablas Grupos quinquenales por municipios

Tabla 48. Grupos quinquenales municipio Atzacan

Municipio: Atzacan		Genero	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	2178	155112	1066
05-09 años	2264	1106	1158
10-14 años	2544	1294	1250
15-19 años	2102	996	1106
20-24 años	1922	996	926
25-29 años	1582	724	858
30-34 años	1660	776	884
35-39 años	1444	652	792
40-44 años	1224	598	626
45-49 años	978	496	482
50-54 años	756	344	412
55-59 años	658	306	352
60-64 años	646	324	322
65-69 años	492	212	280
70-74 años	370	176	194
75 años y más	536	266	270
No especificado	4	0	4

Tabla 49. Grupos quinquenales municipio Huiloapan de Cuauhtémoc

Municipio: Huiloapan de Cuauhtémoc		Genero	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	569	313	256
05-09 años	543	264	279
10-14 años	674	341	333
15-19 años	622	311	311
20-24 años	641	329	312
25-29 años	533	234	299
30-34 años	513	242	271
35-39 años	505	207	298
40-44 años	508	233	275
45-49 años	473	221	252
50-54 años	384	206	178
55-59 años	334	146	188
60-64 años	290	146	144
65-69 años	212	103	109
70-74 años	153	45	108
75 años y más	245	115	130
No especificado	22	7	15

Tabla 50. Grupos quinquenales municipio Ixhuatlancillo

<b>Municipio: Ixhuatlancillo</b>		<b>Genero</b>	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	2266	1220	1046
05-09 años	2417	1220	1197
10-14 años	2469	1230	1239
15-19 años	2208	1085	1123
20-24 años	2332	1074	1258
25-29 años	2000	893	1107
30-34 años	2091	957	1134
35-39 años	1743	766	977
40-44 años	1742	787	955
45-49 años	1364	599	765
50-54 años	1261	587	674
55-59 años	863	372	491
60-64 años	776	358	418
65-69 años	436	201	235
70-74 años	381	175	206
75 años y más	532	248	284
No especificado	15	6	9

Tabla 51. Grupos quinquenales municipio Ixtaczoquitlán

<b>Municipio: Ixtaczoquitlán</b>		<b>Genero</b>	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	6152	3028	3124
05-09 años	6172	3290	2882
10-14 años	6335	3282	3053
15-19 años	5696	2930	2766
20-24 años	5992	2966	3026
25-29 años	5824	2773	3051
30-34 años	5394	2346	3048
35-39 años	5246	2422	2824
40-44 años	4845	2228	2617
45-49 años	3866	1700	2166
50-54 años	3370	1465	1905
55-59 años	3363	1583	1780
60-64 años	2172	1029	1143
65-69 años	1546	829	717
70-74 años	1056	494	562
75 años y más	1769	796	973
No especificado	25	16	9

Tabla 52. Grupos quinquenales municipio Mariano Escobedo

<b>Municipio: Mariano Escobedo</b>		<b>Genero</b>	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	4004	2035	1969
05-09 años	3945	2029	1916
10-14 años	4177	2115	2062
15-19 años	3661	1820	1841
20-24 años	3599	1654	1945
25-29 años	2836	1304	1532
30-34 años	2782	1234	1548
35-39 años	2132	978	1154
40-44 años	2121	990	1131
45-49 años	1828	844	984
50-54 años	1663	773	890
55-59 años	1499	697	802
60-64 años	989	438	551
65-69 años	784	353	431
70-74 años	486	223	263
75 años y más	763	328	435
No especificado	16	16	0

Tabla 53. Grupos quinquenales municipio Orizaba

<b>Municipio: Orizaba</b>		<b>Genero</b>	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	7998	4203	3795
05-09 años	8691	4373	4318
10-14 años	10090	5015	5075
15-19 años	9204	4497	4707
20-24 años	10070	5099	4971
25-29 años	8501	4135	4366
30-34 años	8822	3825	4997
35-39 años	8984	3832	5152
40-44 años	9275	4001	5274
45-49 años	7704	3289	4415
50-54 años	7862	3414	4448
55-59 años	7213	3101	4112
60-64 años	6312	2628	3684
65-69 años	4971	2208	2763
70-74 años	3646	1546	2100
75 años y más	6645	2485	4160
No especificado	17	9	8

Tabla 55. Grupos quinquenales municipio Rafael Delgado

<b>Municipio: Rafael Delgado</b>		<b>Genero</b>	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	2311	1160	1151
05-09 años	2403	1169	1234
10-14 años	2767	1421	1346
15-19 años	2315	1138	1177
20-24 años	2271	1090	1181
25-29 años	1953	919	1034
30-34 años	1788	854	934
35-39 años	1581	729	852
40-44 años	1319	603	716
45-49 años	1063	516	547
50-54 años	920	400	520
55-59 años	720	380	340
60-64 años	511	238	273
65-69 años	416	179	237
70-74 años	296	135	161
75 años y más	462	226	236
No especificado	16	8	8

Tabla 54. Grupos quinquenales municipio Rio Blanco

<b>Municipio: Río Blanco</b>		<b>Genero</b>	
Grupo quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres
00-04 años	2949	1552	1397
05-09 años	3389	1740	1649
10-14 años	3310	1706	1604
15-19 años	3211	1715	1496
20-24 años	3347	1645	1702
25-29 años	3005	1342	1663
30-34 años	3348	1540	1808
35-39 años	2869	1294	1575
40-44 años	2877	1237	1640
45-49 años	2594	1167	1427
50-54 años	2533	1111	1422
55-59 años	2202	946	1256
60-64 años	1802	755	1047
65-69 años	1476	687	789
70-74 años	1014	444	570
75 años y más	1988	807	1181
No especificado	13	4	9

## Concentrado de estadísticas del monitoreo de distintos puntos de la ciudad

1

Lugar: Poniente 7, junto a Pollo Feliz		
Datos del día jueves 15/09/16		Porcentajes
Total	232	100%
Hombres	230	99.14%
Mujeres	2	0.86%
Este	154	66.38%
Oeste	78	33.62%
Normal	216	93.10%
Sentido contrario	16	6.90%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Ciclistas x minuto	1.93	

2

Lugar: Poniente 7, junto a Pollo Feliz		
Datos del día lunes 19/9/16		Porcentajes
Total	269	100%
Hombres	266	98.88%
Mujeres	3	1.12%
Este	193	71.75%
Oeste	76	28.25%
Normal	248	92.19%
Sentido contrario	21	7.81%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	2.24	

3

Lugar: Oriente 6, esquina Sur 15		
Datos del día miércoles 21/9/16		Porcentajes
Total	174	100%
Hombres	174	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Este	68	39.08%
Oeste	27	15.52%
Norte	78	44.83%
Sur	1	0.57%
Normal	174	100.00%
Sentido contrario	0.00	
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	1.45	

4

Lugar: Prolongacion de Oriente 6, esquina Ave. Cri-Cri		
Datos del día viernes 30/09/16		Porcentajes
Total	126	100%
Hombres	126	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Este	39	30.95%
Oeste	43	34.13%
Norte	9	7.14%
Sur	35	27.78%
Normal	126	100.00%
Sentido contrario	0.00	
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	1.05	

5

Lugar: Prolongacion de Oriente 6, junto a la Ford y Seat		
Datos del día Lunes 03/10/16		Porcentajes
Total	59	100%
Hombres	59	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Este	20	33.90%
Oeste	39	66.10%
Norte	0	0.00%
Sur	0	0.00%
Normal	59	100.00%
Sentido contrario	0	
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	0.49	

6

Lugar: Ave. Cri-Cri , a un costado de Matusa		
Datos del día Miercoles 05/10/16		Porcentajes
Total	107	100%
Hombres	107	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Oeste	14	13.08%
Este	25	23.36%
Norte	15	14.02%
Sur	53	49.53%
Normal	107	100.00%
Sentido contrario	0	
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	0.89	

7

Lugar: Ave. De los censos, casi esquina 5 de mayo, a un costado del OXXO		
Datos del día viernes 30/09/16		Porcentajes
Total	46	100%
Hombres	45	97.83%
Mujeres	1	2.17%
Este	4	8.70%
Oeste	4	8.70%
Norte	11	23.91%
Sur	27	58.70%
Normal	46	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	06:15 a 7:35	
Frecuencia	0.58	

8

Lugar: Calle Sur 13 junto al parque y la para de autobus, casi esquina cauville		
Datos del día lunes 10 de Octubre 2016		Porcentajes
Total	325	100%
Hombres	318	97.85%
Mujeres	7	2.15%
Norte	283	87.08%
Sur	42	12.92%
Este	0	0.00%
Oeste	0	0.00%
Normal	325	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	2.71	

9

Lugar: Calle Sur 13 junto al parque y la para de autobus, casi esquina cauville		
Datos del día miercoles 12 de Octubre 2016		Porcentajes
Total	275	100%
Hombres	271	98.55%
Mujeres	4	1.45%
Norte	241	87.64%
Sur	34	12.36%
Este	0	0.00%
Oeste	0	0.00%
Normal	275	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	2.29	

10

Lugar: Calle Sur 13 junto al parque y la para de autobus, casi esquina cauville		
Datos del día Viernes 14 de octubre de 2016		Porcentajes
Total	121	100%
Hombres	119	98.35%
Mujeres	2	1.65%
Norte	106	87.60%
Sur	15	12.40%
Este	0	0.00%
Oeste	0	0.00%
Normal	121	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:30	
Frecuencia	1.01	

11

Lugar: Ave. Cri-Cri casi esquina privada de los tubos Circunvalacion		
Datos del día miercoles 19 de octubre de 2016		Porcentajes
Total	89	100%
Hombres	88	98.88%
Mujeres	1	1.12%
Este	0	0.00%
Oeste	0	0.00%
Norte	21	23.60%
Sur	68	76.40%
Normal	89	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:00	
Frecuencia	0.99	

12

Lugar: Calle Poniente 7, junto a transito, enfrente casi del asta bandera		
Datos del día miercoles 28 de Octubre 2016		Porcentajes
Total	129	100%
Hombres	129	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Este	117	90.70%
Oeste	12	9.30%
Norte	0	0.00%
Sur	0	0.00%
Normal	126	97.67%
Sentido contrario	3	2.33%
Plazo de tiempo	06:45 a 8:00	
Frecuencia	1.72	

13

Lugar: Poniente 7, junto a transito, enfrente casi del asta bandera		
Datos del dia Lunes 31 de octubre de 2016		Porcentajes
Total	179	100%
Hombres	175	97.77%
Mujeres	4	2.23%
Este	118	65.92%
Oeste	19	10.61%
Norte	42	23.46%
Sur	0	0.00%
Normal	179	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	07:00 a 9:00	
Frecuencia	1.49	

14

Lugar: Poniente 7, junto al pollo feliz		
Datos del dia Martes 1 de noviembre de 2016		Porcentajes
Total	200	100%
Hombres	200	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Este	122	61.00%
Oeste	78	39.00%
Norte	0	0.00%
Sur	0	0.00%
Normal	190	95.00%
Sentido contrario	10	5.00%
Plazo de tiempo	06:30 a 8:00	
Frecuencia	2.22	

15

Lugar: Poniente 7, junto a la maquina y pizzas Minoni		
Datos del dia Miercoles 23 de noviembre de 2016		Porcentajes
Total	170	100%
Hombres	165	97.06%
Mujeres	5	2.94%
Este	81	47.65%
Oeste	89	52.35%
Norte	0	0.00%
Sur	0	0.00%
Normal	170	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	13:30 a 15:30	
Frecuencia	1.42	

16

Lugar: Poniente 7, junto a la maquina y pizzas Minoni		
Datos del dia Jueves 24 de Noviembre de 2016		Porcentajes
Total	117	100%
Hombres	116	99.15%
Mujeres	1	0.85%
Este	59	50.43%
Oeste	58	49.57%
Norte	0	0.00%
Sur	0	0.00%
Normal	117	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	13:30 a 15:30	
Frecuencia	0.98	

17

Lugar: Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista		
Datos del dia Viernes 25 de noviembre de 2016		Porcentajes
Total	103	100%
Hombres	103	100.00%
Mujeres	0	0.00%
Este	0	0.00%
Oeste	0	0.00%
Norte	37	35.92%
Sur	66	64.08%
Normal	103	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	13:30 a 15:30	
Frecuencia	0.86	

18

Lugar: Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista		
Datos del dia Viernes 25 de Noviembre de 2016		Porcentajes
Total	156	100%
Hombres	154	98.72%
Mujeres	2	1.28%
Este	0	0.00%
Oeste	0	0.00%
Norte	33	21.15%
Sur	123	78.85%
Normal	156	100.00%
Sentido contrario	0	0.00%
Plazo de tiempo	13:30 a 15:30	
Frecuencia	1.30	

## Registro de paso de bicicletas

Jueves 15 de Septiembre de 2016 Lugar: Poniente 7, junto a Pollo Feliz

Tabla de registro de circulacion de bicicletas

# registro	Hora de paso	Genero	Cantidad	Observacion	Direccion
1	06:27:14	Hombre	1	Normal	Este
2	06:28:00	Hombre	1	Normal	Este
3	06:29:00	Hombre	1	Normal	Este
4	06:30:00	Hombre	1	Normal	Este
5	06:30:42	Hombre	1	Normal	Este
6	06:32:30	Hombre	1	Normal	Este
7	06:33:40	Hombre	1	Normal	Este
8	06:36:00	Hombre	1	Normal	Este
9	06:36:22	Hombre	1	Normal	Este
10	06:36:45	Hombre	1	Normal	Este
11	06:37:40	Hombre	1	Normal	Este
12	06:41:42	Hombre	1	Normal	Este
13	06:42:28	Hombre	1	Normal	Este
14	06:42:40	Hombre	1	Normal	Este
15	06:43:11	Hombre	1	Normal	Este
16	06:43:12	Hombre	1	Sentido contrario	Este
17	06:43:52	Hombre	1	Normal	Este
18	06:44:44	Hombre	1	Normal	Este
19	06:45:33	Hombre	1	Normal	Este
20	06:45:48	Hombre	1	Sentido contrario	Este
21	06:46:18	Hombre	1	Normal	Este
22	06:50:20	Hombre	1	Normal	Este
23	06:51:48	Hombre	1	Normal	Este
24	06:52:14	Hombre	1	Normal	Este
25	06:52:30	Hombre	1	Normal	Este
26	06:52:37	Hombre	1	Normal	Este
27	06:53:11	Hombre	1	Normal	Este
28	06:53:56	Hombre	1	Normal	Este
29	06:55:00	Hombre	1	Normal	Este
30	06:55:05	Hombre	1	Normal	Este
31	06:55:16	Hombre	1	Normal	Este
32	06:56:03	Hombre	1	Normal	Este
33	06:59:05	Hombre	1	Normal	Este
34	07:01:13	Hombre	1	Normal	Este
35	07:02:36	Hombre	1	Normal	Este
36	07:02:48	Hombre	1	Sentido contrario	Este
37	07:02:52	Hombre	1	Sentido contrario	Este
38	07:03:15	Hombre	1	Normal	Este
39	07:04:00	Hombre	1	Normal	Este
40	07:04:38	Hombre	1	Sentido contrario	Este
41	07:05:57	Hombre	1	Normal	Este
42	07:06:50	Hombre	1	Normal	Este
43	07:09:50	Hombre	1	Sentido contrario	Este
44	07:10:05	Hombre	1	Normal	Este
45	07:10:26	Hombre	1	Normal	Este

Este	148
Hombres	146
Mujeres	2
Normal	134
Sentido contrario	14

46	07:13:23	Hombre	1	Normal	Este
47	07:14:25	Hombre	1	Normal	Este
48	07:14:44	Hombre	1	Normal	Este
49	07:15:05	Hombre	1	Normal	Este
50	07:16:25	Hombre	1	Normal	Este
51	07:16:38	Hombre	1	Normal	Este
52	07:18:11	Hombre	1	Normal	Este
53	07:19:40	Hombre	1	Normal	Este
54	07:23:36	Hombre	1	Normal	Este
55	07:24:37	Hombre	1	Normal	Este
56	07:24:41	Hombre	1	Normal	Este
57	07:25:41	Hombre	1	Normal	Este
58	07:25:47	Hombre	1	Normal	Este
59	07:26:30	Hombre	1	Normal	Este
60	07:28:30	Hombre	1	Normal	Este
61	07:31:05	Hombre	1	Normal	Este
62	07:32:35	Hombre	1	Normal	Este
63	07:34:20	Hombre	1	Normal	Este
64	07:34:21	Hombre	1	Normal	Este
65	07:35:12	Hombre	1	Normal	Este
66	07:35:37	Hombre	1	Normal	Este
67	07:35:39	Hombre	1	Normal	Este
68	07:36:40	Hombre	1	Normal	Este
69	07:36:57	Hombre	1	Normal	Este
70	07:37:29	Hombre	1	Normal	Este
71	07:39:31	Hombre	1	Normal	Este
72	07:40:00	Hombre	1	Normal	Este
73	07:40:11	Hombre	1	Normal	Este
74	07:40:22	Hombre	1	Normal	Este
75	07:41:31	Hombre	1	Normal	Este
76	07:41:34	Hombre	1	Normal	Este
77	07:41:39	Hombre	1	Normal	Este
78	07:41:53	Hombre	1	Normal	Este
79	07:42:17	Hombre	1	Normal	Este
80	07:42:22	Hombre	1	Normal	Este
81	07:42:24	Hombre	1	Normal	Este
82	07:42:27	Hombre	1	Normal	Este
83	07:43:07	Hombre	1	Normal	Este
84	07:43:09	Hombre	1	Normal	Este
85	07:43:30	Hombre	1	Normal	Este
86	07:43:41	Hombre	1	Normal	Este
87	07:43:53	Hombre	1	Sentido contrario	Este
88	07:44:13	Hombre	1	Sentido contrario	Este
89	07:45:15	Hombre	1	Normal	Este
90	07:45:24	Hombre	1	Sentido contrario	Este
91	07:45:59	Hombre	1	Normal	Este
92	07:46:45	Hombre	1	Normal	Este
93	07:46:48	Hombre	1	Normal	Este
94	07:47:25	Hombre	1	Normal	Este
95	07:47:28	Hombre	1	Normal	Este
96	07:47:53	Hombre	1	Normal	Este
97	07:48:05	Hombre	1	Normal	Este

98	07:48:13	Hombre	1	Normal	Este
99	07:48:47	Hombre	1	Sentido contrario	Este
100	07:50:11	Hombre	1	Normal	Este
101	07:50:17	Hombre	1	Normal	Este
102	07:50:35	Hombre	1	Normal	Este
103	07:50:59	Hombre	1	Normal	Este
104	07:50:59	Hombre	1	Normal	Este
105	07:51:03	Hombre	1	Normal	Este
106	07:51:04	Hombre	1	Normal	Este
107	07:51:41	Hombre	1	Normal	Este
108	07:52:00	Hombre	1	Normal	Este
109	07:52:06	Hombre	1	Normal	Este
110	07:53:16	Hombre	1	Normal	Este
111	07:54:37	Hombre	1	Normal	Este
112	07:54:39	Hombre	1	Normal	Este
113	07:56:34	Hombre	1	Normal	Este
114	07:57:16	Hombre	1	Normal	Este
115	07:58:06	Hombre	1	Normal	Este
116	07:58:25	Hombre	1	Normal	Este
117	07:58:29	Hombre	1	Normal	Este
118	07:58:29	Hombre	1	Normal	Este
119	07:59:12	Hombre	1	Normal	Este
120	08:02:50	Hombre	1	Normal	Este
121	08:04:20	Hombre	2	Normal	Este
122	08:05:06	Hombre	2	Normal	Este
123	08:05:56	Hombre	1	Normal	Este
124	08:06:28	Hombre	1	Sentido contrario	Este
125	08:06:57	Hombre	1	Normal	Este
126	08:07:14	Hombre	1	Normal	Este
127	08:08:01	Hombre	1	Normal	Este
128	08:08:03	Hombre	1	Normal	Este
129	08:08:22	Hombre	1	Normal	Este
130	08:10:23	Hombre	1	Sentido contrario	Este
131	08:11:18	Hombre	1	Normal	Este
132	08:11:53	Hombre	1	Normal	Este
133	08:12:04	Hombre	1	Normal	Este
134	08:12:40	Mujer	1	Normal	Este
135	08:14:07	Hombre	1	Normal	Este
136	08:16:09	Hombre	1	Normal	Este
137	08:16:22	Mujer	1	Sentido contrario	Este
138	08:18:08	Hombre	1	Normal	Este
139	08:19:04	Hombre	1	Normal	Este
140	08:19:31	Hombre	1	Normal	Este
141	08:19:43	Hombre	1	Normal	Este
142	08:20:14	Hombre	1	Normal	Este
143	08:21:45	Hombre	1	Sentido contrario	Este
144	08:23:33	Hombre	1	Normal	Este
145	08:23:43	Hombre	1	Normal	Este
146	08:24:47	Hombre	1	Normal	Este
147	08:24:49	Hombre	1	Normal	Este
148	08:25:19	Hombre	1	Normal	Este

149	08:25:20	Hombre	1	Normal	Este
150	08:27:40	Hombre	1	Normal	Este
151	08:27:50	Hombre	1	Normal	Este
152	08:28:51	Hombre	1	Normal	Este
153	08:29:40	Hombre	1	Normal	Este
154	08:29:49	Hombre	1	Normal	Este

# registro	Hora de paso	Genero	Cantidad	Observacion	Direccion
1	06:28:14	Hombre	1	Normal	Oeste
2	06:30:58	Hombre	1	Normal	Oeste
3	06:35:45	Hombre	1	Normal	Oeste
4	06:37:20	Hombre	1	Normal	Oeste
5	06:42:26	Hombre	1	Normal	Oeste
6	06:47:16	Hombre	1	Normal	Oeste
7	06:47:58	Hombre	1	Normal	Oeste
8	06:48:03	Hombre	1	Normal	Oeste
9	06:48:54	Hombre	1	Normal	Oeste
10	06:50:30	Hombre	1	Normal	Oeste
11	6:52:52	Hombre	1	Normal	Oeste
12	06:54:30	Hombre	1	Normal	Oeste
13	06:56:00	Hombre	1	Normal	Oeste
14	06:56:50	Hombre	1	Normal	Oeste
15	06:57:04	Hombre	1	Normal	Oeste
16	06:57:30	Hombre	1	Normal	Oeste
17	07:04:37	Hombre	1	Normal	Oeste
18	07:08:33	Hombre	1	Normal	Oeste
19	07:10:00	Hombre	1	Normal	Oeste
20	07:11:37	Hombre	1	Normal	Oeste
21	07:13:35	Hombre	1	Normal	Oeste
22	07:17:13	Hombre	1	Normal	Oeste
23	07:17:54	Hombre	1	Normal	Oeste
24	07:26:00	Hombre	1	Normal	Oeste
25	07:26:47	Hombre	1	Normal	Oeste
26	07:27:01	Hombre	1	Normal	Oeste
27	07:27:37	Hombre	1	Normal	Oeste
28	07:27:40	Hombre	1	Normal	Oeste
29	07:27:42	Hombre	1	Normal	Oeste
30	07:31:14	Hombre	1	Normal	Oeste
31	07:37:00	Hombre	1	Normal	Oeste
32	07:37:16	Hombre	1	Normal	Oeste
33	07:39:50	Hombre	1	Normal	Oeste
34	07:42:58	Hombre	1	Normal	Oeste
35	07:42:59	Hombre	1	Normal	Oeste
36	07:44:00	Hombre	1	Sentido contrario	Oeste
37	7:47:13	Hombre	1	Normal	Oeste
38	07:48:49	Hombre	1	Sentido contrario	Oeste
39	07:50:50	Hombre	1	Normal	Oeste
40	07:50:54	Hombre	1	Normal	Oeste
41	07:51:28	Hombre	1	Normal	Oeste

Salen	78
Hombres	78
Mujeres	0
Normal	76
Sentido contr:	2
Total	226
Hombres	224
Mujeres	2
Este	148
Oeste	78
Normal	210
Sentido contr:	16
Plazo de tiempo 06:30 a 8:30	
Ciclistas x mi	1.88

42	07:52:55	Hombre	1	Normal	Oeste
43	07:55:14	Hombre	1	Normal	Oeste
44	07:57:28	Hombre	1	Normal	Oeste
45	07:58:30	Hombre	1	Normal	Oeste
46	07:58:51	Hombre	1	Normal	Oeste
47	07:58:54	Hombre	1	Normal	Oeste
48	07:59:23	Hombre	1	Normal	Oeste
49	08:00:06	Hombre	1	Normal	Oeste
50	08:01:10	Hombre	1	Normal	Oeste
51	08:01:30	Hombre	1	Normal	Oeste
52	08:03:45	Hombre	1	Normal	Oeste
53	08:03:46	Hombre	1	Normal	Oeste
54	08:05:36	Hombre	1	Normal	Oeste
55	8:05:54	Hombre	1	Normal	Oeste
56	08:05:59	Hombre	1	Normal	Oeste
57	08:06:36	Hombre	1	Normal	Oeste
58	08:06:48	Hombre	1	Normal	Oeste
59	08:06:49	Hombre	1	Normal	Oeste
60	08:09:11	Hombre	1	Normal	Oeste
61	08:10:50	Hombre	1	Normal	Oeste
62	08:11:20	Hombre	1	Normal	Oeste
63	08:16:34	Hombre	1	Normal	Oeste
64	08:17:16	Hombre	1	Normal	Oeste
65	08:17:42	Hombre	1	Normal	Oeste
66	08:18:04	Hombre	1	Normal	Oeste
67	08:18:09	Hombre	1	Normal	Oeste
68	08:18:25	Hombre	1	Normal	Oeste
69	08:18:27	Hombre	1	Normal	Oeste
70	08:19:23	Hombre	1	Normal	Oeste
71	08:19:40	Hombre	1	Normal	Oeste
72	08:22:41	Hombre	1	Normal	Oeste
73	08:24:59	Hombre	1	Normal	Oeste
74	08:25:18	Hombre	1	Normal	Oeste
75	08:27:13	Hombre	1	Normal	Oeste
76	08:27:40	Hombre	1	Normal	Oeste
77	08:29:16	Hombre	1	Normal	Oeste
78	08:29:27	Hombre	1	Normal	Oeste

## Resultados estadísticos de prueba

Resultados estadísticos para la identificación de distribución de probabilidad													
Monitoreo	Día	Ubicación	Numero de ciclistas	Media	Desv. Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Distribución	Anderson Darling	P	$\alpha$ = forma	$\delta$ = escala
1	jueves 15/09/16	Poniente 7, junto a Pollo Feliz	232	32.2802	36.1765	19	1	242	Weibull	0.6	0.127	0.91727	30.95332
2	lunes 19/9/16	Poniente 7, junto a Pollo Feliz	269	28.7807	29.3473	20	1	208	Exponencial	0.665	0.307	-	28.78067
3	miércoles 21/09/16	Oriente 6, esquina Sur 15	174	42.7011	45.7469	29	1	322	Gama	0.517	0.223	0.87791	48.63936
4	viernes 30/09/16	Prolongación de Oriente 6, esquina Ave. Cri-Cri	126	58.7302	65.8616	40	1	420	Gama	0.919	0.025	0.81786	71.80927
5	lunes 03/10/16	Prolongación de Oriente 6, junto a la Ford y Seat	59	115.593	141.345	60	1	520	Weibull de 3 parametros	0.43	0.332	0.68314	90.82342
6	miércoles 05/10/16	Ave. Cri-Cri, a un costado de Matusa	107	68.3832	63.4845	51	1	322	Exponencial	0.525	0.464	-	68.38318
7	viernes 7/10/16	Ave. De los censos, casi esquina 5 de mayo, a un costado del OXXO	46	103.478	104.41	68	3	551	Exponencial	0.336	0.757	-	103.47826
8	lunes 10/10/16	Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista	325	22.5662	29.8992	12	1	232	Weibull	1.766	<0.010	0.83673	20.34667
9	miércoles 12/10/16	Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista	275	27.1527	31.4261	17	1	182	Weibull	4.103	<0.010	0.78416	23.68716
10	viernes 14/10/16	Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista	121	34.4793	41.1342	19	1	204	Weibull	0.812	0.036	0.79023	30.15776
11	miércoles 19/10/16	Ave. Cri-Cri casi esquina privada de los tubos Circunvalación	89	57.3371	69.8074	35	1	326	Gama	0.694	0.086	0.66986	85.59619

12	miércoles 28/10/16	Calle Poniente 7, junto a tránsito, enfrente casi de la asta bandera	129	36.4729	41.8828	26	1	220	Gama	1.013	0.017	0.78386	46.52963
13	lunes 31/10/16	Calle Poniente 7, junto a tránsito, enfrente casi de la asta bandera	179	38.8994	45.7785	21	1	250	Weibull	0.85	0.028	0.81841	34.85308
14	martes 1/11/16	Poniente 7, junto a Pollo Feliz	200	26.255	29.133	17	1	178	Weibull	1.243	<0.010	0.86373	24.35918
15	miércoles 23/11/16	Poniente 7, junto a la maquineta y pizzas Minoni	170	42.4118	49.3725	25	1	260	Transformación de Johnson	0.343	0.487	0.01329	0.96809
16	jueves 25/11/16	Poniente 7, junto a la maquineta y pizzas Minoni	117	49.4957	58.4896	31	1	348	Transformación de Box-Cox	0.412	0.335	1.70768	0.33178
17	viernes 25/11/16	Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista	103	71.1748	72.0786	46	1	443	Exponencial	0.658	0.311	-	71.17475
18	viernes 25/11/16	Junto a la parada de Sur 13, entre oriente 34 y la pista	156	46.1923	59.7263	22.5	1	349	Weibull	0.915	0.02	0.75688	39.00483

## Tablas de aplicación del método AHP

Tabla 56. Evaluación del criterio: Simplicidad de la ruta

Criterio: Simplicidad de la ruta																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	0.3333	0.3333	0.2	0.2	0.2	0.1429	0.1429	5	0.0276	0.0142	0.0198	0.0143	0.0335	0.0604	0.0128	0.0169	0.0794	0.0310
Alter 2	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.2	0.2	5	0.0829	0.0425	0.0198	0.0238	0.0558	0.1007	0.0180	0.0237	0.0794	0.0496
Alter 3	3	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	7	0.0829	0.1275	0.0595	0.0238	0.0558	0.1007	0.0300	0.0394	0.1111	0.0701
Alter 4	5	3	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	9	0.1381	0.1275	0.1785	0.0715	0.0558	0.1007	0.0300	0.0394	0.1429	0.0983
Alter 5	5	3	3	3	1	0.3333	3	3	9	0.1381	0.1275	0.1785	0.2146	0.1673	0.1007	0.2698	0.3549	0.1429	0.1882
Alter 6	5	3	3	3	3	1	3	3	9	0.1381	0.1275	0.1785	0.2146	0.5019	0.3020	0.2698	0.3549	0.1429	0.2478
Alter 7	7	5	3	3	0.3333	0.3333	1	0.3333	9	0.1934	0.2125	0.1785	0.2146	0.0558	0.1007	0.0899	0.0394	0.1429	0.1364
Alter 8	7	5	3	3	0.3333	0.3333	3	1	9	0.1934	0.2125	0.1785	0.2146	0.0558	0.1007	0.2698	0.1183	0.1429	0.1651
Alter 9	0.2	0.2	0.1429	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	0.1111	1	0.0055	0.0085	0.0085	0.0079	0.0186	0.0336	0.0100	0.0131	0.0159	0.0135
Suma	36.2	23.533	16.810	13.978	5.978	3.311	11.121	8.454	63										

Tabla 56 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Simplicidad de la ruta**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 57. Evaluación del criterio: Interconectividad de puntos

Criterio: Interconectividad de puntos																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	3	5	5	5	7	5	5	0.3333	0.1826	0.2761	0.2852	0.2475	0.1765	0.1628	0.2187	0.1948	0.1413	0.2095
Alter 2	0.3333	1	3	3	3	5	3	3	0.2000	0.0609	0.092	0.1711	0.1485	0.1059	0.1163	0.1312	0.1169	0.0848	0.1142
Alter 3	0.2	0.3333	1	3	3	5	3	3	0.1429	0.0365	0.0307	0.057	0.1485	0.1059	0.1163	0.1312	0.1169	0.0606	0.0893
Alter 4	0.2	0.3333	0.3333	1	3	5	3	3	0.1429	0.0365	0.0307	0.019	0.0495	0.1059	0.1163	0.1312	0.1169	0.0606	0.0741
Alter 5	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	1	3	0.3333	0.3333	0.1429	0.0365	0.0307	0.019	0.0165	0.0353	0.0698	0.0146	0.013	0.0606	0.0329
Alter 6	0.1429	0.2	0.2	0.2	0.3333	1	0.2	0.3333	0.1111	0.0261	0.0184	0.0114	0.0099	0.0118	0.0233	0.0087	0.013	0.0471	0.0189
Alter 7	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	3	5	1	3	0.1429	0.0365	0.0307	0.019	0.0165	0.1059	0.1163	0.0437	0.1169	0.0606	0.0607
Alter 8	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	3	3	0.3333	1	0.1429	0.0365	0.0307	0.019	0.0165	0.1059	0.0698	0.0146	0.039	0.0606	0.0436
Alter 9	3	5	7	7	7	9	7	7	1	0.5478	0.4601	0.3992	0.3465	0.2471	0.2093	0.3061	0.2727	0.424	0.3570
Suma	5.4762	10.867	17.533	20.2	28.333	43	22.867	25.667	2.3587										

Tabla 57 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Interconectividad de puntos**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 58. Evaluación del criterio: Desplazamiento mas eficiente

Criterio: Desplazamiento más eficiente																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	3	5	5	5	7	5	5	0.333	0.1826	0.2761	0.283	0.2459	0.1765	0.2	0.2174	0.1948	0.1394	0.2129
Alter 2	0.333	1	3	3	3	5	3	3	0.200	0.0609	0.092	0.1698	0.1475	0.1059	0.1429	0.1304	0.1169	0.0837	0.1167
Alter 3	0.2	0.333	1	3	3	3	3	3	0.1429	0.0365	0.0307	0.0566	0.1475	0.1059	0.0857	0.1304	0.1169	0.0598	0.0856
Alter 4	0.2	0.333	0.333	1	3	3	3	3	0.1429	0.0365	0.0307	0.0189	0.0492	0.1059	0.0857	0.1304	0.1169	0.0598	0.0704
Alter 5	0.2	0.333	0.333	0.3333	1	3	0.3333	0.3333	0.1429	0.0365	0.0307	0.0189	0.0164	0.0353	0.0857	0.0145	0.013	0.0598	0.0345
Alter 6	0.143	0.2	0.333	0.3333	0.3333	1	0.3333	0.3333	0.143	0.0261	0.0184	0.0189	0.0164	0.0118	0.0286	0.0145	0.013	0.0598	0.0230
Alter 7	0.2	0.333	0.333	0.3333	3	3	1	3	0.1429	0.0365	0.0307	0.0189	0.0164	0.1059	0.0857	0.0435	0.1169	0.0598	0.0571
Alter 8	0.2	0.333	0.333	0.3333	3	3	0.3333	1	0.1429	0.0365	0.0307	0.0189	0.0164	0.1059	0.0857	0.0145	0.039	0.0598	0.0453
Alter 9	3	5	7	7	7	7	7	7	1	0.5478	0.4601	0.3962	0.3443	0.2471	0.2	0.3043	0.2727	0.4183	0.3545
Suma	5.4762	10.867	17.667	20.333	28.333	35	23	25.667	2.3905										

Tabla 58 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Desplazamiento más eficiente**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 59. Evaluación del criterio: Menor afectación al flujo vehicular

Criterio: Menor afectación al flujo vehicular																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.2	0.3333	0.3333	3	0.0411	0.0154	0.0198	0.0236	0.0543	0.0629	0.029	0.0378	0.0612	0.0383
Alter 2	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.2	0.3333	0.3333	3	0.1233	0.0462	0.0198	0.0236	0.0543	0.0629	0.029	0.0378	0.0612	0.0509
Alter 3	3	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	5	0.1233	0.1385	0.0593	0.0236	0.0543	0.1049	0.029	0.0378	0.102	0.0747
Alter 4	3	3	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	7	0.1233	0.1385	0.1779	0.0707	0.0543	0.1049	0.029	0.0378	0.1429	0.0977
Alter 5	3	3	3	3	1	0.3333	3	3	7	0.1233	0.1385	0.1779	0.2121	0.1628	0.1049	0.2614	0.3405	0.1429	0.1849
Alter 6	5	5	3	3	3	1	3	3	9	0.2055	0.2308	0.1779	0.2121	0.4884	0.3147	0.2614	0.3405	0.1837	0.2683
Alter 7	3	3	3	3	0.3333	0.3333	1	0.3333	7	0.1233	0.1385	0.1779	0.2121	0.0543	0.1049	0.0871	0.0378	0.1429	0.1199
Alter 8	3	3	3	3	0.3333	0.3333	3	1	7	0.1233	0.1385	0.1779	0.2121	0.0543	0.1049	0.2614	0.1135	0.1429	0.1476
Alter 9	0.3333	0.3333	0.2	0.1429	0.1429	0.1111	0.1429	0.1429	1	0.0137	0.0154	0.0119	0.0101	0.0233	0.035	0.0124	0.0162	0.0204	0.0176
Suma	24.333	21.667	16.867	14.143	6.1429	3.1778	11.476	8.8095	49										

Tabla 59 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Menor afectación al flujo vehicular**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 60. Evaluación del criterio: Viabilidad de las calles

Criterio: Viabilidad de las calles																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	3	3	5	5	5	5	5	3	0.3333	0.5294	0.1233	0.1429	0.2459	0.2459	0.2459	0.1948	0.3699	0.2701
Alter 2	0.3333	1	3	5	5	5	5	5	3	0.1111	0.1765	0.1233	0.1429	0.2459	0.2459	0.2459	0.1948	0.3699	0.2062
Alter 3	0.3333	0.3333	1	3	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.2	0.1111	0.0588	0.0411	0.0857	0.0164	0.0164	0.0164	0.013	0.0247	0.0426
Alter 4	0.2	0.2	0.3333	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.1111	0.0667	0.0353	0.0137	0.0286	0.0164	0.0164	0.0164	0.013	0.0137	0.0245
Alter 5	0.2	0.2	3	3	1	3	0.3333	3	0.2	0.0667	0.0353	0.1233	0.0857	0.0492	0.1475	0.0164	0.1169	0.0247	0.0740
Alter 6	0.2	0.2	3	3	0.3333	1	3	3	0.2	0.0667	0.0353	0.1233	0.0857	0.0164	0.0492	0.1475	0.1169	0.0247	0.0740
Alter 7	0.2	0.2	3	3	3	0.3333	1	3	0.2	0.0667	0.0353	0.1233	0.0857	0.1475	0.0164	0.0492	0.1169	0.0247	0.0740
Alter 8	0.2	0.2	3	3	0.3333	0.3333	0.3333	1	0.2	0.0667	0.0353	0.1233	0.0857	0.0164	0.0164	0.0164	0.039	0.0247	0.0471
Alter 9	0.3333	0.3333	5	9	5	5	5	5	1	0.1111	0.0588	0.2055	0.2571	0.2459	0.2459	0.2459	0.1948	0.1233	0.1876
Suma	3	5.6667	24.333	35	20.333	20.333	20.333	25.667	8.1111										

Tabla 60 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Viabilidad de las calles**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 61. Evaluación del criterio: Menor costo de instalación

Criterio: Menor costo de instalación																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.2	0.3333	0.3333	3	0.0411	0.0154	0.0198	0.0235	0.0538	0.0629	0.0289	0.0376	0.0732	0.0396
Alter 2	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.2	0.3333	0.3333	3	0.1233	0.0462	0.0198	0.0235	0.0538	0.0629	0.0289	0.0376	0.0732	0.0521
Alter 3	3	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	5	0.1233	0.1385	0.0593	0.0235	0.0538	0.1049	0.0289	0.0376	0.122	0.0768
Alter 4	3	3	3	1	0.3333	0.3333	0.3333	0.3333	5	0.1233	0.1385	0.1779	0.0704	0.0538	0.1049	0.0289	0.0376	0.122	0.0952
Alter 5	3	3	3	3	1	0.3333	3	3	5	0.1233	0.1385	0.1779	0.2113	0.1613	0.1049	0.2601	0.3383	0.122	0.1819
Alter 6	5	5	3	3	3	1	3	3	9	0.2055	0.2308	0.1779	0.2113	0.4839	0.3147	0.2601	0.3383	0.2195	0.2713
Alter 7	3	3	3	3	0.3333	0.3333	1	0.3333	5	0.1233	0.1385	0.1779	0.2113	0.0538	0.1049	0.0867	0.0376	0.122	0.1173
Alter 8	3	3	3	3	0.3333	0.3333	3	1	5	0.1233	0.1385	0.1779	0.2113	0.0538	0.1049	0.2601	0.1128	0.122	0.1449
Alter 9	0.3333	0.3333	0.2	0.2	0.2	0.1111	0.2	0.2	1	0.0137	0.0154	0.0119	0.0141	0.0323	0.035	0.0173	0.0226	0.0244	0.0207
Suma	24.333	21.667	16.867	14.2	6.2	3.1778	11.533	8.8667	41										

Tabla 61 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Menor costo de instalación**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

Tabla 62. Evaluación del criterio: Mayor relación Costo-Beneficio

Criterio: Mayor relación Costo-Beneficio																			
	Alter 1	Alter 2	Alter 3	Alter 4	Alter 5	Alter 6	Alter 7	Alter 8	Alter 9	Matriz normalizada									Vector promedio
Alter 1	1	3	5	5	5	7	5	5	0.3333	0.1826	0.3383	0.283	0.2459	0.1765	0.1892	0.2174	0.1948	0.1338	0.2179
Alter 2	0.3333	1	3	3	3	5	3	3	0.3333	0.0609	0.1128	0.1698	0.1475	0.1059	0.1351	0.1304	0.1169	0.1338	0.1237
Alter 3	0.2	0.3333	1	3	3	3	3	3	0.1429	0.0365	0.0376	0.0566	0.1475	0.1059	0.0811	0.1304	0.1169	0.0573	0.0855
Alter 4	0.2	0.3333	0.3333	1	3	3	3	3	0.1429	0.0365	0.0376	0.0189	0.0492	0.1059	0.0811	0.1304	0.1169	0.0573	0.0704
Alter 5	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	1	3	0.3333	0.3333	0.1429	0.0365	0.0376	0.0189	0.0164	0.0353	0.0811	0.0145	0.013	0.0573	0.0345
Alter 6	0.1429	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	1	0.3333	0.3333	0.1111	0.0261	0.0226	0.0189	0.0164	0.0118	0.027	0.0145	0.013	0.0446	0.0216
Alter 7	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	3	3	1	3	0.1429	0.0365	0.0376	0.0189	0.0164	0.1059	0.0811	0.0435	0.1169	0.0573	0.0571
Alter 8	0.2	0.3333	0.3333	0.3333	3	3	0.3333	1	0.1429	0.0365	0.0376	0.0189	0.0164	0.1059	0.0811	0.0145	0.039	0.0573	0.0452
Alter 9	3	3	7	7	7	9	7	7	1	0.5478	0.3383	0.3962	0.3443	0.2471	0.2432	0.3043	0.2727	0.4013	0.3439
Suma	5.4762	8.8667	17.667	20.333	28.333	37	23	25.667	2.4921										

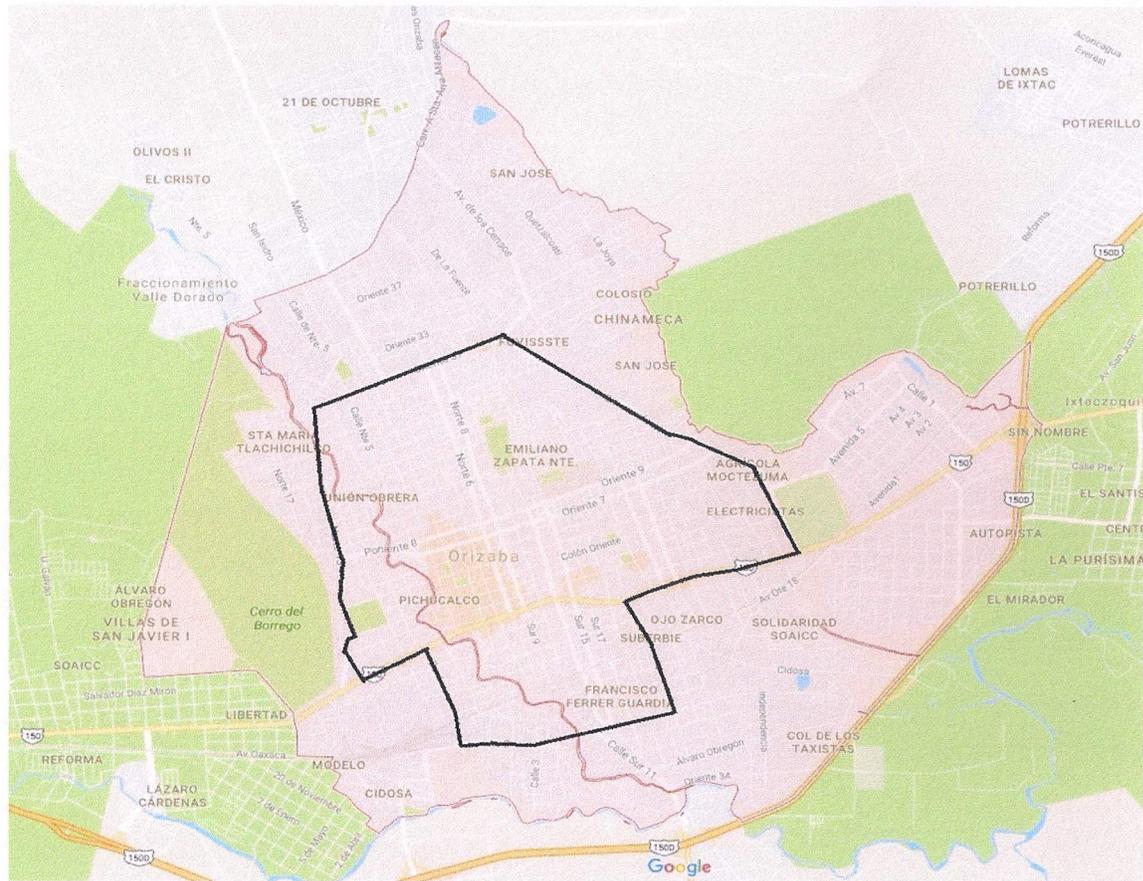
Tabla 62 ilustra el **proceso AHP**, donde se confrontan las alternativas, respecto al criterio de: **Mayor relación Costo-Beneficio**, para a par, con el objetivo de identificar aquellas que tienen mayor impacto, en las que no tienen impacto, se realiza el cálculo de uno sobre la cantidad que se le asignó a la alternativa que obtuvo la mayor asignación después se normaliza los datos asignados y calculados. Finalmente se obtiene el vector promedio, que será utilizado en la última tabla.

## Comparativo costos ciclovías

### Comparativo Costos Alternativa 1

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17
Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias	
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00	
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00	
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00	
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56	
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06	
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba							

Extensión de la alternativa en kms		10.9		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte publico, 190HP,	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP,	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP,	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento
900gr al dia	1406.1	2834	2441.6	1526



Comparativo Costos Alternativa 2

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17	
Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba						

Extensión de la alternativa en kms		9.26		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al dia	1194.54	2407.6	2074.24	1296.4



Comparativo Costos Alternativa 3

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17	
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba						

<b>Extension de la alternativa en kms</b>		<b>5.98</b>		
<b>Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte</b>				
<b>Caminando o en bicicleta</b>	<b>Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l</b>	<b>Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l</b>	<b>Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l</b>	<b>Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas</b>
<b>900gr al día</b>	<b>771.42</b>	<b>1554.8</b>	<b>1339.52</b>	<b>837.2</b>



Comparativo Costos Alternativa 4

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1			1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17
Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba						

<b>Extension de la alternativa en kms</b>		<b>5.85</b>		
<b>Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte</b>				
<b>Caminando o en bicicleta</b>	<b>Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l</b>	<b>Sedan grande, 6.3L V12 500HP, Rendimiento 6km/l</b>	<b>Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l</b>	<b>Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas</b>
<b>900gr al dia</b>	<b>754.65</b>	<b>1521</b>	<b>1310.4</b>	<b>819</b>



Comparativo Costos Alternativa 5

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17	
	Supuestos de salud				Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba						

Extensión de la alternativa en kms		5.04		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	650.16	1310.4	1128.96	705.6



Comparativo Costos Alternativa 6

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17
Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias	
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00	
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00	
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00	
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56	
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06	
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba							

Extensión de la alternativa en kms		4.91		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L- V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6- 4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al dia	633.39	1276.6	1099.84	687.4



Comparativo Costos Alternativa 7

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17	
	Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte público
	Costo de la hipertension	Csoto diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56
Punto de equilibrio, numero de personas ai mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba						

Extension de la alternativa en kms		5.38		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6 4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al dia	694.02	1398.8	1205.12	753.2



Comparativo Costos Alternativa 8

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17
Supuestos de salud							Supuestos ahorro en gastos de transporte público	
	Costo de la hipertension	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias	
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00	
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00	
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00	
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56	
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06	
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba							

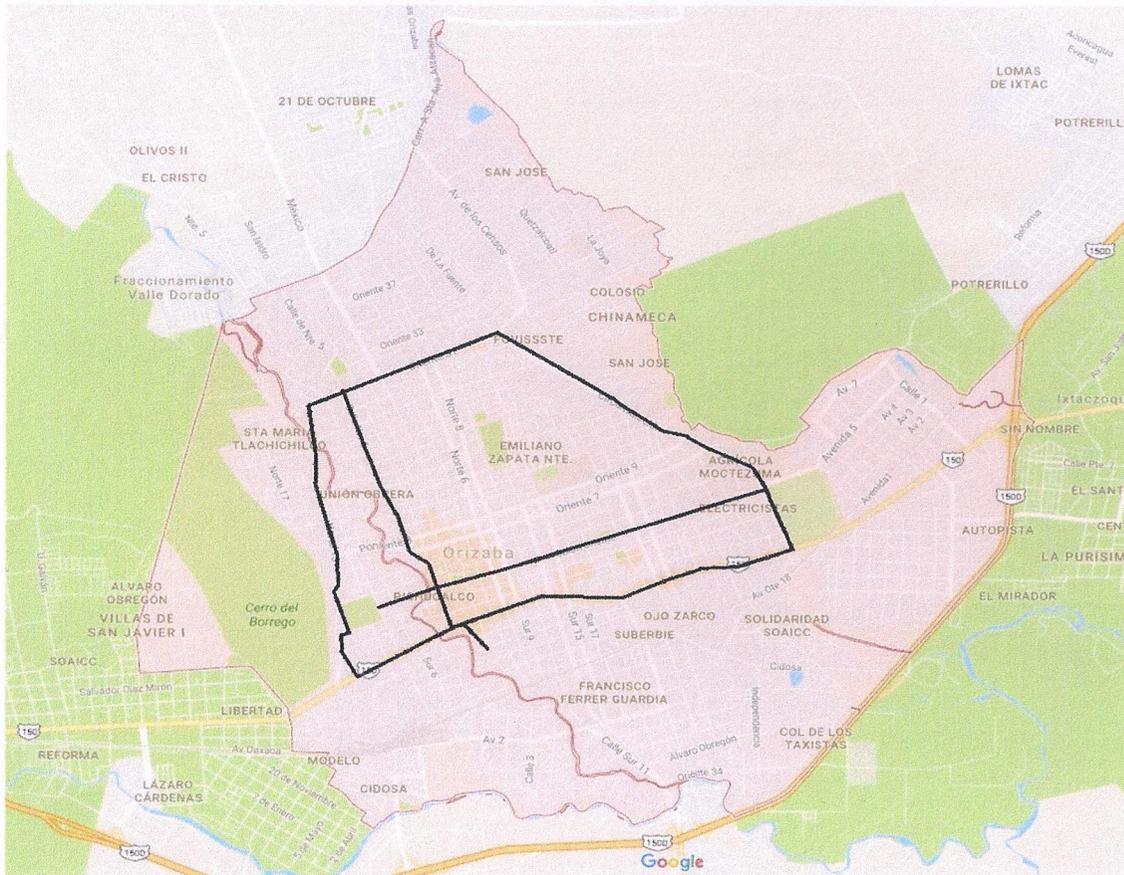
Extensión de la alternativa en kms		5.25		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al dia	677.25	1365	1176	735



Comparativo Costos Alternativa 9

Costo ciclovía	\$ 66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	Suma de CF+CA+CV=	\$ 19,218.17
Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertension	Csoto diabetes	Costo diabetes e hipertension	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 dias	Jornada laboral 6 dias	
Costos al año	\$ 13,359.00	\$ 19,399.00	\$ 98,500.00	\$ 26,132.96	\$ 283,241.96	\$ 4,680.00	\$ 5,616.00	
Costos al mes	\$ 1,113.25	\$ 1,616.58	\$ 8,208.33	\$ 2,177.75	\$ 23,603.50	\$ 390.00	\$ 468.00	
1er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
2do año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
3er año	\$ 13,626,180.00	\$ 19,786,980.00	\$ 100,470,000.00	\$ 26,655,619.20	\$ 288,906,799.20	\$ 4,773,600.00	\$ 5,728,320.00	
Total	\$ 40,878,540.00	\$ 59,360,940.00	\$ 301,410,000.00	\$ 79,966,857.60	\$ 866,720,397.60	\$ 14,320,800.00	\$ 17,184,960.00	
Periodo de recuperacion de la inversion (PRI) en años	4.86	3.35	0.66	2.48	0.23	13.87	11.56	
Punto de equilibrio, numero de personas al mes	17.26	11.89	2.34	8.82	0.81	49.28	41.06	
Flujo de efectivo	Al ser un proyecto social y no cobrar por el uso de la ciclovía, no se cuenta con ingresos, solo podrian ser aplicables en el caso de que se contara con personas que inviertan en el proyecto de la ciclovía Orizaba							

<b>Extension de la alternativa en kms</b>		<b>14.3</b>		
<b>Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte</b>				
<b>Caminando o en bicicleta</b>	<b>Transporte publico, 190HP, Rendimiento 40km/l</b>	<b>Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l</b>	<b>Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l</b>	<b>Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas</b>
<b>900gr al dia</b>	<b>1844.7</b>	<b>3718</b>	<b>3203.2</b>	<b>2002</b>

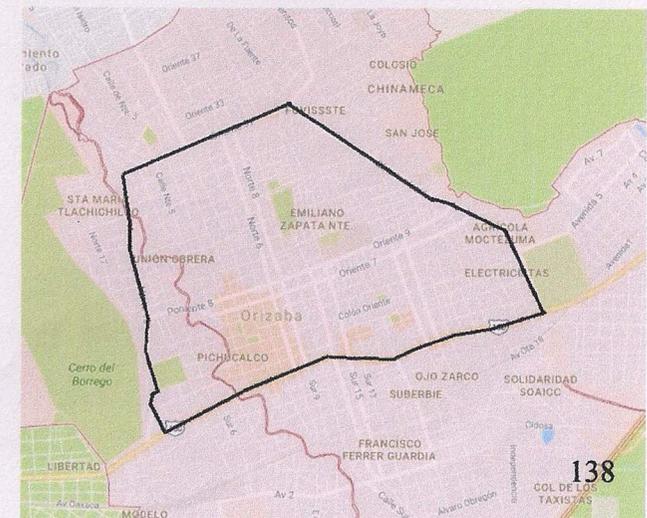


## Tablas análisis Costo-Beneficio

### Costo beneficio respecto a la alternativa 2

Costo ciclovia	\$66,205,776.87	Capacidad real Ciclovia caso 1				1020	Alternativa 2	
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días	
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00	
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00	
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00	

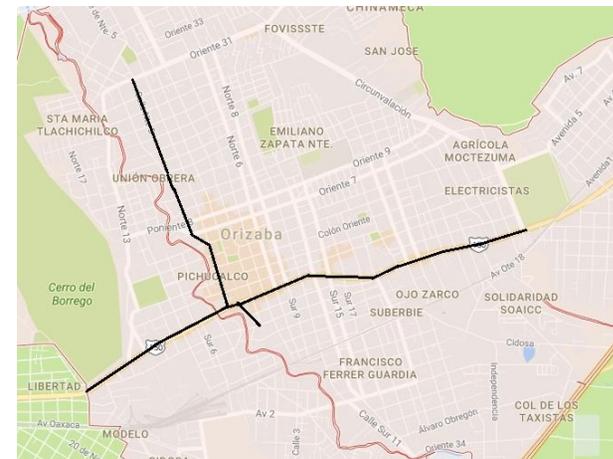
Extensión de la alternativa en kms		9.26		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	1194.54	2407.6	2074.24	1296.4



### Costo beneficio respecto a la alternativa 3

Costo ciclovía	\$66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	Alternativa 3	
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días	
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00	
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00	
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00	

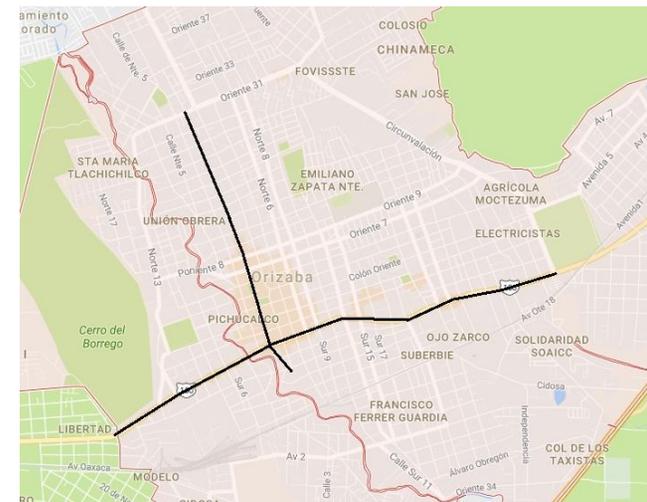
Extensión de la alternativa en kms		5.98		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	771.42	1554.8	1339.52	837.2



### Costo beneficio respecto a la alternativa 4

Costo ciclovía	\$66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020		<b>Alternativa 4</b>	
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00

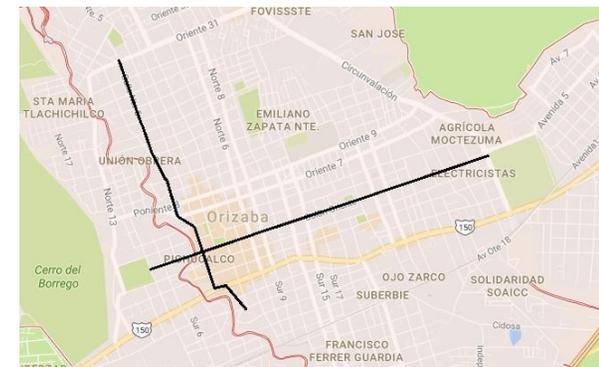
Extensión de la alternativa en kms		5.85		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	754.65	1521	1310.4	819



### Costo beneficio respecto a la alternativa 5

Costo ciclovía	\$66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1			1020	Alternativa 5	
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00

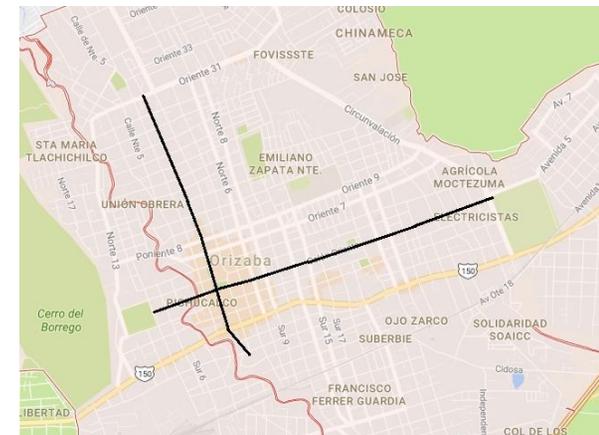
Extensión de la alternativa en kms		5.04		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	650.16	1310.4	1128.96	705.6



### Costo beneficio respecto a la alternativa 6

Costo ciclovía	\$66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020	<b>Alternativa 6</b>		
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00

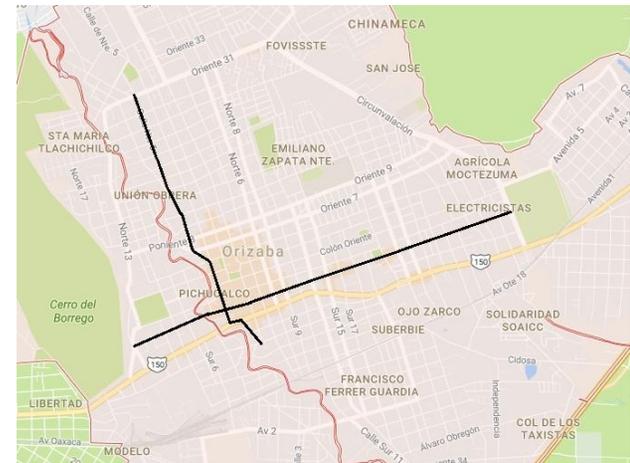
Extensión de la alternativa en kms		4.91		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	633.39	1276.6	1099.84	687.4



### Costo beneficio respecto a la alternativa 7

Costo ciclovía	\$66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	Alternativa 7	
Supuestos de salud						Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días	
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00	
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00	
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00	

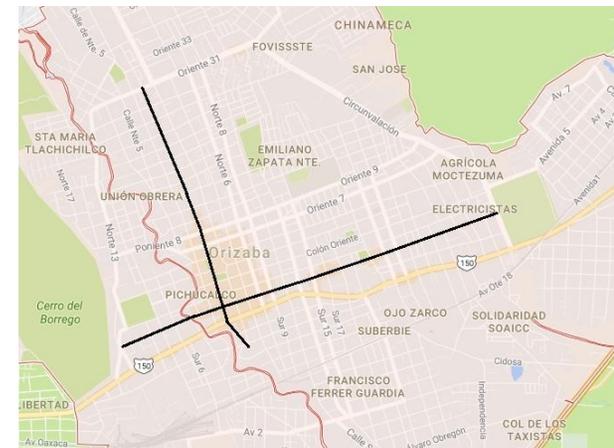
Extensión de la alternativa en kms		5.38		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	694.02	1398.8	1205.12	753.2



### Costo beneficio respecto a la alternativa 8

Costo ciclovía	\$66,205,776.87		Capacidad real Ciclovía caso 1	1020	<b>Alternativa 8</b>		
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico	
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00

Extensión de la alternativa en kms		5.25		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	677.25	1365	1176	735



### Costo beneficio respecto a la alternativa 9

Costo ciclovía	\$66,205,776.87	Capacidad real Ciclovía caso 1				1020	<b>Alternativa 9</b>	
	Supuestos de salud					Supuestos ahorro en gastos de transporte publico		
	Costo de la hipertensión	Costo diabetes	Costo diabetes e hipertensión	Costo obesidad leve	Costo obesidad grave	Jornada laboral 5 días	Jornada laboral 6 días	
Costos al año	\$13,359.00	\$19,399.00	\$98,500.00	\$26,132.96	\$283,241.96	\$4,680.00	\$5,616.00	
Costos al mes	\$1,113.25	\$1,616.58	\$8,208.33	\$2,177.75	\$23,603.50	\$390.00	\$468.00	
1er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
2do año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
3er año	\$13,626,180.00	\$19,786,980.00	\$100,470,000.00	\$26,655,619.20	\$288,906,799.20	\$4,773,600.00	\$5,728,320.00	
Total	\$40,878,540.00	\$59,360,940.00	\$301,410,000.00	\$79,966,857.60	\$866,720,397.60	\$14,320,800.00	\$17,184,960.00	

Extensión de la alternativa en kms		14.3		
Emisiones de CO2 en gr/km por tipo de transporte				
Caminando o en bicicleta	Transporte público, 190HP, Rendimiento 40km/l	Sedan grande, 6.3L-V12 500HP, Rendimiento 6km/l	Sedan compacto 1.6-4L, 106 HP, Rendimiento de 10 a 13 km/l	Micro auto, 1.4-4L, 98HP, Rendimiento de 17km/l o mas
900gr al día	1844.7	3718	3203.2	2002



## Concentrado de estadísticas Recorridos Recreativos Viernes

### Concentrado de estadísticas Recorridos Recreativos Viernes

1

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 30/9/16		Porcentajes
Total	140	100%
Hombres	91	65.00%
Mujeres	49	35.00%
Hora salida	20:19	
Hora llegada	21:39	
Tiempo del recorrido	01:20	
tiempo en minutos	80	

2

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 7/10/16		Porcentajes
Total	116	100%
Hombres	78	67.24%
Mujeres	38	32.76%
Hora salida	20:25	
Hora llegada	21:46	
Tiempo del recorrido	01:21	
tiempo en minutos	81	

3

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 14/10/16		Porcentajes
Total	82	100%
Hombres	67	81.71%
Mujeres	15	18.29%
Hora salida	20:32	
Hora llegada	21:43	
Tiempo del recorrido	01:11	
tiempo en minutos	71	

4

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 28/10/16		Porcentajes
Total	126	100%
Hombres	94	74.60%
Mujeres	32	25.40%
Hora salida	20:20	
Hora llegada	21:46	
Tiempo del recorrido	01:26	
tiempo en minutos	86	

5

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 25/11/16		Porcentajes
Total	78	100%
Hombres	62	79.49%
Mujeres	16	20.51%
Hora salida	20:33	
Hora llegada	21:51	
Tiempo del recorrido	01:18	
tiempo en minutos	78	

6

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 16/12/17		Porcentajes
Total	89	100%
Hombres	65	73.03%
Mujeres	24	26.97%
Hora salida	20:17	
Hora llegada	21:36	
Tiempo del recorrido	01:19	
tiempo en minutos	79	

7

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 20/1/17		Porcentajes
Total	71	100%
Hombres	54	76.06%
Mujeres	17	23.94%
Hora salida	20:14	
Hora llegada	21:49	
Tiempo del recorrido	01:35	
tiempo en minutos	95	

8

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 17/3/17		Porcentajes
Total	149	100%
Hombres	117	78.52%
Mujeres	32	21.48%
Hora salida	20:26	
Hora llegada	21:41	
Tiempo del recorrido	01:15	
tiempo en minutos	75	

9

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 28/4/17		Porcentajes
Total	162	100%
Hombres	95	63.76%
Mujeres	67	44.97%
Hora salida	20:07	
Hora llegada	21:29	
Tiempo del recorrido	01:22	
tiempo en minutos	82	

10

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 19/5/17		Porcentajes
Total	138	100%
Hombres	101	67.79%
Mujeres	37	24.83%
Hora salida	20:14	
Hora llegada	21:31	
Tiempo del recorrido	01:17	
tiempo en minutos	77	

11

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 9/6/17		Porcentajes
Total	117	100%
Hombres	96	64.43%
Mujeres	21	14.09%
Hora salida	20:29	
Hora llegada	21:57	
Tiempo del recorrido	01:28	
tiempo en minutos	88	

12

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 29/7/17		Porcentajes
Total	136	100%
Hombres	107	71.81%
Mujeres	29	19.46%
Hora salida	20:17	
Hora llegada	21:32	
Tiempo del recorrido	01:15	
tiempo en minutos	75	

13

Recorrido Recreativo Viernes		
Datos del día viernes 4/8/17		Porcentajes
Total	116	100%
Hombres	82	55.03%
Mujeres	34	22.82%
Hora salida	20:24	
Hora llegada	21:58	
Tiempo del recorrido	01:34	
tiempo en minutos	94	

Total de recorridos monitoreados	13
----------------------------------	----

Promedio de participantes	117
---------------------------	-----

Hombres	85
---------	----

Mujeres	32
---------	----

Promedio general del recorrido	81.65
	minutos

Auto::Fit of Distributions

<b>Reporte distribution</b>	<b>Auto::Fit of Distributions rank</b>	<b>acceptance</b>
Uniform(71., 162)	100	do not reject
Lognormal(71., 3.68, 0.786)	19.9	do not reject

## goodness of fit

Reporte goodness of fit	
data points	13
estimates	maximum likelihood estimates
accuracy of fit	3.e-004
level of significance	5.e-002

## summary

distribution	Kolmogorov Smirnov	Anderson Darling
Lognormal	0.256	0.987
Uniform	0.187	0.435

## detail

## Lognormal

minimum	=	71. [fixed]
mu	=	3.68035
sigma	=	0.78585

## Kolmogorov-Smirnov

data points	13
ks stat	0.256
alpha	5.e-002
ad stat(13,5.e-002)	0.361
p-value	0.306
result	DO NOT REJECT

## Anderson-Darling

data points	12
ad stat	0.987
alpha	5.e-002
ad stat(5.e-002)	2.49
p-value	0.364
result	DO NOT REJECT

## Uniform

minimum	=	71. [fixed]
maximum	=	162.

## Kolmogorov-Smirnov

data points	13
ks stat	0.187
alpha	5.e-002

ad stat(13,5.e-002)	0.361
p-value	0.688
result	DO NOT REJECT
Anderson-Darling	
data points	11
ad stat	0.435
alpha	5.e-002
ad stat(5.e-002)	2.49
p-value	0.814
result	DO NOT REJECT