

# **Análisis Costo-Beneficio**

## **MODERNIZACIÓN DEL MALECÓN DEL RÍO EN LEÓN**

**ABRIL 2023**

**Documento elaborado conforme a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público  
Publicados el día 30 de diciembre de 2013 en el Diario Oficial de la Federación.**

# CONTENIDO

I. 7

II. 13

A) 14

B) 22

C) 25

D) 32

III. 36

A) 38

B) 39

C) 40

D) 42

E) 46

IV. 58

A) 58

B) 70

C) 72

D) 76

E) 77

F) 77

G) 78

H) 83

I) 83

J) 84

K) 85

L) 89

M) 92

V. 104

A) 104

B) 105

C) 107

D) 108

E) 110

VI. 111

ANEXOS



## Lista de Imágenes

|   |    |
|---|----|
| <i>Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de León, Gto.</i>                         | 13 |
| <i>Imagen 2 Ubicación de los Cuellos de Botella</i>   | 14 |
| <i>Imagen 3 Inicio de Tramos de la oferta en la situación Actual.</i>                               | 21 |
| <i>Imagen 4. Tramos de la oferta en la situación Actual.</i>  | 22 |
| <i>Imagen 5 Datos de la oferta Actual por tramo.</i>  | 23 |
| <i>Imagen 6. Localización de los Aforos y Estaciones Maestras</i>                                   | 25 |
| <i>Imagen 7 TDPA´s de las Estaciones Maestras (2018)</i>  | 26 |
| <i>Imagen 8. Comportamiento horario de la demanda actual de la Zona de Estudio</i>                  | 27 |
| <i>Imagen 9. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular</i>                               | 28 |
| <i>Imagen 10 Demanda actual por tramos.</i>   | 29 |
| <i>Imagen 11. Secciones Tramo 1</i>   | 58 |
| <i>Imagen 12. Secciones Tramo 2A</i>  | 59 |
| <i>Imagen 13 Secciones Tramos 2C y 2D</i>   | 60 |
| <i>Imagen 14. Secciones Tramo 3</i>   | 61 |
| <i>Imagen 15. Secciones tramo 4A</i>  | 61 |
| <i>Imagen 16 Secciones tramo 5A</i>   | 63 |
| <i>Imagen 17 Secciones tramo 5B</i>   | 64 |
| <i>Imagen 18 Secciones tramo 5C</i>   | 64 |
| <i>Imagen 19. Tramos a construir por Etapas en Malecón del Río, Sentido Norte-Sur.</i>              | 66 |
| <i>Imagen 20 Render Malecón del Río Tramo 1</i>   | 66 |
| <i>Imagen 21. Render Malecón del Río Tramo 2</i>  | 67 |
| <i>Imagen 22 Render Malecón del Río Tramo 3</i>   | 67 |
| <i>Imagen 23. Render Malecón del Río Tramo 4</i>  | 67 |
| <i>Imagen 24 Render Malecón del Río Tramo 5</i>   | 68 |
| <i>Imagen 25. Ubicación en la red carretera</i>   | 71 |
| <i>Imagen 26. Coordenadas inicio y fin del proyecto</i>   | 71 |
| <i>Imagen 27 Tramos por Etapas</i>  | 72 |
| <i>Imagen 28. Tramos de la oferta en la situación con proyecto</i>                                  | 83 |
| <i>Imagen 29 Inicio de Tramos de la oferta en la situación con proyecto.</i>                        | 84 |
| <i>Imagen 30 Datos por tramo de la oferta situación con proyecto.</i>                               | 86 |
| <i>Imagen 31 Demanda Proyecto por Tramo.</i>  | 88 |
| <i>Imagen 32 Demanda de la Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo</i>  | 89 |
| <i>Imagen 33 Comparativa de Oferta de la Situación Actual y Situación con Proyecto.</i>             | 90 |
| <i>Imagen 34 Comparativa de Demanda de la Situación Actual y Situación con Proyecto.</i>            | 90 |
| <i>Imagen 35 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 1 – 2A</i>        | 91 |
| <i>Imagen 36 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 2B – 2C.</i>      | 91 |
| <i>Imagen 37 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 3 - 4.</i>        | 91 |
| <i>Imagen 38 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 5A – 5B.</i>      | 92 |
| <i>Imagen 39 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 1 – 2A</i>        | 92 |
| <i>Imagen 40 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 2B – 2C – 2D.</i> | 92 |
| <i>Imagen 41 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 3 – 4A.</i>       | 93 |
| <i>Imagen 42 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 4A – 5A.</i>      | 93 |
| <i>Imagen 43 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 5B – 5C.</i>      | 93 |

## Lista de Tablas

|   |     |
|---|-----|
| <i>Tabla 1 Componentes del Proyecto</i>   | 9   |
| <i>Tabla 2 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Asfalto</i>   | 10  |
| <i>Tabla 3 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Hidráulico</i>  | 10  |
| <i>Tabla 4. Datos de la oferta Actual.</i>  | 22  |
| <i>Tabla 5 Características de las Rampas Existentes</i>   | 23  |
| <i>Tabla 6 Condición del camino por IRI para Concreto Hidráulico y Asfáltico</i>  | 24  |
| <i>Tabla 7 Localización de los Aforos y Estaciones Maestras</i>   | 25  |
| <i>Tabla 8. Resultados de EM-01</i>   | 27  |
| <i>Tabla 9. Resultados de EM-02</i>   | 27  |
| <i>Tabla 10. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular</i>   | 28  |
| <i>Tabla 11 TDPA por Tramo (2018) Actualizado al 2023</i>   | 28  |
| <i>Tabla 12. Demanda actual</i>   | 29  |
| <i>Tabla 13 TCMA</i>  | 30  |
| <i>Tabla 14 Tiempos de Recorrido Situación Actual.</i>  | 30  |
| <i>Tabla 15. Velocidades situación actual</i>   | 31  |
| <i>Tabla 16 Nivel De Servicio para Calles Urbanas</i>   | 31  |
| <i>Tabla 17. Niveles de servicio durante la hora de máxima demanda en la situación actual</i>   | 32  |
| <i>Tabla 18. CGV situación actual</i>   | 33  |
| <i>Tabla 19. Optimizaciones</i>   | 37  |
| <i>Tabla 20. Datos de la oferta actual sin proyecto (optimizada)</i>  | 38  |
| <i>Tabla 21. Demanda en la situación optimizada</i>   | 39  |
| <i>Tabla 22 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación sin el PPI</i>   | 39  |
| <i>Tabla 23. Niveles de servicio y velocidades en la situación sin proyecto</i>   | 41  |
| <i>Tabla 24. CGV situación sin proyecto (optimizada)</i>  | 43  |
| <i>Tabla 25 Monto total de la Alternativa 1</i>   | 50  |
| <i>Tabla 26 Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos) Alternativa 2</i>   | 54  |
| <i>Tabla 27 Monto total de la Alternativa 2</i>   | 54  |
| <i>Tabla 28. Flujo de costos de mantenimiento de Ambas Alternativas</i>   | 54  |
| <i>Tabla 29. Análisis de alternativas (miles de pesos)</i>  | 55  |
| <i>Tabla 30. Resumen de Componentes del Proyecto</i>  | 68  |
| <i>Tabla 31. Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos</i>   | 69  |
| <i>Tabla 32 Coordenadas de los Tramos de Proyecto</i>   | 72  |
| <i>Tabla 33 Calendario Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatad)</i>   | 74  |
| <i>Tabla 34 Calendario Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)</i>                                | 74  |
| <i>Tabla 35 Calendario de avance físico y financiero Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatad)</i>   | 74  |
| <i>Tabla 36. Calendario de avance físico y financiero Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)</i> | 74  |
| <i>Tabla 37 Montos de inversión por etapas.</i>   | 75  |
| <i>Tabla 38 Fuentes de financiamiento</i>   | 75  |
| <i>Tabla 39. Nivel de Servicio por Tramo</i>  | 76  |
| <i>Tabla 40 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación con el PPI</i>   | 78  |
| <i>Tabla 41. Metas físicas del proyecto</i>   | 81  |
| <i>Tabla 42. Datos de la oferta situación con Proyecto</i>  | 84  |
| <i>Tabla 43 Características de las Rampas con Proyecto</i>  | 87  |
| <i>Tabla 44. Demanda Proyecto</i>   | 87  |
| <i>Tabla 45 Demanda Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo</i>   | 88  |
| <i>Tabla 46. Niveles de servicio en la situación con proyecto</i>   | 94  |
| <i>Tabla 47. CGV de la situación con proyecto (miles de pesos)</i>  | 98  |
| <i>Tabla 48 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Asfáltico</i>  | 102 |
| <i>Tabla 49 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Hidráulico</i>   | 102 |
| <i>Tabla 50. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos)</i>  | 102 |
| <i>Tabla 51. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto hidráulico (miles de pesos)</i>   | 103 |
| <i>Tabla 52. Costos por Molestias</i>   | 103 |
| <i>Tabla 53. Parámetros para estimar el valor del tiempo</i>  | 104 |
| <i>Tabla 54. Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto</i>  | 104 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Tabla 55. Parámetros para obtener los costos de operación vehicular</i>                                 | 105 |
| <i>Tabla 56. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto</i> | 105 |
| <i>Tabla 57. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión</i>   | 106 |
| <i>Tabla 58. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento</i>                                    | 107 |
| <i>Tabla 59. Análisis de sensibilidad a la demanda</i>   | 107 |

## **Lista de Fotografías**

|  |    |
|--|----|
| <i>Fotografía 1 Cuello de botella en la Rampa de Descenso antes de Blvd. Vicente Valtierra</i> | 15 |
| <i>Fotografía 2. Rampas de Acceso</i>  | 15 |
| <i>Fotografía 4 Condiciones del Pavimento</i>  | 15 |
| <i>Fotografía 5 Condiciones del Pavimento</i>  | 16 |
| <i>Fotografía 6 Condiciones del Pavimento</i>  | 16 |
| <i>Fotografía 7 Condiciones del Pavimento</i>  | 16 |
| <i>Fotografía 8 Condiciones del Pavimento</i>  | 17 |
| <i>Fotografía 9 Tramo 1</i>  | 17 |
| <i>Fotografía 10 Tramo 2A</i>  | 18 |
| <i>Fotografía 11 Tramo 2B</i>  | 18 |
| <i>Fotografía 12 Características Tramo 2C</i>  | 18 |
| <i>Fotografía 13 Características Tramo 2B a 200 m antes de Republica</i>                       | 19 |
| <i>Fotografía 14 Características Tramo 3 Puente Blvd. A. López Mateos</i>                      | 19 |
| <i>Fotografía 15 Características de Tramo 4</i>  | 19 |
| <i>Fotografía 16 Tramo 5A Después del Puente Niza</i>  | 20 |
| <i>Fotografía 17 Tramo 5A Antes del Puente Niza y Tramo 5B</i>                                 | 20 |
| <i>Fotografía 18 Colocación de Aforos Automáticos</i>  | 26 |
| <i>Fotografía 19 Colocación de Aforos Automáticos</i>  | 26 |
| <i>Fotografía 20 Toma de tiempos de recorrido</i>  | 30 |

# Análisis Costo-Beneficio

## MODERNIZACIÓN DEL MALECÓN DEL RÍO EN LEÓN

### I. Resumen Ejecutivo

#### Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

El objetivo del Proyecto, atendiendo el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato y el Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, consiste en mejorar la velocidad y la seguridad de los usuarios, así como dar mayor capacidad de la modernización del Malecón del Río en León, en el tramo que va desde el Blvd. Vicente Valtierra a la Calle Wagner, para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios, reduciendo los costos de operación vehicular y el tiempo de recorrido.

Problemática Identificada

Ante el exponencial crecimiento de la mancha urbana de León y el aumento del flujo vehicular que circula diariamente en la Ciudad es necesario contar con vialidades que ofrezcan a los usuarios traslados seguros y de calidad (menor tiempo y costo).

El Malecón del Río atraviesa transversalmente la Ciudad de León, Guanajuato por lo que a través de ella circula un alto flujo vehicular ya que conecta la zona sur y norte con el centro de la Ciudad.

La vialidad en estudio presenta características físicas deficientes ya que a lo largo de la misma tiene cambios de sección; los carriles del Malecón del Río dependiendo de cada tramo oscilan entre uno y tres lo que se traduce en que los usuarios que transitan por esta vía no tengan un recorrido constante.

El crecimiento del parque vehicular y las condiciones actuales que presenta el Malecón del Río generan congestionamientos en la vialidad en horas pico del día, lo que provoca mayores costos generalizados de viaje al aumentar los costos por tiempo de recorrido y los costos de operación vehicular, aunado a una mayor contaminación, desperdicio de energía y mayor probabilidad de accidentes.

Otra de las problemáticas del Malecón del Río en su parte inferior son los cuellos de botella ya que se presentan interrupciones en la circulación debido a la incorporación de vehículos por las rampas de acceso y al no mantener dos carriles, los puntos en los que se suscitan estos problemas son los siguientes: debajo del Puente de Calle Republica (21.124271°, -101.674297°), la rampa de descenso de Blvd. Vicente Valtierra (21.135715°, -101.678849°), y la rampa de descenso del Blvd. Miguel Hidalgo (21.132796°, -101.678321°).

Estas deficiencias e irregularidades necesitan ser solventadas, buscando una mejora en el proyecto que asegure una mejora en la vialidad, brindando mayor eficacia y seguridad para los automovilistas.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).
- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto hidráulico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -

Breve descripción del PPI



101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.**

Intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

Tramo 2. Con una longitud de 985 m con los siguientes alcances:

Vialidad inferior:

- Reducción a un carril del 20+000 al 20+140, considera la adecuación a dos carriles del 20+140 al 20+740 y adecuación de la rampa de ascenso de dos carriles del 20+740 al 20+960. Incluye la ampliación de obra de drenaje menor en el 20+750. El ancho de los carriles es variable de 3.25 m a 3.50 m, con un ancho de acotamientos de ancho variable.

Vialidad superior.

- Rehabilitación de 2 carriles del 20+090 al 20+125, construcción de rampa de descenso para 1 carril del 20+125 al 20+320; disminución de dos a un carril, más banqueta de ancho variable y ciclovía de 1.20 m esto del 20+125 al 20+275. Adecuación de dos carriles del 20+960 al 20+985. El ancho de los carriles es variable de 3.05 m a 3.50 m con acotamientos de anchos variables.

Tramo 3. Con una longitud de 840 m con los siguientes alcances:

Vialidad inferior:

- Ampliación a dos carriles del 30+220 al 30+520; y del Km 30+520 al 30+710 ampliación a dos carriles de la rampa de ascenso; concluyendo en la vialidad superior, con ancho de carril de 3.5m y acotamientos de 0.6m del lado izquierdo y 1.8m del lado derecho.

Vialidad superior:

- Rehabilitación de 2 carriles del km 30+000 al km 30+113, y adecuación del carril izquierdo para generar la rampa de descenso. Del km 30+113 al km 30+220 adecuación de una rampa de descenso de 1 carril. Del 30+520 al 30+710 reducción a un carril, se amplía la banqueta a 4.15 m. Ampliación a 3 carriles del km 30+710 al 30+840 y adicional a los 840m, el proyecto incluye la rehabilitación del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral. Los carriles son variables de 3.14 m a 3.50m, incluye acotamientos de anchos variables.

El análisis del presente ACB finaliza en las coordenadas 21.113241°, -101.665168° en el cadenamamiento 30+840, dónde se termina la

intervención de los pavimentos u obra civil, es preciso mencionar que el Proyecto Ejecutivo termina en las coordenadas 21.112981°, -101.665026° en el cadenamiento 30+870; por lo que en el tramo que comprende de las coordenadas 21.113241°, -101.665168° al 21.112981°, -101.665026° solo se ejecutará el señalamiento horizontal y vertical, la cual no afecta las condiciones de circulación de los vehículos.

La inversión que se realizará en los tramos mencionados en el párrafo anterior considera: terracerías, estructuras, pavimentos de concreto hidráulico, banquetas, ciclovía, señalamiento horizontal y vertical, paisaje urbano, lavaderos pluviales, alcantarillado, agua potable, descargas domiciliarias, electrificación y alumbrado público.

### Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte  
Evaluación

de El horizonte de evaluación del proyecto es por un periodo de 31 años, considerando 1 para su construcción y 30 años de operación o vida útil.

Descripción de los  
principales costos del  
PPI

**Etapas de ejecución.** - La inversión total estimada es de \$181,993,917.58 incluyendo el IVA, precios 2023.

De igual forma, La inversión se dividirá por etapas. La etapa Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León, corresponde a un monto de \$119,550,000.00 incluyendo IVA. La segunda etapa, Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo, que corresponden a un monto de \$62,443,917.58.

En la siguiente tabla se muestran los componentes por etapas y en monto total:

*Tabla 1 Componentes del Proyecto*

| Componente  | Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León. | Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo | Total           |
|-------------|---|---|-----------------|
|             | Fuente Estatal  | Fuente Municipal  |                 |
| Terracerías | \$9,623,880.79  | \$1,103,876.86  | \$10,727,757.65 |
| Estructuras | \$59,700,729.28   | \$40,231,639.08   | \$99,932,368.36 |
| Pavimentos  | \$25,739,805.23   | \$8,857,097.29  | \$34,596,902.52 |
| Banquetas   | \$561,709.37  | \$0.00  | \$561,709.37    |
| Ciclovías   | \$175,407.35  | \$0.00  | \$175,407.35    |

|                              |                         |                        |                         |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Señalamiento Operativo       | \$1,228,697.56          | \$278,581.19           | \$1,507,278.75          |
| Paisaje Urbano               | \$256,647.52            | \$560,189.81           | \$816,837.33            |
| Lavaderos Pluviales          | \$335,762.92            | \$572,516.70           | \$908,279.62            |
| Alcantarillado               | \$1,473,399.66          | \$2,023,546.63         | \$3,496,946.29          |
| Agua Potable                 | \$2,541,038.11          | \$0.00                 | \$2,541,038.11          |
| Descargas Domiciliarias      | \$934,331.76            | \$0.00                 | \$934,331.76            |
| Alumbrado y Electrificación  | \$488,935.28            | \$203,515.87           | \$692,451.15            |
| Subtotal                     | \$103,060,344.83        | \$53,830,963.43        | \$156,891,308.26        |
| IVA                          | \$16,489,655.17         | \$8,612,954.15         | \$25,102,609.32         |
| <b>Total de la Inversión</b> | <b>\$119,550,000.00</b> | <b>\$62,443,917.58</b> | <b>\$181,993,917.58</b> |

Fuente: Dirección de Obra Pública

**Etapas de operación.** - Durante la etapa de operación, se consideran los costos de mantenimiento y conservación, y que corresponden a lo siguiente:

Tabla 2 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Asfalto

| Monto miles de pesos por año \$/km/carril |                              |                            |                               |
|---|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Rutinario o Anual                         | Bacheo General (cada 4 años) | Sobrecarpeta (Cada 8 años) | Reconstrucción (cada 16 años) |
| 34  | 250                          | 1,000                      | 2,500                         |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

Tabla 3 Mantenimiento y conservación (miles de pesos). Hidráulico

| Monto miles de pesos por año \$/km/carril |                                      |                                 |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| Rutinario Anual                           | Reparación Superficial (cada 5 años) | Reparación Mayor (cada 10 años) |
| 34  | 500                                  | 1,200                           |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

**Costos por molestias.** - Durante la etapa de construcción, se consideran los costos de molestias, debido a demoras extras que pudiera llegar a presentarse. Estos costos se estiman en \$120,231 miles de pesos.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Los beneficios esperados y cuantificados son derivados del ahorro en tiempos de viaje y ahorros en costos de operación vehicular, mismos que se reflejan en:

- Aumentar las velocidades de operación con lo que se generarán ahorros en los tiempos de recorrido y los costos de operación
- Mejorar los niveles de servicio
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios
- Disminuir la emisión de contaminantes

Monto total de inversión (con IVA)

El monto total de la inversión se estima en \$181,993,917.58 con IVA.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Riesgos asociados al PPI | <p>Los principales riesgos asociados al proyecto son la disponibilidad del total de los recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto.</p> <p>De igual forma, se cuentan con riesgos relacionados con retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.</p> <p>Otro Riesgo importante es los riesgos meteorológicos, los cuales pueden generar retrasos o afectaciones durante la obra. Una afectación climática importante a considerar son las precipitaciones abundantes, ya que, al tener como proyecto junto a un canal de agua, estas precipitaciones pueden generar inundaciones considerables durante la construcción.</p> |
|--------------------------|--|

|  |  |
|--|--|
| <b>Indicadores de Rentabilidad del PPI</b> |  |
|--|--|

|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Valor Presente Neto (VPN)            | \$ 584,567 miles de pesos |
| Tasa Interna de Retorno (TIR)        | 27.9 %                    |
| Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) | 44.8 %                    |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Conclusión</b> |  |
|-------------------|--|

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Conclusión del Análisis del PPI | <p>Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.</p> <p>En síntesis, la operación de tránsito se verá beneficiada en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aumentar las velocidades de operación.</li> <li>● Reducir los tiempos de recorrido.</li> <li>● Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.</li> <li>● Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.</li> <li>● Disminuir la posibilidad de accidentes.</li> </ul> |
|---------------------------------|---|

- 
- Mejorar los niveles de servicio.
  - Mayor accesibilidad de la zona.
  - Mejoramiento en la imagen urbana de la ciudad de León.

Con todo lo anterior se mejorará la actividad económica y productiva de la ciudad de León, permitiendo un desplazamiento con mayores velocidades y harán más eficiente los servicios, principalmente industriales y comerciales, debido a una mayor fluidez vehicular constante en este acceso de la ciudad.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización de este proyecto.

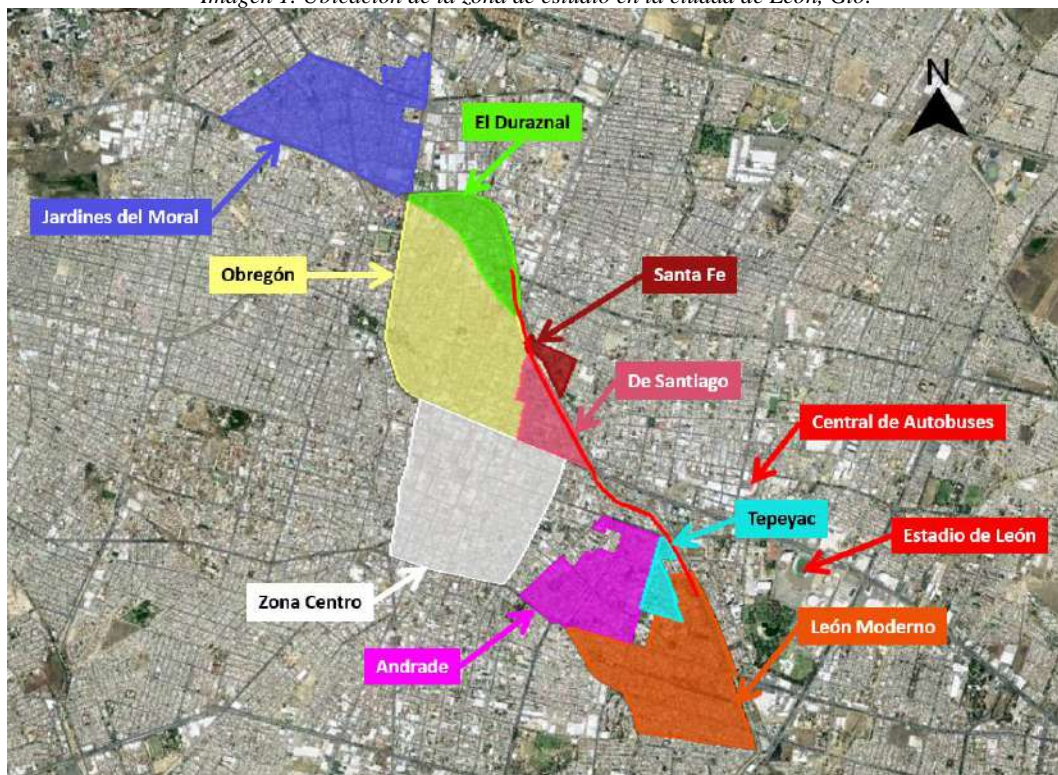
## II. Situación Actual del PPI

### a) Diagnóstico de la Situación Actual

La ciudad de León presenta actualmente una fuerte dinámica de crecimiento demográfico, lo que ha incrementado a su vez la demanda de más servicios urbanos y, consecuentemente, el parque vehicular que circula en la ciudad ha aumentado considerablemente, con una tasa de crecimiento anual del 6.30% en promedio. Además de lo anterior, se encuentra en una ubicación estratégica para el paso de los vehículos que viajan desde el centro del país hacia la frontera norte y viceversa, a través del corredor Querétaro-Cd. Juárez.

En la actualidad la vialidad es parte de las arterias más importantes para despejar el tráfico de la ciudad, siendo Malecón del Río vital para la ciudad y su desarrollo económico, ante el exponencial crecimiento de la mancha urbana de León, el aumento del flujo de transportistas que circulan diariamente, congestionamientos en varias horas del día a lo largo de la zona de estudio además de cuellos de botella en la parte inferior del Malecón, como lo es la rampa de descenso de Calle Republica, Blvd. Miguel Hidalgo y Blvd. Vicente Valtierra, por eso mismo es necesario realizar adecuaciones que permitan una circulación más segura y eficaz. Esta vialidad comunica a la zona centro de la ciudad, a las colonias Jardines del Moral, Andrade, Obregón, Santa Fe, León Moderno, Tepeyac, De Santiago, El Duraznal, entre otras (Imagen 1).

Imagen 1. Ubicación de la zona de estudio en la ciudad de León, Gto.

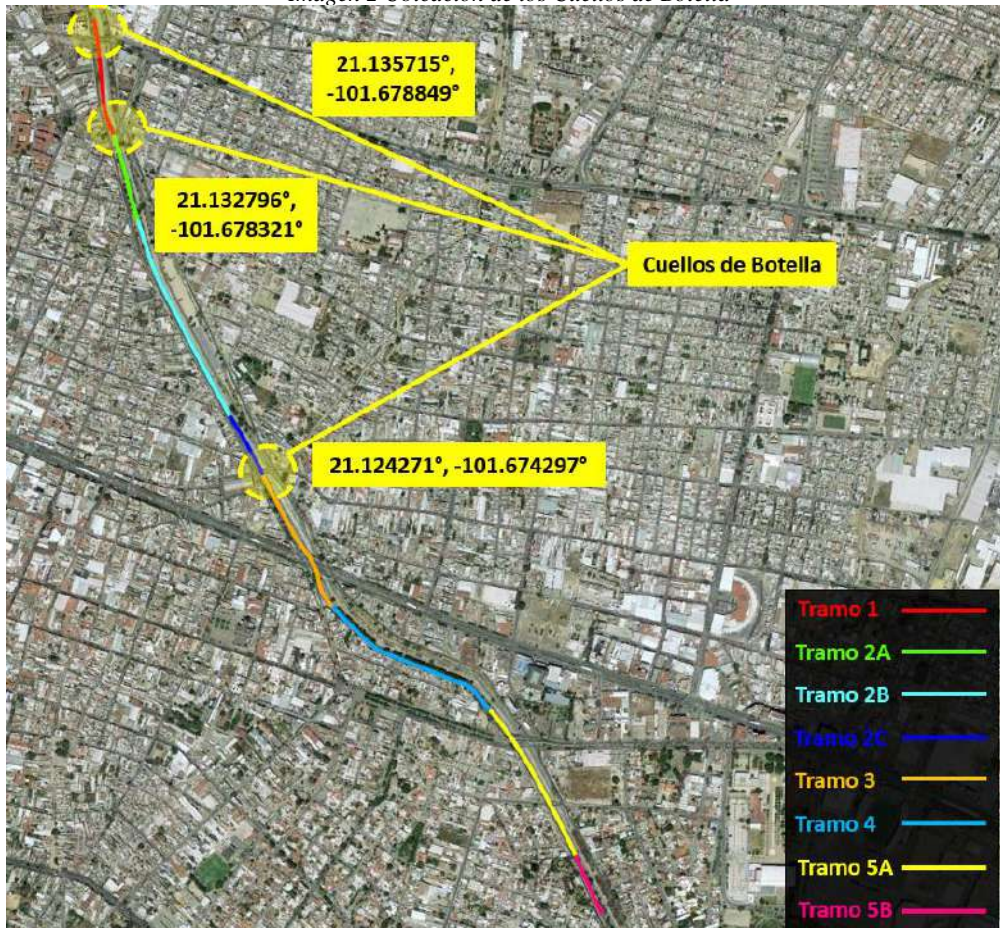


Inicio 21.135715°, -101.678849° y fin 21.113241°, -101.665168°



El problema que se presenta en el sitio del proyecto es el congestionamiento dentro de las horas pico, ya que la vialidad del Malecón del Río, es para los automovilistas una vialidad atractiva al ser de flujo libre y sin interrupciones por intersecciones o semáforos en la parte baja de esta, sin embargo se registra que se presentan en ocasiones interrupciones al flujo debido a la incorporación de vehículos por las rampas de acceso y al no mantener dos carriles existe fricción en estas rampas generando a lo largo de la vialidad inferior cuellos de botella en ciertos puntos, como lo es debajo del Puente de Calle Republica ( $21.124271^{\circ}$ ,  $-101.674297^{\circ}$ ), la rampa de descenso de Blvd. Vicente Valtierra ( $21.135715^{\circ}$ ,  $-101.678849^{\circ}$ ), y la rampa de descenso del Blvd. Miguel Hidalgo ( $21.132796^{\circ}$ ,  $-101.678321^{\circ}$ ) lo que disminuye la velocidad, provocando filas largas sobre la vialidad.

Imagen 2 Ubicación de los Cuellos de Botella



Fuente: Elaboración propia.

Los congestionamientos presentados en los tramos son debido a que en la actualidad la vialidad cuenta con capacidad variable (ver tabla 4) al tener de uno a tres carriles de circulación, y esto aunado a la incorporación y desincorporación de los usuarios a la vialidad inferior se genera cuellos de botella, generando filas con intercambios que generan fricción y aumentando los tiempos de recorrido a lo largo de la zona de estudio. De igual forma el estado del pavimento difiere en los tramos estudios al tener un IRI que va desde 2.5 a 3.6 (ver tabla 4).

*Fotografía 1 Cuello de botella en la Rampa de Descenso antes de Blvd. Vicente Valtierra*



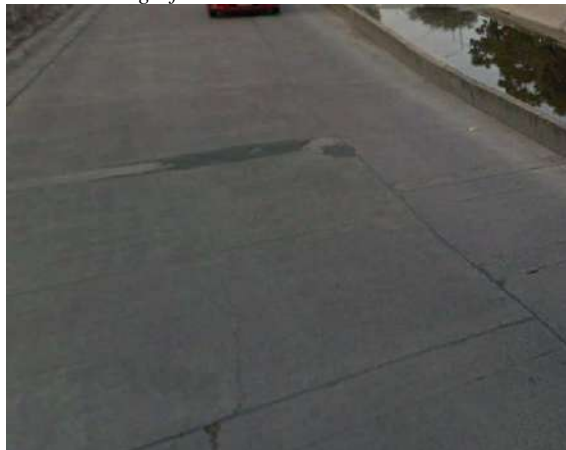
*Coordenadas: 21.135715°, -101.678849° (Tramo 1)*

*Fotografía 2. Rampas de Acceso*



*Coordenadas: 21.124544°, -101.674464° (Tramo 2C)*

*Fotografía 3 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.133567°, -101.678568° (Tramo 1)*



*Fotografía 4 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.128841°, -101.676922° (Tramo 2)*

*Fotografía 5 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.122397°, -101.673238° (Tramo 3)*

*Fotografía 6 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.119658°, -101.670613° (Tramo 4)*

*Fotografía 7 Condiciones del Pavimento*



*Coordenadas: 21.113944°, -101.665511° (Tramo 5)*

Además, la superficie de rodamiento presenta grietas a lo largo de los tramos, tal y como se observan en las fotografías anteriores. Incluso se han presentado accidentes viales fatales sobre Malecón del Río, los accidentes viales afectan a una gran cantidad de vehículos que, en conclusión, los principales problemas que se presentan en el sitio del proyecto son: pérdida de tiempo en horas-usuario, desperdicio de energía y contaminación, accidentes, congestión en horas pico, cuellos de botella en puntos específicos de la parte baja de la vialidad, altos costos generalizados de viaje, entre otros, debido a los altos volúmenes de tránsito que circulan por las vialidades involucradas, formados por flujos locales urbanos, que en promedio circulan a velocidades bajas, así como la falta de un sistema adecuado y funcional de alumbrado en la totalidad de la zona, ya que en condiciones actuales fallan algunas luminarias y otras no iluminan de manera adecuada a lo largo de la zona.

En los apartados siguientes se podrá observar el análisis de la situación actual, donde se presenta el TDPA estimado actual, el cual, se obtuvo de realizar aforos direccionales y colocar estaciones maestras.

*Fotografía 8 Tramo 1*



*Coordenadas: 21.135044°, -101.678741°*

*Fotografía 9 Tramo 2A*



*Coordenadas: 21.132219°, -101.678152°*

*Fotografía 10 Tramo 2B*



*Coordenadas: 21.127625°, -101.676258°*

*Fotografía 11 Características Tramo 2C*



*Coordenadas: 21.124339°, -101.674310°*



*Fotografía 12 Características Tramo 2B a 200 m antes de Republica*



*Coordenadas: 21.126085°, -101.675375°*

*Fotografía 13 Características Tramo 3 Puente Blvd. A. López Mateos*



*Coordenadas: 21.121326°, -101.672671°*

*Fotografía 14 Características de Tramo 4*



*Coordenadas: 21.119312°, -101.669675°*

*Fotografía 15 Tramo 5A Después del Puente Niza*



*Coordenadas: 21.115078°, -101.666090°*

*Fotografía 16 Tramo 5A Antes del Puente Niza y Tramo 5B*



*Coordenadas: 21.117283°, -101.667397°*

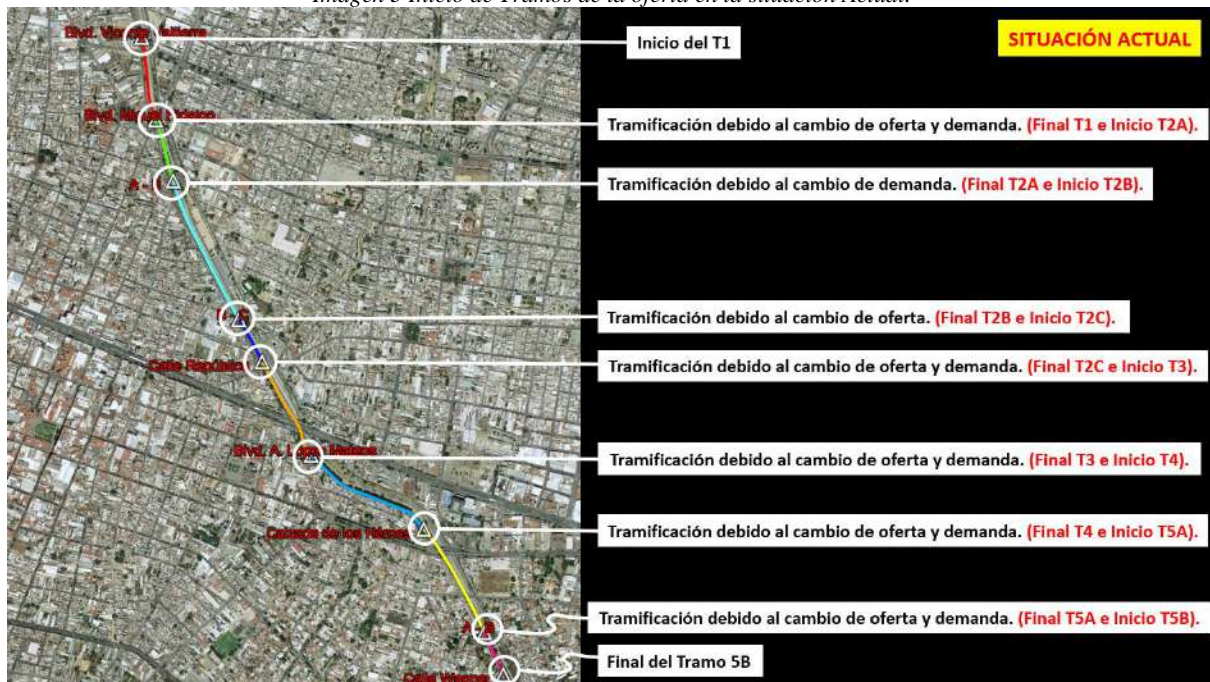


*Coordenadas: 21.114621°, -101.665996°*

## b) Análisis de la Oferta Existente

Se realizó la división de la zona de estudio de la situación actual considerando la oferta y demanda de cada tramo sobre la vialidad Malecón del Río en el sentido Norte - Sur. De manera que la red vial relevante se dividió en 5 tramos, en el desarrollo del análisis se subtramificó en un total de 8 tramos para la situación actual, tal y como se muestra en la Imagen 3 con sus características descritas en la Tabla 4.

Imagen 3 Inicio de Tramos de la oferta en la situación Actual.



Fuente: Elaboración propia

Para la Situación Actual no es posible la determinación cadenamientos que coincidan con los Ejes y Cadenamientos de Proyecto, esto debido a que no tenemos ejes de construcción continua para los 3 segmentos proyectados, esto es porque el proyecto tiene un eje o varios ejes para cada tramo, esto para que cada eje pueda ser construido de manera independiente, además de que hay tramos que no son intervenidos de la Situación Actual, por ello, a través del proyecto no tenemos cadenamientos intermedios ya que sería un sólo eje continuo abarcando los tres segmentos.

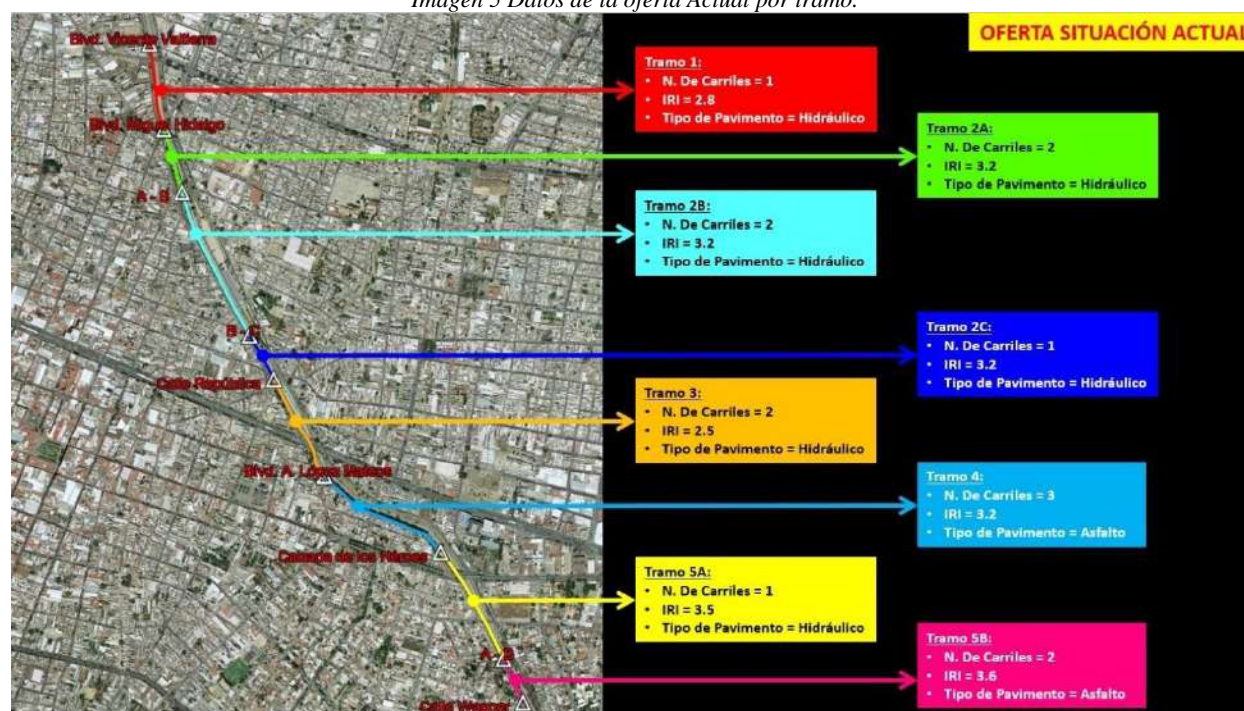




|  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Índice rugosidad (IRI, m/km)                 | 2.8               | 3.2               | 3.2               | 3.2               | 2.5               | 3.2               | 3.5               | 3.6               |
| Estado de Conservación                       | Aceptable         | Aceptable         | Aceptable         | Aceptable         | Aceptable         | Aceptable         | Aceptable         | No Satisfactorio  |
| Pavimento                                    | Hidráulico        | Hidráulico        | Hidráulico        | Hidráulico        | Hidráulico        | Asfalto           | Hidráulico        | Asfalto           |
| Velocidad permisible (km/h)                  | 60                | 60                | 60                | 60                | 60                | 60                | 60                | 60                |
| Alumbrado                                    | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) | Si (Insuficiente) |
| Semáforos                                    | No                | No                | No                | No                | No                | No                | No                | No                |
| Estado de señalamiento horizontal y vertical | Regular           | Regular           | Regular           | Regular           | Regular           | Regular           | Regular           | Regular           |

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo.

Imagen 5 Datos de la oferta Actual por tramo.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Características de las Rampas Existentes

| Rampa | Coordenadas              | Número de Carriles | Ancho de Carril | Ancho de Acotamiento                  | Ancho de Muro |
|-------|--------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------|
| 1     | 21.133186°, -101.678527° | 1                  | 3.3 m           | 0.6 m (Izquierdo)                     | 0.20 m        |
| 2     | 21.130013°, -101.677571° | 1                  | 3.3 m           | 0.90 m (Izquierdo) y 0.90 m (Derecho) | 0.40 m        |
| 3     | 21.124905°, -101.674734° | 1                  | 3.3 m           | 0.50 m (Izquierdo) y 0.50 m (Derecho) | 0.20 m        |
| 4     | 21.121121°, -101.672563° | 2                  | 3.3 m           | No                                    | 0.60 m        |
| 5     | 21.118237°, -101.668069° | 1                  | 3.3 m           | 0.90 m (Izquierdo) y 0.90 m (Derecho) | 0.20 m        |
| 6     | 21.115244°, -101.666150° | 1                  | 3.3 m           | 0.60 m (Izquierdo) y 0.80 m (Derecho) | 0.20 m        |

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo.



En la Tabla 4 se presenta la oferta en la situación actual para cada uno de los tramos del proyecto. Según el Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN), la vialidad Malecón del Río se clasifica como una vía interbarrio dentro del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Guanajuato.

De acuerdo con la normativa de la SCT para la clasificación de los tramos respecto al IRI o (presentados en la Tabla 4) en la tabla que se muestra a continuación; el estado actual de la vialidad está cerca de considerarse como “No satisfactorio” y decae a medida que avanza el tiempo para ambos tipos de pavimentos, siendo esta una red básica libre y red secundaria.

Tabla 6 Condición del camino por IRI para Concreto Hidráulico y Asfáltico

| Estado           | Intervalos de IRI                           |                                   |
|------------------|---|-----------------------------------|
|                  | Autopistas de cuota y corredores carreteros | Red básica libre y red secundaria |
| Bueno            | < 1,8                                       | < 2,5                             |
| Aceptable        | 1,8 a 2,5                                   | 2,5 a 3,5                         |
| No Satisfactorio | >2,5  | > 3,5                             |

Fuente: N-CSV-CAR-1-03-004-16 (SCT)

### c) Análisis de la Demanda Actual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por la vialidad existente. Al número total de vehículos que circulan en promedio al día por un cierto punto de una vialidad se le denomina Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA). Para representar la demanda actual en esta vialidad se obtuvo un tránsito diario promedio anual (TDPA) de los tramos a partir de un aforo automático.

El Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) es el número total de vehículos que pasarían todo el año dividido entre el número de los días del año. El método de cálculo del TDPA aquí utilizado, propone el cálculo de la desviación estándar de la muestra, que en este caso son 7 de los 365 días del presente año, y con base en ésta calcular la desviación estándar de la población, para considerar la variabilidad del número de vehículos durante el año con un determinado nivel de confiabilidad. Por lo que, el TDPA estará en función del Tránsito Diario Promedio Semanal que se obtiene de las estaciones maestras, mediante la siguiente fórmula:

$$TDPA = TDPS \pm t(\sigma)$$

Donde:

TDPA = Valor Calculado para TDPA de la Vialidad del Aforo.

TDPS = Tránsito Diario Promedio Semanal.

t = valor de ajuste de acuerdo con el tamaño de la muestra y de la distribución conocida como “t”.

s = valor calculado de la Desviación Estándar Poblacional.

Considerando una distribución normal, para la obtención del TDPA solo faltaría obtener el valor de “t” de la distribución estadística de su función, para este valor consideramos que el grado de libertad de la variable en estudio es infinito dado que es N-1 que sería 365.25-1 = 364.25 mayor

que 200 que es el valor máximo de la tabla por lo que t asume un valor de 1.96 para un nivel de confianza del 95%.

El Cálculo de la desviación estándar poblacional se hace de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{n}} \left( \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

Donde:

s = Desviación Estándar de la Población.

s = Desviación Estándar de la Muestra.

n = Número de días aforados en la Muestra.

N = Tamaño de la Población en Días, es decir 365.25 días promedio al año.

El cálculo simple de la desviación estándar de la muestra se realiza con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (TD_i - TDPS)^2 / (n-1)}$$

Donde:

s = Desviación Estándar de la Muestra

TD<sub>i</sub> = Tránsito Diario del día i

TDPS = Tránsito Diario Promedio Semanal de la estación maestra

n = Número de datos de la muestra

Al final, se obtendrá un intervalo de confianza dentro del cual se encuentra el TDPA a partir del TDPS de cada una de las estaciones maestras.

*Imagen 6. Localización de los Aforos y Estaciones Maestras*



*Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo*

Tabla 7 Localización de los Aforos y Estaciones Maestras

| Nombre  | Coordenadas              | Año  |
|---------|--------------------------|------|
| EM – 01 | 21.130807°, -101.677698° | 2018 |
| EM – 02 | 21.113940°, -101.665511° |      |
| AD – 01 | 21.121735°, -101.672718° |      |
| AD – 02 | 21.117552°, -101.667360° |      |
| AD – 03 | 21.115997°, -101.666627° |      |

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo

Imagen 7 TDPA's de las Estaciones Maestras (2018)



EM-02 Coordenadas: 21.113940°, -101.665511° EM-01 Coordenadas: 21.130807°, -101.677698°

Fotografía 17 Colocación de Aforos Automáticos



Coordenadas 21.130807°, -101.677698°

Fotografía 18 Colocación de Aforos Automáticos



Coordenadas 21.130807°, -101.677698°

Coordenadas 21.113940°, -101.665511°

Para los aforos automáticos, se colocaron 2 estaciones maestras. Ambas estaciones se realizaron del 1 al 7 de junio del 2018. En las Tabla 8 y Tabla 9 se muestran los resultados de los 7 días de aforos realizados en cada estación.

Tabla 8. Resultados de EM-01

| FECHA                        | RESUMEN |       |      |    |    |    |    |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL |        |
|------------------------------|---------|-------|------|----|----|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                              | A2      | A'2   | Moto | B2 | B3 | C2 | C3 | C2-R2 | T2-S1 | T2-S2 | T3-S1 | T3-S2 | T-S-R | Otros |       |        |
| viernes 1 de junio de 2018   | 22,666  | 8,766 | 469  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 31,901 |
| sábado 2 de junio de 2018    | 17,924  | 7,677 | 427  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 26,028 |
| domingo 3 de junio de 2018   | 11,629  | 5,130 | 201  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 16,960 |
| lunes 4 de junio de 2018     | 21,621  | 9,414 | 519  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 31,554 |
| martes 5 de junio de 2018    | 22,567  | 7,786 | 508  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 30,841 |
| miércoles 6 de junio de 2018 | 22,079  | 7,138 | 509  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 29,726 |
| jueves 7 de junio de 2018    | 22,535  | 7,785 | 504  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 30,824 |

Fuente: Trabajos de Campo

Tabla 9. Resultados de EM-02

| FECHA                        | RESUMEN |       |       |     |    |       |    |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL |        |
|------------------------------|---------|-------|-------|-----|----|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                              | A2      | A'2   | Moto  | B2  | B3 | C2    | C3 | C2-R2 | T2-S1 | T2-S2 | T3-S1 | T3-S2 | T-S-R | Otros |       |        |
| viernes 1 de junio de 2018   | 21,548  | 868   | 1,833 | 430 | 0  | 2,445 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 27,224 |
| sábado 2 de junio de 2018    | 17,492  | 810   | 1,470 | 376 | 0  | 2,171 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 22,324 |
| domingo 3 de junio de 2018   | 13,750  | 596   | 1,187 | 216 | 0  | 1,543 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 17,292 |
| lunes 4 de junio de 2018     | 20,261  | 922   | 1,771 | 367 | 0  | 2,357 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 26,008 |
| martes 5 de junio de 2018    | 20,123  | 924   | 1,800 | 416 | 0  | 2,367 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 26,680 |
| miércoles 6 de junio de 2018 | 20,468  | 1,007 | 1,875 | 398 | 0  | 2,282 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 26,320 |
| jueves 7 de junio de 2018    | 20,767  | 947   | 1,954 | 392 | 0  | 2,250 | 0  | 9     | 0     | 0     | 0     | 0     | 6     | 0     | 0     | 26,310 |

Fuente: Trabajos de Campo

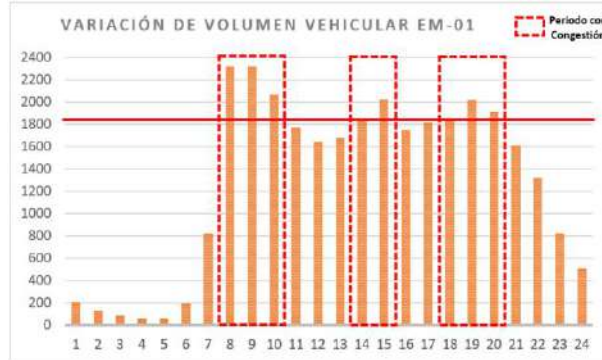
Debido a que es una zona urbana, el comportamiento de la demanda varía según las horas de máxima demanda, por lo cual, se analizará la evaluación en periodos con congestión y sin congestión. Para definir las horas de alta demanda y las horas de baja demanda (con congestión y sin congestión respectivamente) se tomará en cuenta un aforo de 24 horas sobre Malecón del Río en la zona de estudio, realizado con la ayuda de un contador automático de placas y aforadores manuales.

Metodológicamente para calcular los horarios de máxima demanda se utilizó la EM-01, para la obtención del porcentaje de volúmenes en congestión, se utilizó esta estación maestra debido a que es la que presenta mayor demanda y se encuentra ubicada dentro de la zona de estudio, a



diferencia de la EM-02, que se encuentra al final de la zona de estudio donde los horarios de máxima demanda de esta estación maestra se encuentran fuera de la zona de estudio.

Imagen 8. Comportamiento horario de la demanda actual de la Zona de Estudio



Fuente: Trabajos de Campo

En la gráfica anterior se puede observar los volúmenes de tránsito por hora para la zona de estudio. Los volúmenes encerrados en los recuadros rojos punteados son aquellos horarios que son considerados como periodos de congestión. Se considera como periodo de congestión cuando el volumen rebasa el límite de flujo según sea su acceso. Este valor de límite de flujo vehicular se considera como valor frontera donde las condiciones de flujo cambian de flujo estable a flujo inestable.

Los volúmenes de congestión, de las 8 horas encerradas en los recuadros rojos, representan el 53% del total del volumen de ese día.

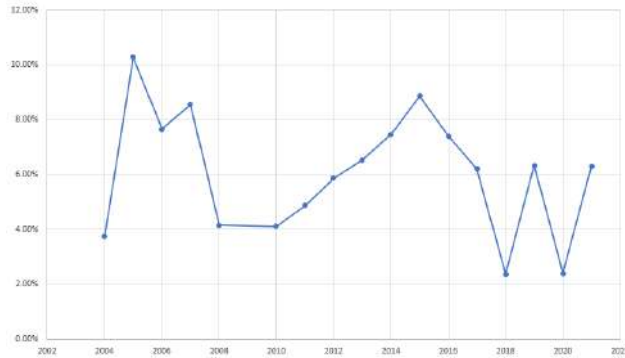
Por otro lado, de acuerdo con información del INEGI se observa un crecimiento promedio del 6.06% en el parque vehicular de la ciudad de León del año 2004 al 2021.

Tabla 10. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular

| Concepto / Año                        | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    | 2009    |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Parque vehicular de la ciudad de León | 249,890 | 259,257 | 285,905 | 307,809 | 334,130 | 347,982 |
| Crecimiento anual                     |         | 3.75%   | 10.28%  | 7.66%   | 8.55%   | 4.15%   |
| Concepto / Año                        | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    |
| Parque vehicular de la ciudad de León | 362,300 | 379,949 | 402,244 | 428,493 | 460,462 | 501,246 |
| Crecimiento anual                     |         | 4.11%   | 4.87%   | 5.87%   | 6.53%   | 7.46%   |
| Concepto / Año                        | 2016    | 2017    | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    |
| Parque vehicular de la ciudad de León | 538,352 | 571,755 | 585,326 | 622,363 | 637,328 | 653,978 |
| Crecimiento anual                     |         | 7.40%   | 6.20%   | 2.37%   | 6.33%   | 2.40%   |

Fuente: INEGI 2023

Imagen 9. Tasa de Crecimiento Media Anual del Parque Vehicular



Fuente: INEGI 2023

Para obtener el TDPA de cada tramo se realizó una correlación del TDPA obtenido de las estaciones maestras 01 y 02 que se encontraban en los tramos 2 y 5. Para obtener los TDPA de los tramos 1, 3 y 4, se obtuvo un factor de expansión promedio, relacionando los TDPA de los tramos 2 y 5 con los VHD (Volumen horario de diseño) obtenido de los aforos direccionales realizados en los mismos tramos. Con este factor, se obtienen los TDPA faltantes en base a los VHD respectivos.

Tabla 11 TDPA por Tramo (2018) Actualizado al 2023

|                      | TDPA 2018 | VHD   | TDPA 2023 | VHD   | Relación          |
|----------------------|-----------|-------|-----------|-------|-------------------|
| Tramo 1              | 29,478    | 2,092 | 31,756    | 2,254 |                   |
| Tramo 2 <sup>a</sup> | 32,370    | 2,418 | 34,872    | 2,475 | 0.0746988         |
| Tramo 2B             | 19,921    | 1,414 | 21,460    | 1,523 |                   |
| Tramo 2C             | 19,921    | 1,414 | 21,460    | 1,523 |                   |
| Tramo 3              | 33,615    | 2,386 | 36,212    | 2,570 |                   |
| Tramo 4              | 39,744    | 2,821 | 42,815    | 3,039 |                   |
| Tramo 5 <sup>a</sup> | 26,940    | 1,912 | 29,022    | 2,060 |                   |
| Tramo 5B             | 33,875    | 2,278 | 36,492    | 2,590 | 0.06726058        |
| Factor de Expansión  |           |       |           |       | <b>0.07097969</b> |

Fuente: Trabajos de Campo

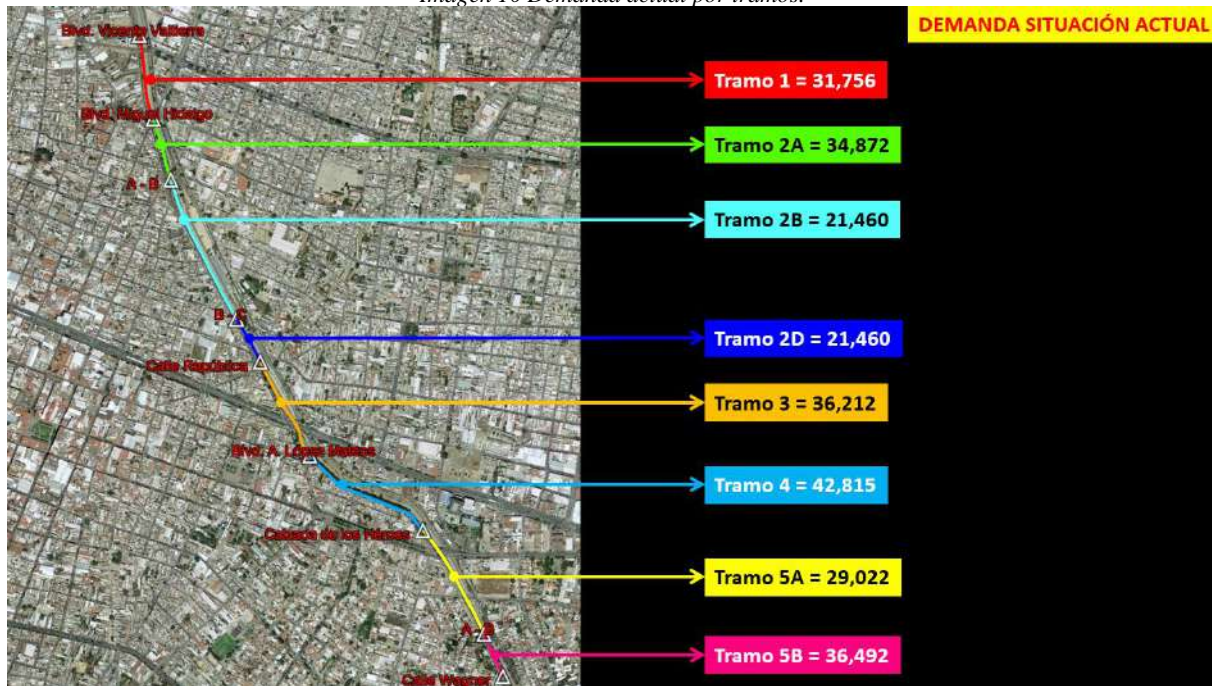
Tabla 12. Demanda Actual

| Descripción                      | Tramo 1                                      | Tramo 2                               |                                    |                                    | Tramo 3                             | Tramo 4                                   | Tramo 5                                   |                            |
|----------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|---|----------------------------|
|                                  |  | A                                     | B                                  | C                                  |                                     |   | A   | B                          |
| Descripción                      | Bld. Vicente Valtierra – Bld. Miguel Hidalgo | Bld. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo | Calle 5 de mayo - Gutiérrez Nájera | Gutiérrez Nájera - Calle República | Calle República – Bld. López Mateos | Bld. López Mateos – Calzada de los Héroes | Calzada de los Héroes – Miguel B. Jiménez | Miguel B. Jiménez – Wagner |
| Longitud (km)                    | 0.33   | 0.25                                  | 0.60                               | 0.19                               | 0.415                               | 0.54                                      | 0.47                                      | 0.18                       |
| Velocidad con congestión (km/hr) | 27.00  | 22.00                                 | 17.00                              | 15.00                              | 27.00                               | 30.00                                     | 29.00                                     | 37.00                      |
| Velocidad sin congestión (km/hr) | 37.00  | 48.00                                 | 44.00                              | 46.00                              | 35.00                               | 36.00                                     | 31.00                                     | 39.00                      |
| TDPA total*                      | 31,756                                       | 34,872                                | 21,460                             | 21,460                             | 36,212                              | 42,815                                    | 29,022                                    | 36,492                     |
| TDPA con congestión              | 16,851                                       | 18,504                                | 11,387                             | 11,387                             | 19,215                              | 22,719                                    | 15,400                                    | 19,363                     |
| TDPA sin congestión              | 14,905                                       | 16,368                                | 10,073                             | 10,073                             | 16,997                              | 20,096                                    | 13,622                                    | 17,129                     |
| A %                              | 100  | 100                                   | 100                                | 100                                | 100                                 | 94  | 100                                       | 96                         |
| B%                               | 0  | 0                                     | 0                                  | 0                                  | 0                                   | 0   | 0   | 1                          |
| C%                               | 0  | 0                                     | 0                                  | 0                                  | 0                                   | 6   | 0   | 3                          |

\*El TDPA fueron proyectados del estudio de demanda a partir del año 2018 y tomando la TCMA de 1.5% para el año 2023.

Fuente: Trabajos de Campo

Imagen 10 Demanda actual por tramos.



Fuente: Elaboración propia

Para obtener la tasa de crecimiento media anual (TCMA) se recabó información otorgada por Obra Pública Municipal de aforos direccionales realizados en zonas dentro del área de proyecto en distintos años. Se obtuvo información de los años 2011 y 2018 de los movimientos vehiculares de la intersección del Blvd. Mariano Escobedo y Malecón del Río.

Tabla 13 TCMA

| Blvd. Mariano Escobedo y Malecón |        |              |
|----------------------------------|--------|--------------|
| Movimiento                       | 2011   | 2018         |
| 1                                | 924    | 1,030        |
| 2                                | 3,337  | 3,542        |
| 3                                | 378    | 483          |
| 6                                | 752    | 899          |
| 7                                | 2,657  | 2,754        |
| 8                                | 1,464  | 1,632        |
| 11                               | 2,671  | 2,743        |
| 16                               | 481    | 818          |
| 17                               | 630    | 824          |
| SUMA                             | 13,294 | 14,725       |
| <b>TCMA</b>                      |        | <b>1.47%</b> |

Fuente: Trabajos de Campo

De esta forma, se utilizará un TCMA de 1.50% para este estudio.

## d) Interacción de la Oferta-Demanda

Las velocidades de operación como una de las principales características de la demanda en la situación con congestión y sin congestión, mediante el estudio de campo de tiempos de recorrido sobre el tramo en estudio durante el periodo de máxima y baja demanda (hora pico y hora valle, respectivamente). Este estudio de Velocidades de Operación consiste en tomar el tiempo que tarda el observador en recorrer el tramo y con base a este tiempo y la distancia conocida, se determina la velocidad promedio de recorrido.

Fotografía 19 Toma de tiempos de recorrido



Coordenadas 21.127408°, -101.676103°

Fuente: Estudio de Velocidades 2020 validado por Obras Publicas de León

Tabla 14 Tiempos de Recorrido Situación Actual.

| Tramo    | Distancia<br>(kilómetros) | Tiempo de recorrido promedio (s) |            | Velocidad promedio (km/h) |              |       |
|----------|---------------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|--------------|-------|
|          |                           | Hora pico                        | Hora valle | Hora pico                 | Hora valle   |       |
| 1        | 0.33                      | 44.00                            | 32.11      | 27.00                     | 37.00        |       |
| 2        | A                         | 0.25                             | 40.91      | 18.75                     | 22.00        | 48.00 |
|          | B                         | 0.60                             | 127.06     | 49.09                     | 17.00        | 44.00 |
|          | C                         | 0.19                             | 45.60      | 14.87                     | 15.00        | 46.00 |
| 3        | 0.415                     | 55.33                            | 42.69      | 27.00                     | 35.00        |       |
| 4        | 0.54                      | 64.80                            | 54.00      | 30.00                     | 36.00        |       |
| 5        | A                         | 0.47                             | 58.34      | 54.58                     | 29.00        | 31.00 |
|          | B                         | 0.18                             | 17.51      | 16.62                     | 37.00        | 39.00 |
| Promedio |                           |                                  |            | <b>25.50</b>              | <b>39.50</b> |       |

Fuente: Estudio de Velocidades 2020.

Tabla 15. Velocidades situación actual

| Descripción   | Tramo 1  | Tramo 2                                |                                    |                                    | Tramo 3                              | Tramo 4                                    | Tramo 5                                   |                            |
|---------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|---|----------------------------|
|               |  | A                                      | B                                  | C                                  |                                      |  | A   | B                          |
|               | Blvd. Vicente Valtierra – Blvd. Miguel Hidalgo | Blvd. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo | Calle 5 de mayo - Gutiérrez Nájera | Gutiérrez Nájera - Calle República | Calle República – Blvd. López Mateos | Blvd. López Mateos – Calzada de los Héroes | Calzada de los Héroes – Miguel B. Jiménez | Miguel B. Jiménez – Wagner |
| Longitud (km) | 0.33   | 0.25                                   | 0.60                               | 0.19                               | 0.415                                | 0.54                                       | 0.47                                      | 0.18                       |



|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Velocidad con congestión (km/hr) | 27.00 | 22.00 | 17.00 | 15.00 | 27.00 | 30.00 | 29.00 | 37.00 |
| Velocidad sin congestión (km/hr) | 37.00 | 48.00 | 44.00 | 46.00 | 35.00 | 36.00 | 31.00 | 39.00 |

Fuente: *Elaboración Propia*

Para determinar los niveles de servicio de los tramos de proyecto se basó en la metodología del HCM (Manual de Capacidad de Carreteras por sus siglas en inglés) para vialidades en zonas urbanas, el cual contempla parámetros del tránsito que circula por los tramos como su velocidad, volumen y composición vehicular y además las características de la vialidad como accesos a la vialidad, la velocidad a flujo libre y el tipo de vialidad.

*Tabla 16 Nivel De Servicio para Calles Urbanas*

| Clase del Tramo                   | I                                   | II            | III           | IV            |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Rango de Velocidad en Flujo Libre | 90 A 70 Km/hr                       | 70 A 55 Km/hr | 55 A 50 Km/hr | 55 A 40 Km/hr |
| Velocidad en Flujo Libre Común    | 80 Km/hr                            | 65 Km/hr      | 55 Km/hr      | 45 Km/hr      |
| N.S.                              | Velocidad Promedio de Viaje (km/hr) |               |               |               |
| A                                 | > 72                                | > 59          | > 50          | > 41          |
| B                                 | > 56 -72                            | > 46 -59      | > 39 -50      | > 32 -41      |
| C                                 | > 40- 56                            | > 33- 46      | > 28- 39      | > 23- 32      |
| D                                 | > 32 -40                            | > 26 -33      | > 22 -28      | > 18 -23      |
| E                                 | > 26 -32                            | > 21 -26      | > 17 -22      | > 14 -18      |
| F                                 | ≤ 26                                | ≤ 21          | ≤ 17          | ≤ 14          |

Fuente: *Highway Capacity Manual 2000*

De acuerdo con el HCM, los niveles de servicio para las calles urbanas son las siguientes:

NS A describe un nivel de operación a flujo libre como una velocidad de operación promedio, cerca del 90% de la velocidad a flujo libre para cada clase de calle urbana. Los vehículos se encuentran sin impedimento de maniobrar dentro del flujo vehicular. Las demoras por semáforos son mínimas.

NS B describe un nivel de operación razonablemente sin impedimentos en velocidades de operación promedio, usualmente 70% de la velocidad a flujo libre para cada clase de calle urbana. Las maniobras dentro del flujo vehicular son ligeramente restringidas y las demoras por semáforos no son significativas.

NS C describe un nivel de operación estable, sin embargo, las maniobras y los cambios de carril entre calles urbanas pueden estar más restringidos que en el NS B, y mayores filas y semáforos contribuyen a que la velocidad de operación promedio sea 50% de la velocidad a flujo libre para cada clase de calle urbana.

NS D describe una situación en la cual un pequeño incremento en el flujo vehicular causaría un aumento considerable en las demoras y en la disminución de la velocidad de operación, debido a mala sincronización o ciclos de semáforos, volumen vehicular alto o una combinación de estos factores. La velocidad de operación promedio es el 40% de la velocidad a flujo libre.

NS E se caracteriza por demoras significativas y velocidad de operación promedio menores al 33% de la velocidad a flujo libre, causadas por la combinación de factores como muy altos volúmenes vehiculares y excesivas demoras en los semáforos.

NS F se caracteriza por calles urbanas con muy poca velocidad de operación y extensas filas de vehículos en las intersecciones.

A continuación, se presentan los costos de operación vehicular y los costos por tiempos de recorrido en la situación actual.

Para el análisis de las situación actual se utilizará la clase de Tramo III, ya que el límite de velocidad en estos tramos es de 60 km/h. Según las velocidades recabadas, serán consideradas para obtener el nivel de servicio a lo largo del periodo de análisis de 30 años. Los niveles de servicio obtenido son en relación con las horas de máxima demanda en cada tramo.

La interacción oferta y demanda en la situación actual se calcularon los costos generalizados de viaje (CGV) de acuerdo con las características de la demanda. A continuación, se muestran los Costos Generalizados de Viajes (CGV) para la situación actual durante el horizonte de evaluación.

Tabla 17. Niveles de servicio durante la hora de máxima demanda en la situación actual

| Malecón del Río. Situación Actual |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |            |    |        |   |
|-----------------------------------|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|----|--------|---|
| Año                               | Tramo 1    |    | Tramo 2    |    |            |    |            |    | Tramo 3    |    | Tramo 4    |    | Tramo 5    |    |        |   |
|                                   | TDPA total | NS | A          |    | B          |    | C          |    | TDPA total | NS | TDPA total | NS | A          |    | B      |   |
|                                   |            |    | TDPA total | NS | TDPA total | NS | TDPA total | NS |            |    |            |    | TDPA total | NS |        |   |
| 0                                 | 31,756     | D  | 34,872     | E  | 21,460     | F  | 21,460     | F  | 36,212     | D  | 42,815     | C  | 29,022     | C  | 36,492 | C |
| 1                                 | 32,233     | D  | 35,395     | E  | 21,782     | F  | 21,782     | F  | 36,755     | D  | 43,457     | C  | 29,457     | C  | 37,040 | C |
| 2                                 | 32,716     | D  | 35,926     | E  | 22,109     | F  | 22,109     | F  | 37,307     | D  | 44,109     | C  | 29,899     | C  | 37,595 | C |
| 3                                 | 33,207     | D  | 36,465     | E  | 22,440     | F  | 22,440     | F  | 37,866     | D  | 44,770     | C  | 30,348     | D  | 38,159 | C |
| 4                                 | 33,705     | D  | 37,012     | E  | 22,777     | F  | 22,777     | F  | 38,434     | D  | 45,442     | C  | 30,803     | D  | 38,732 | C |
| 5                                 | 34,211     | D  | 37,567     | E  | 23,119     | F  | 23,119     | F  | 39,011     | D  | 46,124     | C  | 31,265     | D  | 39,313 | C |
| 6                                 | 34,724     | D  | 38,131     | E  | 23,465     | F  | 23,465     | F  | 39,596     | D  | 46,815     | C  | 31,734     | D  | 39,902 | C |
| 7                                 | 35,245     | D  | 38,703     | E  | 23,817     | F  | 23,817     | F  | 40,190     | D  | 47,518     | C  | 32,210     | D  | 40,501 | C |
| 8                                 | 35,773     | D  | 39,283     | E  | 24,175     | F  | 24,175     | F  | 40,793     | D  | 48,230     | D  | 32,693     | D  | 41,108 | C |
| 9                                 | 36,310     | D  | 39,873     | E  | 24,537     | F  | 24,537     | F  | 41,405     | E  | 48,954     | D  | 33,183     | D  | 41,725 | C |
| 10                                | 36,854     | D  | 40,471     | E  | 24,905     | F  | 24,905     | F  | 42,026     | E  | 49,688     | D  | 33,681     | D  | 42,351 | C |
| 11                                | 37,407     | D  | 41,078     | E  | 25,279     | F  | 25,279     | F  | 42,656     | E  | 50,434     | D  | 34,186     | D  | 42,986 | D |
| 12                                | 37,968     | E  | 41,694     | F  | 25,658     | F  | 25,658     | F  | 43,296     | E  | 51,190     | D  | 34,699     | D  | 43,631 | D |
| 13                                | 38,538     | E  | 42,319     | F  | 26,043     | F  | 26,043     | F  | 43,945     | E  | 51,958     | D  | 35,220     | D  | 44,285 | D |
| 14                                | 39,116     | E  | 42,954     | F  | 26,434     | F  | 26,434     | F  | 44,605     | E  | 52,737     | D  | 35,748     | D  | 44,950 | D |
| 15                                | 39,703     | E  | 43,599     | F  | 26,830     | F  | 26,830     | F  | 45,274     | E  | 53,528     | D  | 36,284     | D  | 45,624 | D |
| 16                                | 40,298     | E  | 44,253     | F  | 27,233     | F  | 27,233     | F  | 45,953     | E  | 54,331     | D  | 36,828     | D  | 46,308 | E |
| 17                                | 40,903     | E  | 44,916     | F  | 27,641     | F  | 27,641     | F  | 46,642     | F  | 55,146     | D  | 37,381     | D  | 47,003 | E |
| 18                                | 41,516     | E  | 45,590     | F  | 28,056     | F  | 28,056     | F  | 47,342     | F  | 55,973     | D  | 37,942     | E  | 47,708 | E |
| 19                                | 42,139     | E  | 46,274     | F  | 28,477     | F  | 28,477     | F  | 48,052     | F  | 56,813     | D  | 38,511     | E  | 48,423 | E |
| 20                                | 42,771     | E  | 46,968     | F  | 28,904     | F  | 28,904     | F  | 48,773     | F  | 57,665     | D  | 39,088     | E  | 49,150 | F |
| 21                                | 43,413     | E  | 47,673     | F  | 29,337     | F  | 29,337     | F  | 49,504     | F  | 58,530     | D  | 39,675     | E  | 49,887 | F |
| 22                                | 44,064     | F  | 48,388     | F  | 29,777     | F  | 29,777     | F  | 50,247     | F  | 59,408     | D  | 40,270     | E  | 50,635 | F |
| 23                                | 44,725     | F  | 49,113     | F  | 30,224     | F  | 30,224     | F  | 51,000     | F  | 60,299     | D  | 40,874     | E  | 51,395 | F |
| 24                                | 45,396     | F  | 49,850     | F  | 30,677     | F  | 30,677     | F  | 51,765     | F  | 61,204     | D  | 41,487     | E  | 52,166 | F |
| 25                                | 46,077     | F  | 50,598     | F  | 31,137     | F  | 31,137     | F  | 52,542     | F  | 62,122     | E  | 42,109     | E  | 52,948 | F |

|    |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|----|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
| 26 | 46,768 | F | 51,357 | F | 31,605 | F | 31,605 | F | 53,330 | F | 63,054 | E | 42,741 | E | 53,743 | F |
| 27 | 47,469 | F | 52,127 | F | 32,079 | F | 32,079 | F | 54,130 | F | 63,999 | E | 43,382 | E | 54,549 | F |
| 28 | 48,181 | F | 52,909 | F | 32,560 | F | 32,560 | F | 54,942 | F | 64,959 | E | 44,033 | F | 55,367 | F |
| 29 | 48,904 | F | 53,703 | F | 33,048 | F | 33,048 | F | 55,766 | F | 65,934 | E | 44,693 | F | 56,197 | F |
| 30 | 49,638 | F | 54,508 | F | 33,544 | F | 33,544 | F | 56,603 | F | 66,923 | E | 45,364 | F | 57,040 | F |

Fuente: HCM 2000

Tabla 18. CGV situación actual

| Año | Tramo 1                 |                            |                               | Tramo 2                 |                            |                               |                         |                            |                               |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|     | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) |
| 0   | 29,231                  | 14,087                     | 43,318                        | 24,778                  | 12,284                     | 37,062                        | 39,291                  | 22,415                     | 61,706                        |
| 1   | 29,828                  | 14,480                     | 44,309                        | 25,298                  | 12,672                     | 37,970                        | 39,965                  | 22,893                     | 62,858                        |
| 2   | 30,443                  | 14,891                     | 45,334                        | 25,835                  | 13,081                     | 38,916                        | 40,653                  | 23,385                     | 64,037                        |
| 3   | 31,077                  | 15,321                     | 46,398                        | 26,389                  | 13,512                     | 39,901                        | 41,354                  | 23,891                     | 65,245                        |
| 4   | 31,730                  | 15,770                     | 47,500                        | 26,962                  | 13,967                     | 40,930                        | 42,070                  | 24,412                     | 66,482                        |
| 5   | 32,404                  | 16,241                     | 48,644                        | 27,555                  | 14,449                     | 42,004                        | 42,801                  | 24,948                     | 67,750                        |
| 6   | 33,098                  | 16,734                     | 49,833                        | 28,168                  | 14,959                     | 43,127                        | 43,547                  | 25,501                     | 69,049                        |
| 7   | 33,816                  | 17,253                     | 51,069                        | 28,804                  | 15,500                     | 44,304                        | 44,309                  | 26,072                     | 70,381                        |
| 8   | 34,557                  | 17,798                     | 52,355                        | 29,462                  | 16,076                     | 45,538                        | 45,087                  | 26,660                     | 71,747                        |
| 9   | 35,323                  | 18,372                     | 53,695                        | 30,145                  | 16,690                     | 46,835                        | 45,882                  | 27,266                     | 73,148                        |
| 10  | 36,114                  | 18,977                     | 55,092                        | 30,854                  | 17,346                     | 48,200                        | 46,693                  | 27,892                     | 74,586                        |
| 11  | 36,934                  | 19,617                     | 56,550                        | 31,590                  | 18,048                     | 49,639                        | 47,522                  | 28,539                     | 76,061                        |
| 12  | 37,782                  | 20,293                     | 58,074                        | 32,356                  | 18,802                     | 51,158                        | 48,369                  | 29,207                     | 77,577                        |
| 13  | 38,660                  | 21,009                     | 59,669                        | 33,153                  | 19,614                     | 52,767                        | 49,235                  | 29,898                     | 79,134                        |
| 14  | 39,571                  | 21,770                     | 61,341                        | 33,983                  | 20,491                     | 54,474                        | 50,120                  | 30,613                     | 80,733                        |
| 15  | 40,516                  | 22,579                     | 63,095                        | 34,848                  | 21,441                     | 56,290                        | 51,025                  | 31,352                     | 82,377                        |
| 16  | 41,496                  | 23,441                     | 64,938                        | 35,751                  | 22,475                     | 58,226                        | 51,951                  | 32,118                     | 84,068                        |
| 17  | 42,515                  | 24,363                     | 66,878                        | 36,694                  | 23,604                     | 60,298                        | 52,897                  | 32,911                     | 85,808                        |
| 18  | 43,573                  | 25,350                     | 68,924                        | 37,680                  | 24,843                     | 62,523                        | 53,866                  | 33,733                     | 87,599                        |
| 19  | 44,675                  | 26,411                     | 71,085                        | 38,712                  | 26,208                     | 64,920                        | 54,857                  | 34,586                     | 89,443                        |
| 20  | 45,821                  | 27,553                     | 73,374                        | 39,793                  | 27,722                     | 67,515                        | 55,871                  | 35,472                     | 91,343                        |
| 21  | 47,015                  | 28,787                     | 75,802                        | 40,926                  | 29,410                     | 70,337                        | 56,909                  | 36,392                     | 93,301                        |
| 22  | 48,260                  | 30,126                     | 78,386                        | 42,117                  | 31,307                     | 73,423                        | 57,972                  | 37,348                     | 95,321                        |
| 23  | 49,559                  | 31,582                     | 81,142                        | 43,367                  | 33,453                     | 76,821                        | 59,062                  | 38,343                     | 97,405                        |
| 24  | 50,916                  | 33,175                     | 84,091                        | 44,684                  | 35,905                     | 80,589                        | 60,177                  | 39,380                     | 99,557                        |
| 25  | 52,334                  | 34,923                     | 87,257                        | 45,643                  | 36,810                     | 82,453                        | 61,321                  | 40,459                     | 101,780                       |
| 26  | 53,817                  | 36,853                     | 90,670                        | 46,634                  | 37,726                     | 84,359                        | 62,493                  | 41,586                     | 104,079                       |
| 27  | 55,370                  | 38,994                     | 94,365                        | 47,667                  | 38,702                     | 86,369                        | 63,695                  | 42,761                     | 106,456                       |
| 28  | 56,998                  | 41,387                     | 98,385                        | 48,748                  | 39,747                     | 88,495                        | 64,928                  | 43,990                     | 108,918                       |
| 29  | 58,705                  | 44,080                     | 102,785                       | 49,879                  | 40,874                     | 90,753                        | 66,193                  | 45,275                     | 111,469                       |
| 30  | 60,497                  | 47,137                     | 107,634                       | 51,065                  | 42,097                     | 93,162                        | 67,492                  | 46,622                     | 114,113                       |
| Año | Tramo 2                 |                            |                               | Tramo 3                 |                            |                               | Tramo 4                 |                            |                               |
|     | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) |
| 0   | 12,705                  | 7,725                      | 20,430                        | 42,109                  | 20,654                     | 62,763                        | 71,359                  | 32,320                     | 103,679                       |
| 1   | 12,921                  | 7,890                      | 20,811                        | 43,058                  | 21,329                     | 64,387                        | 72,664                  | 33,076                     | 105,740                       |
| 2   | 13,141                  | 8,060                      | 21,201                        | 44,042                  | 22,042                     | 66,084                        | 74,000                  | 33,855                     | 107,855                       |
| 3   | 13,366                  | 8,234                      | 21,600                        | 45,061                  | 22,796                     | 67,857                        | 75,367                  | 34,660                     | 110,027                       |
| 4   | 13,595                  | 8,414                      | 22,009                        | 46,119                  | 23,594                     | 69,713                        | 76,766                  | 35,492                     | 112,257                       |
| 5   | 13,829                  | 8,600                      | 22,428                        | 47,218                  | 24,440                     | 71,658                        | 78,197                  | 36,351                     | 114,548                       |
| 6   | 14,067                  | 8,791                      | 22,858                        | 48,359                  | 25,341                     | 73,699                        | 79,663                  | 37,240                     | 116,903                       |
| 7   | 14,311                  | 8,987                      | 23,298                        | 49,545                  | 26,300                     | 75,845                        | 81,164                  | 38,159                     | 119,323                       |
| 8   | 14,560                  | 9,191                      | 23,750                        | 50,780                  | 27,323                     | 78,104                        | 82,701                  | 39,110                     | 121,811                       |
| 9   | 14,813                  | 9,400                      | 24,214                        | 52,066                  | 28,419                     | 80,486                        | 84,276                  | 40,095                     | 124,371                       |
| 10  | 15,073                  | 9,616                      | 24,689                        | 53,407                  | 29,595                     | 83,002                        | 85,890                  | 41,115                     | 127,005                       |
| 11  | 15,337                  | 9,840                      | 25,177                        | 54,805                  | 30,860                     | 85,666                        | 87,544                  | 42,172                     | 129,716                       |

|    |        |        |        |        |        |         |         |        |         |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 12 | 15,607 | 10,071 | 25,678 | 56,266 | 32,226 | 88,492  | 89,240  | 43,268 | 132,508 |
| 13 | 15,884 | 10,310 | 26,193 | 57,792 | 33,706 | 91,498  | 90,979  | 44,406 | 135,385 |
| 14 | 16,166 | 10,557 | 26,722 | 59,388 | 35,314 | 94,702  | 92,763  | 45,587 | 138,349 |
| 15 | 16,454 | 10,812 | 27,266 | 61,059 | 37,070 | 98,129  | 94,592  | 46,814 | 141,406 |
| 16 | 16,749 | 11,077 | 27,826 | 62,810 | 38,995 | 101,806 | 96,470  | 48,089 | 144,559 |
| 17 | 17,050 | 11,351 | 28,401 | 64,647 | 41,116 | 105,764 | 98,397  | 49,416 | 147,813 |
| 18 | 17,358 | 11,636 | 28,994 | 66,576 | 43,467 | 110,043 | 100,376 | 50,797 | 151,172 |
| 19 | 17,673 | 11,931 | 29,604 | 68,604 | 46,087 | 114,691 | 102,408 | 52,235 | 154,643 |
| 20 | 17,996 | 12,237 | 30,233 | 70,737 | 49,030 | 119,767 | 104,495 | 53,735 | 158,230 |
| 21 | 18,325 | 12,555 | 30,881 | 72,983 | 52,362 | 125,345 | 106,640 | 55,299 | 161,940 |
| 22 | 18,663 | 12,886 | 31,549 | 75,352 | 56,169 | 131,521 | 108,845 | 56,933 | 165,778 |
| 23 | 19,009 | 13,231 | 32,239 | 77,852 | 60,567 | 138,419 | 111,112 | 58,640 | 169,752 |
| 24 | 19,363 | 13,589 | 32,952 | 80,493 | 65,715 | 146,208 | 113,443 | 60,426 | 173,869 |
| 25 | 19,725 | 13,963 | 33,688 | 83,029 | 70,711 | 153,740 | 115,841 | 62,296 | 178,137 |
| 26 | 20,097 | 14,353 | 34,450 | 84,897 | 72,869 | 157,766 | 118,309 | 64,255 | 182,565 |
| 27 | 20,477 | 14,760 | 35,238 | 86,841 | 75,219 | 162,059 | 120,850 | 66,311 | 187,161 |
| 28 | 20,868 | 15,186 | 36,054 | 88,866 | 77,798 | 166,664 | 123,466 | 68,470 | 191,936 |
| 29 | 21,268 | 15,632 | 36,899 | 90,979 | 80,654 | 171,633 | 126,161 | 70,741 | 196,901 |
| 30 | 21,678 | 16,098 | 37,776 | 93,187 | 83,850 | 177,037 | 128,937 | 73,131 | 202,068 |

|         |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|
| Tramo 5 |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|

| Año | A                       |                            |                               | B                       |                            |                               |
|-----|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|     | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) |
| 0   | 39,220                  | 18,959                     | 58,179                        | 18,506                  | 8,153                      | 26,659                        |
| 1   | 39,985                  | 19,443                     | 59,428                        | 18,920                  | 8,433                      | 27,353                        |
| 2   | 40,771                  | 19,945                     | 60,716                        | 19,351                  | 8,731                      | 28,082                        |
| 3   | 41,578                  | 20,467                     | 62,045                        | 19,800                  | 9,046                      | 28,847                        |
| 4   | 42,407                  | 21,011                     | 63,418                        | 20,269                  | 9,382                      | 29,651                        |
| 5   | 43,260                  | 21,576                     | 64,836                        | 20,759                  | 9,740                      | 30,499                        |
| 6   | 44,136                  | 22,165                     | 66,301                        | 21,271                  | 10,123                     | 31,394                        |
| 7   | 45,038                  | 22,780                     | 67,817                        | 21,808                  | 10,534                     | 32,341                        |
| 8   | 45,965                  | 23,421                     | 69,386                        | 22,370                  | 10,975                     | 33,345                        |
| 9   | 46,920                  | 24,091                     | 71,011                        | 22,961                  | 11,450                     | 34,411                        |
| 10  | 47,904                  | 24,792                     | 72,696                        | 23,583                  | 11,964                     | 35,546                        |
| 11  | 48,918                  | 25,526                     | 74,443                        | 24,237                  | 12,522                     | 36,758                        |
| 12  | 49,963                  | 26,295                     | 76,257                        | 24,927                  | 13,129                     | 38,056                        |
| 13  | 51,040                  | 27,102                     | 78,142                        | 25,655                  | 13,794                     | 39,449                        |
| 14  | 52,152                  | 27,950                     | 80,103                        | 26,425                  | 14,525                     | 40,950                        |
| 15  | 53,300                  | 28,843                     | 82,143                        | 27,241                  | 15,333                     | 42,574                        |
| 16  | 54,486                  | 29,783                     | 84,269                        | 28,107                  | 16,231                     | 44,337                        |
| 17  | 55,712                  | 30,776                     | 86,487                        | 29,026                  | 17,237                     | 46,262                        |
| 18  | 56,979                  | 31,825                     | 88,804                        | 30,003                  | 18,372                     | 48,375                        |
| 19  | 58,289                  | 32,936                     | 91,225                        | 31,045                  | 19,664                     | 50,709                        |
| 20  | 59,646                  | 34,114                     | 93,760                        | 32,157                  | 21,150                     | 53,307                        |
| 21  | 61,052                  | 35,366                     | 96,418                        | 33,345                  | 22,882                     | 56,227                        |
| 22  | 62,509                  | 36,700                     | 99,209                        | 34,616                  | 24,930                     | 59,547                        |
| 23  | 64,019                  | 38,124                     | 102,143                       | 35,980                  | 27,397                     | 63,376                        |
| 24  | 65,587                  | 39,647                     | 105,234                       | 37,443                  | 30,435                     | 67,879                        |
| 25  | 67,214                  | 41,282                     | 108,496                       | 39,010                  | 34,175                     | 73,185                        |
| 26  | 68,906                  | 43,040                     | 111,946                       | 40,040                  | 35,767                     | 75,807                        |
| 27  | 70,664                  | 44,938                     | 115,602                       | 41,019                  | 37,094                     | 78,113                        |
| 28  | 72,494                  | 46,992                     | 119,486                       | 42,047                  | 38,589                     | 80,636                        |
| 29  | 74,400                  | 49,225                     | 123,625                       | 43,127                  | 40,299                     | 83,426                        |
| 30  | 76,385                  | 51,662                     | 128,047                       | 44,265                  | 42,287                     | 86,552                        |

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

### III. Situación sin el PPI

En el presente apartado se exponen las inversiones de bajo costo con la finalidad de optimizar la situación base a lo largo del horizonte de evaluación en caso de que el proyecto no se realice. Para ello la Secretaría de Hacienda y Crédito Público con los lineamientos vigentes permite hasta el 10% del monto total de inversión para las acciones de mejora. Las optimizaciones contempladas deberán ser incorporadas más adelante en el análisis de la oferta y demanda de la situación sin proyecto.

Como parte del desarrollo del estudio se exponen los supuestos técnicos y económicos considerados para el análisis:

- El Horizonte de evaluación es de 31 años, considerando 1 años de construcción y 30 años de operación.
- La tasa anual de crecimiento del tránsito obtenida es de 1.5%.
- La Tasa social de descuento es del 10% utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP a partir del 16 de enero de 2014.
- Se consideran precios constantes de 2023 a lo largo del horizonte de evaluación, debido a que se está realizando un análisis en términos reales.

La evaluación del presente proyecto se basa en el costo que tiene cada vehículo de la red vial relevante identificada. El costo marginal privado (CMgP) representa el costo para un individuo de transitar por un determinado tramo, mientras que el costo marginal social (CMgS) representa el costo que tiene para la sociedad el hecho de que se incorpore la vialidad ese vehículo adicional. A medida que se realizan más viajes para unidad de tiempo en una ruta, el CGV también se incrementa. Por lo tanto, la disminución del CGV en la red vial relevante debido a los vehículos que se desvían al nuevo tramo en la situación con proyecto se consideran un beneficio por ahorro de CGV en los vehículos que no modifican su ruta con la introducción del proyecto. Los vehículos que modifican su ruta con la introducción del proyecto. Los vehículos que modifican su ruta y transitan por el nuevo tramo experimentan CGV diferentes en la situación con proyecto respecto a la situación sin proyecto, los cuales deben ser comparados con la situación sin proyecto y el proyecto de manera independiente para cuantificar los ahorros o costos adicionales pro CGV de los vehículos que modifican su ruta para no subestimar o sobreestimar los beneficios netos del proyecto. Este punto justifica la cantidad de usuarios que recurren a la vía alternativa del proyecto dentro de la zona de influencia.

De no realizarse el proyecto, en los próximos años del horizonte de análisis, el aforo vehicular crecería al menos al 1.50% anual, lo que implica que las detenciones generarían mayores demoras.

Con estas consideraciones, se espera que los costos por pérdida de tiempo de las personas, así como de operación vehicular se incrementen y, por tanto, las emisiones de contaminantes y la inseguridad empeorarían a lo largo del horizonte de análisis.

Los precios se manejan a pesos constantes del 2023 y para la determinación de los indicadores de rentabilidad se considera una tasa social de descuento del 10%.

## a) Optimizaciones

Considerando medidas administrativas y de bajo costo que mejoren las condiciones actuales de la vialidad del Malecón del Río se define en la optimización la mejora de la superficie de rodamiento en puntos con mayor afectación que incluye, la construcción de la sobrecarpeta asfáltica, calafateo de fisuras, renivelaciones aisladas, riego de taponamiento y trabajos para la rehabilitación del señalamiento operativo, que contempla sustituir el señalamiento vertical y repintar el señalamiento horizontal, es decir, rehabilitación del señalamiento operativo incluyendo 113 piezas de señalamiento vertical y 7,830 m de pintura señalamiento horizontal para las zonas que requieran; sin embargo, con estas acciones se mejora solamente el estado superficial de la vialidad y se conservarían los problemas operacionales, teniendo aun su efecto en bajas velocidades de operación, altos costos generalizados de viaje y tiempos de recorrido.

Tabla 19. Optimizaciones

| Tramos  | Acciones por realizar   | Costo                  |
|---|---|------------------------|
| MODERNIZACIÓN<br>DEL MALECÓN<br>DEL RÍO EN LEÓN | Mejoras en la superficie de rodamiento mediante una sobrecarpeta asfáltica para el Tramo 4 y Tramo 5B y reparación de superficie de concreto hidráulico para los Tramos 1 2A, 2B, 2C, 3 y 5ª. | \$8,500,000.00         |
|   | Rehabilitación del señalamiento operativo   | \$1,200,000.00         |
|   | IVA   | \$1,552,000.00         |
|   | <b>Monto total de las medidas de optimización</b>   | <b>\$11,252,000.00</b> |

Fuente: Elaboración propia, Año 2023.

Las medidas de optimización tienen un valor de \$11,252,000.00 con I.V.A. es decir un 6.18% respecto al monto total del proyecto. Este monto es inferior al 10% permitido para realizar las mejoras de baja inversión. Con estas medidas se espera que se mejoren marginalmente las velocidades de recorrido de los vehículos. De esta forma, se espera un incremento en las velocidades tanto en horas de alta demanda como en baja demanda. Sin embargo, estas medidas no son suficientes para el correcto funcionamiento de la vialidad, debido a que debe ofrecer continuidad, comodidad, seguridad a los usuarios, lo cual no se logra en la situación actual optimizada.

## b) Análisis de la Oferta

La Tabla 20 muestra las características de la oferta en la situación sin proyecto para cada tramo analizado.

Tabla 20. Datos de la oferta actual sin proyecto (optimizada)

| Tramo  | Tramo 1                 | Tramo 2                 |                           |                           | Tramo 3                 | Tramo 4                     | Tramo 5                 |                         |
|--|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
|  |                         | A                       | B                         | C                         |                         |                             | A                       | B                       |
| Longitud (m)                                 | 330                     | 250                     | 600                       | 190                       | 415                     | 540                         | 470                     | 180                     |
| Tipo de vía                                  | Interbarrio             |                         |                           |                           |                         |                             |                         |                         |
| Número de carriles                           | 1 de 3.5m               | 2 de 3.5m               | 2 de 3.5m                 | 1 de 3.5m                 | 2 de 3.5m               | 3 de 3.5m                   | 1 de 3.5m               | 2 de 3.5m               |
| Ancho de banquetas (m)                       | -                       | -                       | -                         | -                         | -                       | 2.00<br>(Vialidad Superior) | -                       | -                       |
| Ancho de acotamiento (m)                     | 1                       | -                       | Variable<br>(0.60 a 1.80) | Variable<br>(0.60 a 1.80) | -                       | -                           | 1.0                     | -                       |
| Ancho de Corona (m)                          | 4.5                     | 7.0                     | Variable<br>Max: 8.8      | Variable<br>Max: 5.3      | 7.0                     | 10.5                        | 4.5                     | 7.0                     |
| Espacio aledaño a la Calzada (m)             | Variable<br>(0.5 a 6.0) | Variable<br>(0.5 a 3.5) | Variable<br>(0.5 a 1.7)   | Variable<br>(1.5 a 4.1)   | Variable<br>(1.5 a 2.4) | Variable<br>(0.6 a 1.2)     | Variable<br>(1.0 a 4.9) | Variable<br>(1.5 a 3.5) |
| Ancho de Sección (m)                         | Variable<br>Max: 10.5   | Variable<br>Max: 10.5   | Variable<br>Max: 10.5     | Variable<br>Max: 9.4      | Variable<br>Max: 9.4    | Variable<br>Max: 13.7       | Variable<br>Max: 9.4    | Variable<br>Max: 10.5   |
| Tipo de terreno                              | Plano                   | Plano                   | Plano                     | Plano                     | Plano                   | Plano                       | Plano                   | Plano                   |
| Índice rugosidad (IRI, m/km)                 | 2.5                     | 3.0                     | 3.0                       | 3.0                       | 2.5                     | 3.0                         | 3.0                     | 3.0                     |
| Estado de Conservación                       | Aceptable               | Aceptable               | Aceptable                 | Aceptable                 | Aceptable               | Aceptable                   | Aceptable               | Aceptable               |
| Pavimento                                    | Hidráulico              | Hidráulico              | Hidráulico                | Hidráulico                | Hidráulico              | Asfalto                     | Hidráulico              | Asfalto                 |
| Velocidad permisible (km/h)                  | 60                      | 60                      | 60                        | 60                        | 60                      | 60                          | 60                      | 60                      |
| Alumbrado                                    | Si<br>(Insuficiente)    | Si<br>(Insuficiente)    | Si<br>(Insuficiente)      | Si<br>(Insuficiente)      | Si<br>(Insuficiente)    | Si<br>(Insuficiente)        | Si<br>(Insuficiente)    | Si<br>(Insuficiente)    |
| Semáforos                                    | No                      | No                      | No                        | No                        | No                      | No                          | No                      | No                      |
| Estado de señalamiento horizontal y vertical | Bueno                   | Bueno                   | Bueno                     | Bueno                     | Bueno                   | Bueno                       | Bueno                   | Bueno                   |

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito y proyecto ejecutivo.

## c) Análisis de la demanda

Para la situación sin proyecto, la demanda presenta las mismas características en el TDPA y la composición vehicular, solo difiere en las velocidades con y sin congestión.

La demanda en la situación optimizada se muestra desde la Tabla 21.

Tabla 21. Demanda en la situación optimizada

| Descripción                      | Tramo 1  | Tramo 2                                |                                    |                                    | Tramo 3                              | Tramo 4                                    | Tramo 5                                   |                            |
|----------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|---|----------------------------|
|                                  |  | A                                      | B                                  | C                                  |                                      |  | A   | B                          |
|                                  | Bldv. Vicente Valtierra – Bldv. Miguel Hidalgo | Bldv. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo | Calle 5 de mayo - Gutiérrez Nájera | Gutiérrez Nájera - Calle República | Calle República – Bldv. López Mateos | Bldv. López Mateos – Calzada de los Héroes | Calzada de los Héroes – Miguel B. Jiménez | Miguel B. Jiménez – Wagner |
| Longitud (km)                    | 0.33   | 0.25                                   | 0.6                                | 0.19                               | 0.415                                | 0.54                                       | 0.47                                      | 0.18                       |
| Velocidad con congestión (km/hr) | 32.44  | 25.00                                  | 20.00                              | 16.00                              | 32.09                                | 33.61                                      | 32.00                                     | 40.00                      |
| Velocidad sin congestión (km/hr) | 43.20  | 53.05                                  | 50.10                              | 50.00                              | 41.82                                | 40.54                                      | 34.22                                     | 42.00                      |
| TDPA total*                      | 31,756   | 34,872                                 | 21,460                             | 21,460                             | 36,212                               | 42,815                                     | 29,022                                    | 36,492                     |
| TDPA con congestión              | 16,851   | 18,504                                 | 11,387                             | 11,387                             | 19,215                               | 22,719                                     | 15,400                                    | 19,363                     |
| TDPA sin congestión              | 14,905   | 16,368                                 | 10,073                             | 10,073                             | 16,997                               | 20,096                                     | 13,622                                    | 17,129                     |
| A %                              | 100  | 100                                    | 100                                | 100                                | 100                                  | 94   | 100                                       | 96                         |
| B%                               | 0  | 0                                      | 0                                  | 0                                  | 0                                    | 0  | 0   | 1                          |
| C%                               | 0  | 0                                      | 0                                  | 0                                  | 0                                    | 6  | 0   | 3                          |

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Tabla 22 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación sin el PPI

| Año | Tramo 1             |                     | Tramo 2             |                     |                     |                     |                     |                     | Tramo 3             |                     |
|-----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|     | TDPA Con Congestión | TDPA Sin Congestión | A                   |                     | B                   |                     | C                   |                     | TDPA Con Congestión | TDPA Sin Congestión |
|     |                     |                     | TDPA Con Congestión | TDPA Sin Congestión | TDPA Con Congestión | TDPA Sin Congestión | TDPA Con Congestión | TDPA Sin Congestión |                     |                     |
|     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| 0   | 16,851              | 14,905              | 18,504              | 16,368              | 11,387              | 10,073              | 11,387              | 10,073              | 19,215              | 16,997              |
| 1   | 17,104              | 15,129              | 18,782              | 16,613              | 11,558              | 10,224              | 11,558              | 10,224              | 19,503              | 17,252              |
| 2   | 17,360              | 15,356              | 19,064              | 16,863              | 11,731              | 10,377              | 11,731              | 10,377              | 19,796              | 17,511              |
| 3   | 17,621              | 15,586              | 19,350              | 17,116              | 11,907              | 10,533              | 11,907              | 10,533              | 20,093              | 17,774              |
| 4   | 17,885              | 15,820              | 19,640              | 17,372              | 12,086              | 10,691              | 12,086              | 10,691              | 20,394              | 18,040              |
| 5   | 18,153              | 16,057              | 19,935              | 17,633              | 12,267              | 10,851              | 12,267              | 10,851              | 20,700              | 18,311              |
| 6   | 18,426              | 16,298              | 20,234              | 17,897              | 12,451              | 11,014              | 12,451              | 11,014              | 21,010              | 18,585              |
| 7   | 18,702              | 16,543              | 20,537              | 18,166              | 12,638              | 11,179              | 12,638              | 11,179              | 21,326              | 18,864              |
| 8   | 18,983              | 16,791              | 20,845              | 18,438              | 12,828              | 11,347              | 12,828              | 11,347              | 21,646              | 19,147              |
| 9   | 19,267              | 17,043              | 21,158              | 18,715              | 13,020              | 11,517              | 13,020              | 11,517              | 21,970              | 19,434              |
| 10  | 19,556              | 17,298              | 21,475              | 18,996              | 13,215              | 11,690              | 13,215              | 11,690              | 22,300              | 19,726              |
| 11  | 19,850              | 17,558              | 21,797              | 19,281              | 13,414              | 11,865              | 13,414              | 11,865              | 22,634              | 20,022              |
| 12  | 20,147              | 17,821              | 22,124              | 19,570              | 13,615              | 12,043              | 13,615              | 12,043              | 22,974              | 20,322              |
| 13  | 20,450              | 18,088              | 22,456              | 19,863              | 13,819              | 12,224              | 13,819              | 12,224              | 23,318              | 20,627              |
| 14  | 20,756              | 18,360              | 22,793              | 20,161              | 14,026              | 12,407              | 14,026              | 12,407              | 23,668              | 20,936              |
| 15  | 21,068              | 18,635              | 23,135              | 20,464              | 14,237              | 12,593              | 14,237              | 12,593              | 24,023              | 21,250              |
| 16  | 21,384              | 18,915              | 23,482              | 20,771              | 14,450              | 12,782              | 14,450              | 12,782              | 24,384              | 21,569              |



|    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 17 | 21,704 | 19,198 | 23,834 | 21,082 | 14,667 | 12,974 | 14,667 | 12,974 | 24,749 | 21,893 |
| 18 | 22,030 | 19,486 | 24,192 | 21,398 | 14,887 | 13,169 | 14,887 | 13,169 | 25,121 | 22,221 |
| 19 | 22,360 | 19,779 | 24,555 | 21,719 | 15,110 | 13,366 | 15,110 | 13,366 | 25,497 | 22,554 |
| 20 | 22,696 | 20,075 | 24,923 | 22,045 | 15,337 | 13,567 | 15,337 | 13,567 | 25,880 | 22,893 |
| 21 | 23,036 | 20,376 | 25,297 | 22,376 | 15,567 | 13,770 | 15,567 | 13,770 | 26,268 | 23,236 |
| 22 | 23,382 | 20,682 | 25,676 | 22,711 | 15,801 | 13,977 | 15,801 | 13,977 | 26,662 | 23,585 |
| 23 | 23,733 | 20,992 | 26,061 | 23,052 | 16,038 | 14,186 | 16,038 | 14,186 | 27,062 | 23,938 |
| 24 | 24,089 | 21,307 | 26,452 | 23,398 | 16,278 | 14,399 | 16,278 | 14,399 | 27,468 | 24,298 |
| 25 | 24,450 | 21,627 | 26,849 | 23,749 | 16,522 | 14,615 | 16,522 | 14,615 | 27,880 | 24,662 |
| 26 | 24,817 | 21,951 | 27,252 | 24,105 | 16,770 | 14,834 | 16,770 | 14,834 | 28,298 | 25,032 |
| 27 | 25,189 | 22,280 | 27,660 | 24,467 | 17,022 | 15,057 | 17,022 | 15,057 | 28,723 | 25,407 |
| 28 | 25,567 | 22,615 | 28,075 | 24,834 | 17,277 | 15,283 | 17,277 | 15,283 | 29,153 | 25,789 |
| 29 | 25,950 | 22,954 | 28,497 | 25,206 | 17,536 | 15,512 | 17,536 | 15,512 | 29,591 | 26,175 |
| 30 | 26,340 | 23,298 | 28,924 | 25,584 | 17,799 | 15,745 | 17,799 | 15,745 | 30,035 | 26,568 |

| Año | Tramo 4        |                | Tramo 5        |                |                |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     |                |                | A              |                | B              |                |
|     | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           |
|     | Con Congestión | Sin Congestión | Con Congestión | Sin Congestión | Con Congestión | Sin Congestión |
| 0   | 22,719         | 20,096         | 15,400         | 13,622         | 19,363         | 17,129         |
| 1   | 23,060         | 20,397         | 15,631         | 13,827         | 19,654         | 17,386         |
| 2   | 23,405         | 20,703         | 15,865         | 14,034         | 19,948         | 17,647         |
| 3   | 23,757         | 21,014         | 16,103         | 14,245         | 20,248         | 17,912         |
| 4   | 24,113         | 21,329         | 16,345         | 14,458         | 20,551         | 18,180         |
| 5   | 24,475         | 21,649         | 16,590         | 14,675         | 20,860         | 18,453         |
| 6   | 24,842         | 21,974         | 16,839         | 14,895         | 21,173         | 18,730         |
| 7   | 25,214         | 22,303         | 17,091         | 15,119         | 21,490         | 19,011         |
| 8   | 25,592         | 22,638         | 17,348         | 15,345         | 21,812         | 19,296         |
| 9   | 25,976         | 22,978         | 17,608         | 15,576         | 22,140         | 19,585         |
| 10  | 26,366         | 23,322         | 17,872         | 15,809         | 22,472         | 19,879         |
| 11  | 26,762         | 23,672         | 18,140         | 16,046         | 22,809         | 20,177         |
| 12  | 27,163         | 24,027         | 18,412         | 16,287         | 23,151         | 20,480         |
| 13  | 27,570         | 24,388         | 18,688         | 16,531         | 23,498         | 20,787         |
| 14  | 27,984         | 24,753         | 18,969         | 16,779         | 23,851         | 21,099         |
| 15  | 28,404         | 25,125         | 19,253         | 17,031         | 24,208         | 21,415         |
| 16  | 28,830         | 25,502         | 19,542         | 17,287         | 24,572         | 21,737         |
| 17  | 29,262         | 25,884         | 19,835         | 17,546         | 24,940         | 22,063         |
| 18  | 29,701         | 26,272         | 20,132         | 17,809         | 25,314         | 22,394         |
| 19  | 30,147         | 26,666         | 20,434         | 18,076         | 25,694         | 22,730         |
| 20  | 30,599         | 27,066         | 20,741         | 18,347         | 26,079         | 23,070         |
| 21  | 31,058         | 27,472         | 21,052         | 18,622         | 26,471         | 23,417         |
| 22  | 31,524         | 27,884         | 21,368         | 18,902         | 26,868         | 23,768         |
| 23  | 31,997         | 28,303         | 21,688         | 19,185         | 27,271         | 24,124         |
| 24  | 32,477         | 28,727         | 22,014         | 19,473         | 27,680         | 24,486         |
| 25  | 32,964         | 29,158         | 22,344         | 19,765         | 28,095         | 24,853         |
| 26  | 33,458         | 29,596         | 22,679         | 20,062         | 28,516         | 25,226         |
| 27  | 33,960         | 30,039         | 23,019         | 20,363         | 28,944         | 25,605         |
| 28  | 34,469         | 30,490         | 23,365         | 20,668         | 29,378         | 25,989         |
| 29  | 34,986         | 30,947         | 23,715         | 20,978         | 29,819         | 26,379         |
| 30  | 35,511         | 31,412         | 24,071         | 21,293         | 30,266         | 26,774         |

Fuente: Elaboración propia, Año 2023.

## d) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

Aunque se consideran mejoras en el IRI y en las velocidades, los cambios son marginalmente pequeños. En la Tabla 23 se muestran las velocidades y los niveles de servicio de acuerdo con la demora promedio por vehículo para cada año del horizonte de evaluación, considerando la misma metodología para la interacción oferta demanda en la situación actual.

Tabla 23. Niveles de servicio y velocidades en la situación sin proyecto

| Malecón del Río Situación sin Proyecto |          |                    |                    |      |                      |                    |                    |      |
|--|----------|--------------------|--------------------|------|----------------------|--------------------|--------------------|------|
| Año                                    | Tramo 1  |                    |                    |      | Tramo 2 <sup>a</sup> |                    |                    |      |
|  | TDPA     | Vel con Congestión | Vel sin Congestión | N.S. | TDPA                 | Vel con Congestión | Vel sin Congestión | N.S. |
| 0                                      | 31,756   | 32.44              | 43.20              | C    | 34,872               | 25.00              | 53.05              | D    |
| 1                                      | 32,233   | 31.99              | 42.74              | C    | 35,395               | 24.57              | 52.36              | D    |
| 2                                      | 32,716   | 31.53              | 42.27              | C    | 35,926               | 24.12              | 51.66              | D    |
| 3                                      | 33,207   | 31.06              | 41.79              | C    | 36,465               | 23.67              | 50.95              | D    |
| 4                                      | 33,705   | 30.58              | 41.31              | C    | 37,012               | 23.21              | 50.21              | D    |
| 5                                      | 34,211   | 30.10              | 40.81              | C    | 37,567               | 22.74              | 49.47              | D    |
| 6                                      | 34,724   | 29.60              | 40.30              | C    | 38,131               | 22.25              | 48.71              | D    |
| 7                                      | 35,245   | 29.09              | 39.79              | C    | 38,703               | 21.76              | 47.93              | E    |
| 8                                      | 35,773   | 28.57              | 39.26              | C    | 39,283               | 21.25              | 47.13              | E    |
| 9                                      | 36,310   | 28.04              | 38.72              | C    | 39,873               | 20.74              | 46.32              | E    |
| 10                                     | 36,854   | 27.50              | 38.17              | D    | 40,471               | 20.21              | 45.49              | E    |
| 11                                     | 37,407   | 26.94              | 37.61              | D    | 41,078               | 19.67              | 44.65              | E    |
| 12                                     | 37,968   | 26.38              | 37.04              | D    | 41,694               | 19.12              | 43.78              | E    |
| 13                                     | 38,538   | 25.80              | 36.45              | D    | 42,319               | 18.55              | 42.90              | E    |
| 14                                     | 39,116   | 25.21              | 35.85              | D    | 42,954               | 17.97              | 42.00              | E    |
| 15                                     | 39,703   | 24.60              | 35.24              | D    | 43,599               | 17.38              | 41.07              | E    |
| 16                                     | 40,298   | 23.99              | 34.62              | D    | 44,253               | 16.78              | 40.13              | F    |
| 17                                     | 40,903   | 23.35              | 33.98              | D    | 44,916               | 16.16              | 39.17              | F    |
| 18                                     | 41,516   | 22.71              | 33.33              | D    | 45,590               | 15.52              | 38.18              | F    |
| 19                                     | 42,139   | 22.05              | 32.67              | D    | 46,274               | 14.87              | 37.17              | F    |
| 20                                     | 42,771   | 21.37              | 31.99              | E    | 46,968               | 14.21              | 36.14              | F    |
| 21                                     | 43,413   | 20.68              | 31.29              | E    | 47,673               | 13.53              | 35.09              | F    |
| 22                                     | 44,064   | 19.97              | 30.58              | E    | 48,388               | 12.83              | 34.01              | F    |
| 23                                     | 44,725   | 19.24              | 29.86              | E    | 49,113               | 12.11              | 32.90              | F    |
| 24                                     | 45,396   | 18.50              | 29.12              | E    | 49,850               | 11.38              | 31.77              | F    |
| 25                                     | 46,077   | 17.74              | 28.36              | E    | 50,598               | 10.63              | 30.62              | F    |
| 26                                     | 46,768   | 16.96              | 27.58              | F    | 51,357               | 10.00              | 29.43              | F    |
| 27                                     | 47,469   | 16.17              | 26.79              | F    | 52,127               | 10.00              | 28.22              | F    |
| 28                                     | 48,181   | 15.35              | 25.98              | F    | 52,909               | 10.00              | 26.98              | F    |
| 29                                     | 48,904   | 14.51              | 25.15              | F    | 53,703               | 10.00              | 25.71              | F    |
| 30                                     | 49,638   | 13.66              | 24.30              | F    | 54,508               | 10.00              | 24.40              | F    |
| Año                                    | Tramo 2B |                    |                    |      | Tramo 2C             |                    |                    |      |
|  | TDPA     | Vel con Congestión | Vel sin Congestión | N.S. | TDPA                 | Vel con Congestión | Vel sin Congestión | N.S. |
| 0                                      | 21,460   | 20.00              | 50.10              | E    | 21,460               | 16.00              | 50.00              | F    |
| 1                                      | 21,782   | 19.87              | 49.83              | E    | 21,782               | 15.90              | 49.73              | F    |
| 2                                      | 22,109   | 19.73              | 49.56              | E    | 22,109               | 15.79              | 49.46              | F    |
| 3                                      | 22,440   | 19.60              | 49.29              | E    | 22,440               | 15.68              | 49.19              | F    |
| 4                                      | 22,777   | 19.46              | 49.01              | E    | 22,777               | 15.57              | 48.91              | F    |
| 5                                      | 23,119   | 19.32              | 48.72              | E    | 23,119               | 15.46              | 48.62              | F    |
| 6                                      | 23,465   | 19.18              | 48.43              | E    | 23,465               | 15.35              | 48.33              | F    |
| 7                                      | 23,817   | 19.04              | 48.13              | E    | 23,817               | 15.23              | 48.03              | F    |
| 8                                      | 24,175   | 18.89              | 47.83              | E    | 24,175               | 15.11              | 47.73              | F    |
| 9                                      | 24,537   | 18.74              | 47.52              | E    | 24,537               | 14.99              | 47.42              | F    |
| 10                                     | 24,905   | 18.58              | 47.21              | E    | 24,905               | 14.87              | 47.11              | F    |
| 11                                     | 25,279   | 18.43              | 46.89              | E    | 25,279               | 14.75              | 46.79              | F    |
| 12                                     | 25,658   | 18.27              | 46.56              | E    | 25,658               | 14.62              | 46.47              | F    |

|                 |             |                           |                           |             |             |                           |                           |             |
|-----------------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------|
| 13              | 26,043      | 18.11                     | 46.23                     | E           | 26,043      | 14.49                     | 46.14                     | F           |
| 14              | 26,434      | 17.94                     | 45.89                     | E           | 26,434      | 14.36                     | 45.80                     | F           |
| 15              | 26,830      | 17.77                     | 45.55                     | E           | 26,830      | 14.22                     | 45.45                     | F           |
| 16              | 27,233      | 17.60                     | 45.19                     | E           | 27,233      | 14.08                     | 45.10                     | F           |
| 17              | 27,641      | 17.42                     | 44.84                     | E           | 27,641      | 13.94                     | 44.75                     | F           |
| 18              | 28,056      | 17.24                     | 44.47                     | E           | 28,056      | 13.80                     | 44.38                     | F           |
| 19              | 28,477      | 17.06                     | 44.10                     | E           | 28,477      | 13.65                     | 44.01                     | F           |
| 20              | 28,904      | 16.88                     | 43.72                     | F           | 28,904      | 13.50                     | 43.63                     | F           |
| 21              | 29,337      | 16.69                     | 43.34                     | F           | 29,337      | 13.35                     | 43.25                     | F           |
| 22              | 29,777      | 16.49                     | 42.94                     | F           | 29,777      | 13.20                     | 42.86                     | F           |
| 23              | 30,224      | 16.29                     | 42.54                     | F           | 30,224      | 13.04                     | 42.45                     | F           |
| 24              | 30,677      | 16.09                     | 42.13                     | F           | 30,677      | 12.88                     | 42.05                     | F           |
| 25              | 31,137      | 15.89                     | 41.71                     | F           | 31,137      | 12.71                     | 41.63                     | F           |
| 26              | 31,605      | 15.68                     | 41.29                     | F           | 31,605      | 12.54                     | 41.20                     | F           |
| 27              | 32,079      | 15.46                     | 40.85                     | F           | 32,079      | 12.37                     | 40.77                     | F           |
| 28              | 32,560      | 15.24                     | 40.41                     | F           | 32,560      | 12.20                     | 40.33                     | F           |
| 29              | 33,048      | 15.02                     | 39.96                     | F           | 33,048      | 12.02                     | 39.88                     | F           |
| 30              | 33,544      | 14.79                     | 39.50                     | F           | 33,544      | 11.84                     | 39.42                     | F           |
| <b>Tramo 3</b>  |             |                           |                           |             |             |                           |                           |             |
| <b>Año</b>      | <b>TDPA</b> | <b>Vel con Congestión</b> | <b>Vel sin Congestión</b> | <b>N.S.</b> | <b>TDPA</b> | <b>Vel con Congestión</b> | <b>Vel sin Congestión</b> | <b>N.S.</b> |
| 0               | 36,212      | 32.09                     | 41.82                     | C           | 42,815      | 33.61                     | 40.54                     | C           |
| 1               | 36,755      | 31.47                     | 41.23                     | C           | 43,457      | 33.31                     | 40.24                     | C           |
| 2               | 37,307      | 30.84                     | 40.63                     | C           | 44,109      | 33.00                     | 39.93                     | C           |
| 3               | 37,866      | 30.20                     | 40.01                     | C           | 44,770      | 32.69                     | 39.62                     | C           |
| 4               | 38,434      | 29.54                     | 39.38                     | C           | 45,442      | 32.38                     | 39.31                     | C           |
| 5               | 39,011      | 28.87                     | 38.74                     | C           | 46,124      | 32.06                     | 38.99                     | C           |
| 6               | 39,596      | 28.18                     | 38.09                     | C           | 46,815      | 31.73                     | 38.67                     | C           |
| 7               | 40,190      | 27.48                     | 37.42                     | D           | 47,518      | 31.41                     | 38.34                     | C           |
| 8               | 40,793      | 26.76                     | 36.73                     | D           | 48,230      | 31.07                     | 38.00                     | C           |
| 9               | 41,405      | 26.03                     | 36.04                     | D           | 48,954      | 30.73                     | 37.66                     | C           |
| 10              | 42,026      | 25.28                     | 35.32                     | D           | 49,688      | 30.39                     | 37.32                     | C           |
| 11              | 42,656      | 24.51                     | 34.59                     | D           | 50,434      | 30.04                     | 36.97                     | C           |
| 12              | 43,296      | 23.72                     | 33.85                     | D           | 51,190      | 29.68                     | 36.62                     | C           |
| 13              | 43,945      | 22.92                     | 33.09                     | D           | 51,958      | 29.33                     | 36.26                     | C           |
| 14              | 44,605      | 22.10                     | 32.31                     | D           | 52,737      | 28.96                     | 35.89                     | C           |
| 15              | 45,274      | 21.25                     | 31.51                     | E           | 53,528      | 28.59                     | 35.52                     | C           |
| 16              | 45,953      | 20.39                     | 30.70                     | E           | 54,331      | 28.21                     | 35.15                     | C           |
| 17              | 46,642      | 19.51                     | 29.87                     | E           | 55,146      | 27.83                     | 34.77                     | D           |
| 18              | 47,342      | 18.60                     | 29.01                     | E           | 55,973      | 27.45                     | 34.38                     | D           |
| 19              | 48,052      | 17.68                     | 28.14                     | E           | 56,813      | 27.05                     | 33.99                     | D           |
| 20              | 48,773      | 16.73                     | 27.25                     | F           | 57,665      | 26.65                     | 33.59                     | D           |
| 21              | 49,504      | 15.75                     | 26.34                     | F           | 58,530      | 26.25                     | 33.18                     | D           |
| 22              | 50,247      | 14.76                     | 25.41                     | F           | 59,408      | 25.84                     | 32.77                     | D           |
| 23              | 51,000      | 13.74                     | 24.45                     | F           | 60,299      | 25.42                     | 32.36                     | D           |
| 24              | 51,765      | 12.69                     | 23.48                     | F           | 61,204      | 25.00                     | 31.94                     | D           |
| 25              | 52,542      | 11.61                     | 22.47                     | F           | 62,122      | 24.57                     | 31.51                     | D           |
| 26              | 53,330      | 10.51                     | 21.45                     | F           | 63,054      | 24.13                     | 31.07                     | D           |
| 27              | 54,130      | 10.00                     | 20.40                     | F           | 63,999      | 23.69                     | 30.63                     | D           |
| 28              | 54,942      | 10.00                     | 19.32                     | F           | 64,959      | 23.24                     | 30.18                     | D           |
| 29              | 55,766      | 10.00                     | 18.22                     | F           | 65,934      | 22.79                     | 29.73                     | D           |
| 30              | 56,603      | 10.00                     | 17.09                     | F           | 66,923      | 22.32                     | 29.26                     | D           |
| <b>Tramo 5ª</b> |             |                           |                           |             |             |                           |                           |             |
| <b>Año</b>      | <b>TDPA</b> | <b>Vel con Congestión</b> | <b>Vel sin Congestión</b> | <b>N.S.</b> | <b>TDPA</b> | <b>Vel con Congestión</b> | <b>Vel sin Congestión</b> | <b>N.S.</b> |
| 0               | 29,022      | 32.00                     | 34.22                     | C           | 36,492      | 40.00                     | 42.00                     | B           |
| 1               | 29,457      | 31.64                     | 33.92                     | C           | 37,040      | 39.13                     | 41.34                     | B           |
| 2               | 29,899      | 31.27                     | 33.60                     | C           | 37,595      | 38.25                     | 40.67                     | C           |
| 3               | 30,348      | 30.89                     | 33.29                     | C           | 38,159      | 37.34                     | 39.99                     | C           |
| 4               | 30,803      | 30.50                     | 32.97                     | C           | 38,732      | 36.42                     | 39.29                     | C           |
| 5               | 31,265      | 30.11                     | 32.64                     | C           | 39,313      | 35.47                     | 38.57                     | C           |

|    |        |       |       |   |        |       |       |   |
|----|--------|-------|-------|---|--------|-------|-------|---|
| 6  | 31,734 | 29.71 | 32.30 | C | 39,902 | 34.50 | 37.84 | C |
| 7  | 32,210 | 29.30 | 31.96 | C | 40,501 | 33.51 | 37.10 | C |
| 8  | 32,693 | 28.88 | 31.61 | C | 41,108 | 32.50 | 36.33 | C |
| 9  | 33,183 | 28.45 | 31.25 | C | 41,725 | 31.46 | 35.56 | C |
| 10 | 33,681 | 28.01 | 30.89 | C | 42,351 | 30.40 | 34.76 | C |
| 11 | 34,186 | 27.57 | 30.52 | D | 42,986 | 29.32 | 33.95 | C |
| 12 | 34,699 | 27.11 | 30.14 | D | 43,631 | 28.21 | 33.11 | C |
| 13 | 35,220 | 26.65 | 29.75 | D | 44,285 | 27.07 | 32.26 | D |
| 14 | 35,748 | 26.17 | 29.36 | D | 44,950 | 25.91 | 31.39 | D |
| 15 | 36,284 | 25.69 | 28.96 | D | 45,624 | 24.71 | 30.50 | D |
| 16 | 36,828 | 25.19 | 28.55 | D | 46,308 | 23.49 | 29.59 | D |
| 17 | 37,381 | 24.68 | 28.13 | D | 47,003 | 22.24 | 28.66 | D |
| 18 | 37,942 | 24.17 | 27.70 | D | 47,708 | 20.96 | 27.71 | E |
| 19 | 38,511 | 23.64 | 27.26 | D | 48,423 | 19.65 | 26.73 | E |
| 20 | 39,088 | 23.10 | 26.82 | D | 49,150 | 18.30 | 25.73 | E |
| 21 | 39,675 | 22.54 | 26.36 | D | 49,887 | 16.92 | 24.71 | F |
| 22 | 40,270 | 21.98 | 25.89 | E | 50,635 | 15.50 | 23.67 | F |
| 23 | 40,874 | 21.40 | 25.42 | E | 51,395 | 14.05 | 22.59 | F |
| 24 | 41,487 | 20.81 | 24.93 | E | 52,166 | 12.56 | 21.50 | F |
| 25 | 42,109 | 20.21 | 24.44 | E | 52,948 | 11.03 | 20.37 | F |
| 26 | 42,741 | 19.59 | 23.93 | E | 53,743 | 10.00 | 19.22 | F |
| 27 | 43,382 | 18.96 | 23.41 | E | 54,549 | 10.00 | 18.04 | F |
| 28 | 44,033 | 18.31 | 22.88 | E | 55,367 | 10.00 | 16.83 | F |
| 29 | 44,693 | 17.65 | 22.34 | E | 56,197 | 10.00 | 15.59 | F |
| 30 | 45,364 | 16.97 | 21.79 | F | 57,040 | 10.00 | 14.31 | F |

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

Respecto a las velocidades de operación para la determinación de los cálculos de los costos de operación, en el programa VOCMEX no es posible analizar velocidades menores de 10 km/hr, esto dado que sus parámetros de diseño están basados en el documento COSTOS DE OPERACIÓN BASE DE LOS VEHÍCULOS REPRESENTATIVOS DEL TRANSPORTE INTERURBANO, elaborado por la SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES y por el INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE, en este documento se analizan 7 tipos de vehículos para los tres tipos de terreno, plano, lomerío y montañoso y se cruza la velocidad de operación con el índice Internacional de Rugosidad y con ello se determina el índice de servicio y para los siete tipos de vehículo en todos los tipos de terreno ninguno reduce su velocidad a 10 km/hr, por ello, no es posible determinar costos de operación con una velocidad menor de 10 km/hr.

Tabla 24. CGV situación sin proyecto (optimizada)

| Año | Tramo 1              |                         |                            | Tramo 2              |                         |                            |                      |                         |                            |
|-----|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------|
|     | COV (miles de pesos) | Tiempo (miles de pesos) | CGV total (miles de pesos) | A                    |                         |                            | B                    |                         |                            |
|     |                      |                         |                            | COV (miles de pesos) | Tiempo (miles de pesos) | CGV total (miles de pesos) | COV (miles de pesos) | Tiempo (miles de pesos) | CGV total (miles de pesos) |
| 0   | 27,047               | 11,858                  | 38,905                     | 23,636               | 10,898                  | 34,534                     | 37,127               | 19,214                  | 56,341                     |
| 1   | 27,599               | 12,189                  | 39,788                     | 24,136               | 11,242                  | 35,378                     | 37,766               | 19,624                  | 57,390                     |
| 2   | 28,168               | 12,535                  | 40,702                     | 24,652               | 11,604                  | 36,257                     | 38,419               | 20,045                  | 58,464                     |
| 3   | 28,755               | 12,896                  | 41,651                     | 25,187               | 11,986                  | 37,173                     | 39,085               | 20,478                  | 59,564                     |
| 4   | 29,362               | 13,274                  | 42,635                     | 25,741               | 12,390                  | 38,130                     | 39,766               | 20,925                  | 60,691                     |
| 5   | 29,988               | 13,670                  | 43,658                     | 26,314               | 12,817                  | 39,131                     | 40,460               | 21,385                  | 61,845                     |
| 6   | 30,637               | 14,085                  | 44,721                     | 26,909               | 13,269                  | 40,178                     | 41,170               | 21,859                  | 63,028                     |
| 7   | 31,307               | 14,521                  | 45,828                     | 27,526               | 13,748                  | 41,275                     | 41,894               | 22,347                  | 64,241                     |
| 8   | 32,002               | 14,979                  | 46,981                     | 28,168               | 14,259                  | 42,427                     | 42,634               | 22,851                  | 65,485                     |
| 9   | 32,721               | 15,462                  | 48,183                     | 28,835               | 14,802                  | 43,637                     | 43,391               | 23,371                  | 66,762                     |
| 10  | 33,467               | 15,970                  | 49,438                     | 29,529               | 15,383                  | 44,912                     | 44,164               | 23,907                  | 68,071                     |
| 11  | 34,242               | 16,508                  | 50,750                     | 30,252               | 16,005                  | 46,258                     | 44,954               | 24,461                  | 69,415                     |

|     |                      |                         |                            |                         |                            |                               |                         |                            |                               |
|-----|----------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 12  | 35,046               | 17,076                  | 52,122                     | 31,007                  | 16,673                     | 47,680                        | 45,762                  | 25,034                     | 70,795                        |
| 13  | 35,882               | 17,678                  | 53,560                     | 31,794                  | 17,392                     | 49,186                        | 46,588                  | 25,626                     | 72,213                        |
| 14  | 36,752               | 18,317                  | 55,069                     | 32,617                  | 18,169                     | 50,785                        | 47,433                  | 26,238                     | 73,670                        |
| 15  | 37,658               | 18,997                  | 56,655                     | 33,477                  | 19,010                     | 52,488                        | 48,297                  | 26,871                     | 75,168                        |
| 16  | 38,601               | 19,722                  | 58,323                     | 34,379                  | 19,926                     | 54,305                        | 49,182                  | 27,527                     | 76,709                        |
| 17  | 39,586               | 20,496                  | 60,082                     | 35,324                  | 20,925                     | 56,249                        | 50,087                  | 28,206                     | 78,294                        |
| 18  | 40,614               | 21,326                  | 61,939                     | 36,317                  | 22,021                     | 58,338                        | 51,014                  | 28,911                     | 79,925                        |
| 19  | 41,688               | 22,216                  | 63,904                     | 37,360                  | 23,230                     | 60,589                        | 51,964                  | 29,641                     | 81,605                        |
| 20  | 42,811               | 23,175                  | 65,987                     | 38,457                  | 24,569                     | 63,026                        | 52,936                  | 30,400                     | 83,336                        |
| 21  | 43,987               | 24,212                  | 68,199                     | 39,614                  | 26,063                     | 65,677                        | 53,933                  | 31,188                     | 85,121                        |
| 22  | 45,220               | 25,336                  | 70,556                     | 40,834                  | 27,740                     | 68,574                        | 54,954                  | 32,007                     | 86,961                        |
| 23  | 46,514               | 26,558                  | 73,072                     | 42,123                  | 29,638                     | 71,761                        | 56,001                  | 32,859                     | 88,860                        |
| 24  | 47,873               | 27,895                  | 75,767                     | 43,486                  | 31,807                     | 75,292                        | 57,075                  | 33,747                     | 90,822                        |
| 25  | 49,301               | 29,362                  | 78,663                     | 44,930                  | 34,309                     | 79,239                        | 58,177                  | 34,671                     | 92,848                        |
| 26  | 50,804               | 30,981                  | 81,785                     | 45,945                  | 36,830                     | 82,775                        | 59,307                  | 35,636                     | 94,943                        |
| 27  | 52,389               | 32,777                  | 85,166                     | 46,985                  | 37,754                     | 84,739                        | 60,468                  | 36,643                     | 97,111                        |
| 28  | 54,060               | 34,784                  | 88,844                     | 48,077                  | 38,741                     | 86,818                        | 61,660                  | 37,695                     | 99,355                        |
| 29  | 55,825               | 37,042                  | 92,866                     | 49,226                  | 39,802                     | 89,028                        | 62,885                  | 38,796                     | 101,680                       |
| 30  | 57,691               | 39,604                  | 97,294                     | 50,437                  | 40,951                     | 91,388                        | 64,143                  | 39,948                     | 104,091                       |
| Año | Tramo 2              |                         |                            | Tramo 3                 |                            |                               | Tramo 4                 |                            |                               |
|     | C                    |                         |                            | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) | COV<br>(miles de pesos) | Tiempo<br>(miles de pesos) | CGV total<br>(miles de pesos) |
|     | COV (miles de pesos) | Tiempo (miles de pesos) | CGV total (miles de pesos) |                         |                            |                               |                         |                            |                               |
| 0   | 12,373               | 7,212                   | 19,585                     | 39,096                  | 17,340                     | 56,436                        | 67,972                  | 28,842                     | 96,814                        |
| 1   | 12,584               | 7,366                   | 19,950                     | 39,978                  | 17,908                     | 57,885                        | 69,212                  | 29,515                     | 98,727                        |
| 2   | 12,799               | 7,524                   | 20,323                     | 40,894                  | 18,506                     | 59,400                        | 70,480                  | 30,211                     | 100,691                       |
| 3   | 13,018               | 7,687                   | 20,706                     | 41,847                  | 19,139                     | 60,986                        | 71,778                  | 30,929                     | 102,707                       |
| 4   | 13,242               | 7,855                   | 21,098                     | 42,839                  | 19,809                     | 62,648                        | 73,108                  | 31,670                     | 104,778                       |
| 5   | 13,471               | 8,029                   | 21,499                     | 43,872                  | 20,520                     | 64,393                        | 74,469                  | 32,436                     | 106,905                       |
| 6   | 13,704               | 8,207                   | 21,911                     | 44,951                  | 21,276                     | 66,227                        | 75,864                  | 33,229                     | 109,092                       |
| 7   | 13,942               | 8,391                   | 22,332                     | 46,076                  | 22,082                     | 68,158                        | 77,293                  | 34,048                     | 111,341                       |
| 8   | 14,185               | 8,580                   | 22,765                     | 47,253                  | 22,941                     | 70,195                        | 78,757                  | 34,896                     | 113,653                       |
| 9   | 14,433               | 8,776                   | 23,209                     | 48,485                  | 23,862                     | 72,346                        | 80,258                  | 35,774                     | 116,032                       |
| 10  | 14,686               | 8,978                   | 23,664                     | 49,774                  | 24,849                     | 74,624                        | 81,798                  | 36,683                     | 118,481                       |
| 11  | 14,945               | 9,187                   | 24,132                     | 51,127                  | 25,912                     | 77,039                        | 83,376                  | 37,626                     | 121,002                       |
| 12  | 15,209               | 9,403                   | 24,612                     | 52,547                  | 27,060                     | 79,607                        | 84,996                  | 38,603                     | 123,600                       |
| 13  | 15,479               | 9,626                   | 25,105                     | 54,040                  | 28,302                     | 82,343                        | 86,659                  | 39,617                     | 126,276                       |
| 14  | 15,755               | 9,856                   | 25,611                     | 55,611                  | 29,653                     | 85,265                        | 88,365                  | 40,670                     | 129,036                       |
| 15  | 16,038               | 10,095                  | 26,132                     | 57,267                  | 31,128                     | 88,395                        | 90,118                  | 41,764                     | 131,882                       |
| 16  | 16,326               | 10,342                  | 26,668                     | 59,013                  | 32,745                     | 91,758                        | 91,918                  | 42,901                     | 134,819                       |
| 17  | 16,621               | 10,598                  | 27,220                     | 60,857                  | 34,527                     | 95,385                        | 93,768                  | 44,084                     | 137,851                       |
| 18  | 16,923               | 10,864                  | 27,787                     | 62,808                  | 36,502                     | 99,310                        | 95,669                  | 45,315                     | 140,984                       |
| 19  | 17,232               | 11,139                  | 28,372                     | 64,874                  | 38,703                     | 103,577                       | 97,623                  | 46,597                     | 144,221                       |
| 20  | 17,549               | 11,426                  | 28,974                     | 67,064                  | 41,176                     | 108,240                       | 99,634                  | 47,934                     | 147,568                       |
| 21  | 17,872               | 11,723                  | 29,595                     | 69,389                  | 43,975                     | 113,364                       | 101,702                 | 49,329                     | 151,031                       |
| 22  | 18,204               | 12,032                  | 30,236                     | 71,861                  | 47,174                     | 119,035                       | 103,831                 | 50,785                     | 154,616                       |
| 23  | 18,543               | 12,354                  | 30,897                     | 74,492                  | 50,870                     | 125,362                       | 106,022                 | 52,307                     | 158,329                       |
| 24  | 18,891               | 12,689                  | 31,580                     | 77,296                  | 55,196                     | 132,492                       | 108,279                 | 53,899                     | 162,178                       |
| 25  | 19,247               | 13,038                  | 32,285                     | 80,289                  | 60,339                     | 140,628                       | 110,605                 | 55,565                     | 166,170                       |
| 26  | 19,613               | 13,402                  | 33,015                     | 82,986                  | 66,570                     | 149,556                       | 113,002                 | 57,312                     | 170,314                       |
| 27  | 19,988               | 13,783                  | 33,770                     | 84,976                  | 71,032                     | 156,009                       | 115,473                 | 59,144                     | 174,617                       |
| 28  | 20,372               | 14,180                  | 34,552                     | 87,063                  | 73,312                     | 160,375                       | 118,022                 | 61,069                     | 179,091                       |
| 29  | 20,766               | 14,596                  | 35,363                     | 89,255                  | 75,825                     | 165,080                       | 120,652                 | 63,093                     | 183,744                       |
| 30  | 21,171               | 15,032                  | 36,203                     | 91,561                  | 78,625                     | 170,186                       | 123,367                 | 65,223                     | 188,590                       |
| Año | Tramo 5              |                         |                            |                         |                            |                               |                         |                            |                               |
|     | A                    |                         |                            | B                       |                            |                               |                         |                            |                               |
|     | COV (miles de pesos) | Tiempo (miles de pesos) | CGV total (miles de pesos) | COV (miles de pesos)    | Tiempo (miles de pesos)    | CGV total (miles de pesos)    |                         |                            |                               |
| 0   | 37,213               | 17,179                  | 54,392                     | 17,752                  | 7,560                      | 25,312                        |                         |                            |                               |

|    |        |        |         |        |        |        |
|----|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 1  | 37,944 | 17,617 | 55,562  | 18,149 | 7,820  | 25,968 |
| 2  | 38,696 | 18,072 | 56,768  | 18,562 | 8,095  | 26,658 |
| 3  | 39,468 | 18,545 | 58,014  | 18,995 | 8,388  | 27,382 |
| 4  | 40,263 | 19,038 | 59,301  | 19,447 | 8,699  | 28,146 |
| 5  | 41,081 | 19,550 | 60,631  | 19,921 | 9,031  | 28,952 |
| 6  | 41,923 | 20,084 | 62,006  | 20,419 | 9,386  | 29,804 |
| 7  | 42,790 | 20,640 | 63,430  | 20,941 | 9,766  | 30,707 |
| 8  | 43,683 | 21,222 | 64,905  | 21,492 | 10,174 | 31,666 |
| 9  | 44,605 | 21,829 | 66,433  | 22,072 | 10,615 | 32,687 |
| 10 | 45,555 | 22,464 | 68,019  | 22,685 | 11,091 | 33,776 |
| 11 | 46,535 | 23,129 | 69,664  | 23,334 | 11,607 | 34,941 |
| 12 | 47,548 | 23,826 | 71,374  | 24,021 | 12,170 | 36,191 |
| 13 | 48,594 | 24,557 | 73,151  | 24,750 | 12,786 | 37,535 |
| 14 | 49,676 | 25,326 | 75,001  | 25,525 | 13,463 | 38,987 |
| 15 | 50,794 | 26,134 | 76,929  | 26,350 | 14,211 | 40,561 |
| 16 | 51,952 | 26,987 | 78,938  | 27,231 | 15,043 | 42,274 |
| 17 | 53,151 | 27,886 | 81,037  | 28,172 | 15,974 | 44,146 |
| 18 | 54,393 | 28,837 | 83,230  | 29,179 | 17,025 | 46,205 |
| 19 | 55,681 | 29,843 | 85,524  | 30,260 | 18,222 | 48,482 |
| 20 | 57,018 | 30,911 | 87,929  | 31,420 | 19,599 | 51,019 |
| 21 | 58,406 | 32,046 | 90,451  | 32,669 | 21,202 | 53,871 |
| 22 | 59,848 | 33,254 | 93,102  | 34,015 | 23,098 | 57,113 |
| 23 | 61,348 | 34,544 | 95,892  | 35,468 | 25,382 | 60,850 |
| 24 | 62,908 | 35,925 | 98,833  | 37,039 | 28,195 | 65,234 |
| 25 | 64,533 | 37,406 | 101,939 | 38,560 | 31,764 | 70,324 |
| 26 | 66,227 | 38,999 | 105,226 | 39,519 | 34,918 | 74,437 |
| 27 | 67,994 | 40,718 | 108,712 | 40,529 | 36,175 | 76,705 |
| 28 | 69,838 | 42,580 | 112,418 | 41,595 | 37,590 | 79,185 |
| 29 | 71,765 | 44,604 | 116,368 | 42,720 | 39,204 | 81,924 |
| 30 | 73,779 | 46,811 | 120,591 | 43,912 | 41,076 | 84,988 |

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

## e) Alternativas de Solución

De acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito para la solución del Malecón en el tramo de estudio del presente se analizaron varias posibilidades para diferentes tramos para el caso particular del tramo en el sentido aquí en análisis, se evaluó la posibilidad de hacer un carril de incorporación de la rampa de ingreso a la vialidad a flujo libre del lecho bajo, en lugar de tener dos carriles, para evitar el mantener dos carriles en ese tramo y mantener en operación la rampa de ingreso al lecho bajo, al norte de Blvd. Hidalgo, esto no fue posible debido a la demanda que se tiene en dicho tramo, se analizó el mantener la rampa que se cancela al norte de Blvd. Hidalgo y que se menciona aquí, construyendo un carril de incorporación como un tercer carril para mantener el flujo de los dos carriles, pero no hubo la suficiente distancia para lograr su correcta operación por lo que se decidió finalmente cancelarla.

También en el interés de buscar una mejor operación se modelo la posibilidad de ampliar el tramo entre la rampa de salida al sur de la Av. 5 de Mayo a la rampa al Norte de Puente República pero resultaba muy costosa y con afectaciones dado que implicaba mover el muro de contención de ese tramo hacia el lado Poniente con afectaciones para algunos casos de propiedad particular y así mantener los mismos carriles de operación en la vialidad superior, lo que se consideró inviable por parte de las autoridades.

Asimismo, para el tramo de Blvd. Adolfo López Mateos a Calzada se analizó la posibilidad de mantener la vialidad a flujo libre por el lecho bajo de Malecón pero había dos grandes inconvenientes, se tendría que mover el muro de contención en todo el tramo para poder lograr el mantener dos carriles con algunas afectaciones a propiedad de particulares en la vialidad superior y un problema ecológico por la gran cantidad de árboles que existen en ese tramo al momento, por lo que la autoridad decidió mantener la operación como existe en la actualidad.

Para el Tramo de Calzada al Parque de la Industria Leonesa se evaluó la posibilidad de construir una rampa de acceso a la vialidad a flujo libre en el lecho inferior de dos carriles, pero esto tenía las siguientes implicaciones: Uno se tenían limitaciones de espacio para poder hacer la rampa si tocar el canal auxiliar existente, dos, implicaba igual que para el tramo anteriormente descrito afectaciones a una gran cantidad de árboles, tres, reducía la capacidad de almacenamiento para el acceso norte de la intersección en el lecho superior con Calzada y esto provocaba un gran demérito en su operación, por lo que principalmente por esto la opción elegida presento mejoras, con un solo carril la afectación arbórea es menor, no se afecta al canal auxiliar, y se amplía la capacidad para el acceso norte de la intersección superior. Solo es indispensable mantener una velocidad de diseño mínima de 60 Km/hr que permita su correcta operación en la realidad. En el caso de la vialidad en el lecho bajo se modelo con uno y dos carriles sin problemas de espacio para ninguna de las dos, la que mejores resultados de operación obtuvo, de acuerdo con la Ingeniería de Transito fue la de dos carriles para el lecho bajo, considerando las modificaciones en la operación de la vialidad superior al sur de la intersección de Malecón con la Calle Tota Carbajal.

Debido a las restricciones a la geometría por el crecimiento de la urbanización que mantiene confinado el tramo de estudio, así como la restricción por el cuerpo de agua, se consideraron las siguientes alternativas con los mejores resultados:

#### **Alternativa 1**

El proyecto consiste en la intervención del Malecón del Río, específicamente en los siguientes tramos:

Es de importancia reiterar que se dividió en tres segmentos a intervenir, de los cuales existen segmentos sin intervención, a continuación, se describen dichos tramos.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).

- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto hidráulico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 2C** del cadenamamiento 20+000 al cadenamamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°), con una longitud de 140 metros.
- **Tramo 2D** del cadenamamiento 20+140 al cadenamamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°), con una longitud de 290 metros.
- **Tramo 3** del cadenamamiento 20+430 al cadenamamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°), con una longitud de 415 metros.
- **Tramo 4A** del cadenamamiento 20+845 al cadenamamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°), con una longitud de 140 metros.

Es de importancia aclarar que, en una longitud de 985 m (del cadenamamiento 20+000 al 20+985). Inicia pasando la calle Amado Nervo hasta aproximadamente 200 m después de la bifurcación con la calle Progreso. Con los siguientes alcances:

- Del cadenamamiento 20+000 al 20+140 reducción de un carril de 3.50 m de ancho con acotamientos en la margen derecha de 0.60 m a 1.20 m y en la izquierda de 0.60 m en una longitud de 140 m.
- Del cadenamamiento 20+090 (inicio del eje 21, coordenadas 21.126835°, -101.675889°) al 20+125 (inicio del eje 22, coordenadas 21.126562°, -101.675742°) en una longitud aproximada de 35.0 m rehabilitación con pavimento hidráulico de la vialidad superior en dos carriles de 3.30 m de ancho y con acotamiento en la margen izquierda con ancho variable de 0.16m a 0.90m.
- Posteriormente, comienza la construcción de 195 m de rampa del cadenamamiento 20+125 (coordenadas 21.126562°, -101.675742°) al 20+320 (coordenadas 21.125086°, -101.674802°, un carril de 3.10 m más acotamientos externos de 0.60m) para descender de vialidad superior (Eje 21) a vialidad inferior (Eje 20), la vialidad



superior, se reduce de 2 a 1 carril, cambiando su operación de la siguiente manera: en la actualidad el carril izquierdo opera como carril compartido de frente y acceso a la rampa de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, este carril en la actualidad se satura y las filas derraman de tal forma que impiden el ingreso a la vialidad inferior, en la situación con proyecto el carril izquierdo queda dedicado para los vehículos de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, el carril derecho existente queda operando de la misma manera en la que opera en la actualidad. La operación del carril derecho de manera exclusiva ocurre en una longitud de 150 m junto con la adecuación de la banqueta y ciclovía (del cadenamiento 20+125 al 20+275), el carril derecho queda con un ancho variable de 3.05 m a 3.14 m con pavimento de concreto hidráulico, y disminución de ancho a Variable de 1.20m a 1.43m en banqueta y ciclovía de 1.20 m. Es de importancia mencionar que se alarga la rampa, en el mejor lugar posible con la sección disponible sin generar afectaciones, no tiene embotellamientos que impliquen que la vialidad superior se congestione por el hecho del carril en operación exclusiva. Asimismo, a unos metros más adelante se reincorporan a dos carriles y se pueden almacenar muchos más vehículos que en la actualidad, donde se llegan a congestionar de tal forma que tapan la rampa de bajada.

- Adecuación en 600 m de vialidad inferior (del cadenamiento 20+140 al 20+740) coordenadas 21.126557°, -101.675648° al 21.121737°, -101.672777°, 2 carriles de ancho variable de 3.25m a 3.50m y acotamiento izquierdo de 0.60 y derecho de ancho variable de 0.60m a 1.80m.
- Adecuación de rampa para incorporar a vialidad superior en una longitud de 220 m del cadenamiento 20+740 al 20+960 (2 carriles de circulación de 3.50 m de ancho y acotamientos de 0.6 de ambos lados, adecuación a dos carriles de 3.50 m para realizar el empate con el cuerpo superior en una longitud de 25 m (del cadenamiento 20+960 al 20+985). Se incluye la ampliación de obra de drenaje menor (alcantarillado) en el cadenamiento 20+750 (coordenadas 21.121667°, -101.672737°), para el tercer carril localizado del lado derecho de sentido norte-sur se realizará el empate de pavimentos (concreto hidráulico) con el de proyecto.
- **Tramo 4B** del Fin del cadenamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°), con 210 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 4C** del cadenamiento 30+000 al cadenamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°), con una longitud de 113 metros.
- **Tramo 4D** del cadenamiento 30+113 al cadenamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°), con una longitud de 74 metros. **Sin intervención.**

- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°), con una longitud de 220 metros.
- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°), con una longitud de 490 metros.
- **Tramo 5C** del cadenamamiento 30+710 al cadenamamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°), con una longitud de 130 metros.

Con una longitud de 840 m de concreto hidráulico, con los siguientes alcances:

- Rehabilitación de 113 m de dos carriles de 3.27 m en el cuerpo superior a la altura de la calle Jardineros del km 30+000 (coordenadas 21.119310°, -101.669626°) al km 30+113 (coordenadas 21.118877°, -101.668675°) con el objetivo de empatar el concreto hidráulico con la rampa a intervenir, en donde el carril izquierdo de ancho variable de 3.39 m a 3.5 m que se separa para generar una rampa de descenso de 113 m que conecta con el cuerpo inferior en el km 30+220.
- La rampa descenso del cadenamamiento 30+113 al 30+220, pasando de un carril de 3.50 m a dos carriles de 3.50 m para conformar los carriles de la vialidad inferior y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m.
- Se continua con la ampliación del pavimento del cuerpo inferior del 30+220 en 300 m hasta el 30+520 (coordenadas 21.115893°, -101.666484°) a dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m;
- A partir del Km 30+520 comienza la ampliación de uno a dos carriles de la rampa de ascenso en una longitud de 190 m (dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m), para conectar con el cuerpo superior; concluyendo al 30+710 (coordenadas 21.114326°, -101.665687°) en la vialidad superior.
- En la vialidad superior se intervendrá con pavimento hidráulico, se realiza la reducción de dos a un carril de 3.50 m, con acotamiento de 0.6 m del lado izquierdo y se amplía la banqueta de 2.15 m a 4.15 m, en el tramo Km 30+520 al Km 30+710;
- Entre el km 30+710 y el km 30+840 se realiza la ampliación a tres carriles de 130 m de vialidad de concreto hidráulico de tres carriles de 3.14 m (Sección Tipo Q-Q) hasta la calle Wagner, así como la rehabilitación de 100 m del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral derecho de 3.50 m, con un ancho de acotamiento de 3.14m que forma la lateral en el parque a la Industria Leonesa con concreto hidráulico. **NOTA METODOLÓGICA:** Este último tramo no se considera en el análisis debido a que el volumen que transita en esta vialidad lateral no interfiere con el volumen vehicular del análisis general a lo largo del tramo del proyecto.

La inversión que se realizará en los tramos mencionados en el párrafo anterior considera: terracerías, estructuras, pavimentos de concreto hidráulico, banqueta, ciclovia, señalamiento horizontal y vertical, paisaje urbano, lavaderos pluviales, alcantarillado, agua potable, descargas domiciliarias, electrificación y alumbrado público.

El monto de inversión se estima en \$156.89 MDP sin IVA.

Se considera un horizonte de 31 años, considerando 1 para su construcción y 30 años de operación o vida útil.

En cuanto a costos de mantenimiento y conservación para la superficie en concreto hidráulico, se estimaron los correspondientes a:

- (i) mantenimiento normal, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;
- (ii) conservación rutinaria, que incluye sellado de grietas cada 5 años, con reparación de losas cada 10 años y limpieza de grietas e inyección de concreto con refuerzos de acero.

*Tabla 25 Monto total de la Alternativa 1*

| Componente                  | Total            |
|-----------------------------|------------------|
| Terracerías                 | \$10,727,757.65  |
| Estructuras                 | \$99,932,368.36  |
| Pavimentos                  | \$34,596,902.52  |
| Banquetas                   | \$561,709.37     |
| Ciclo vías                  | \$175,407.35     |
| Señalamiento Operativo      | \$1,507,278.75   |
| Paisaje Urbano              | \$816,837.33     |
| Lavaderos Pluviales         | \$908,279.62     |
| Alcantarillado              | \$3,496,946.29   |
| Agua Potable                | \$2,541,038.11   |
| Descargas Domiciliarias     | \$934,331.76     |
| Alumbrado y Electrificación | \$692,451.15     |
| Subtotal                    | \$156,891,308.26 |

*Fuente: Dirección de Obra Pública*

## **Alternativa 2**

La alternativa 2 consiste en la intervención Malecón del Río, específicamente en los siguientes tramos:

Es de importancia reiterar que se dividió en tres segmentos a intervenir, de los cuales existen segmentos sin intervención, a continuación, se describen dichos tramos.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto asfáltico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).

- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto asfáltico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto asfáltico de los siguientes tramos:

- **Tramo 2C** del cadenamamiento 20+000 al cadenamamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°), con una longitud de 140 metros.
- **Tramo 2D** del cadenamamiento 20+140 al cadenamamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°), con una longitud de 290 metros.
- **Tramo 3** del cadenamamiento 20+430 al cadenamamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°), con una longitud de 415 metros.
- **Tramo 4A** del cadenamamiento 20+845 al cadenamamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°), con una longitud de 140 metros.

Es de importancia aclarar que, en una longitud de 985 m (del cadenamamiento 20+000 al 20+985). Inicia pasando la calle Amado Nervo hasta aproximadamente 200 m después de la bifurcación con la calle Progreso. Con los siguientes alcances:

- Del cadenamamiento 20+000 al 20+140 reducción de un carril de 3.50 m de ancho con acotamientos en la margen derecha de 0.60 m a 1.20 m y en la izquierda de 0.60 m en una longitud de 140 m.
- Del cadenamamiento 20+090 (inicio del eje 21, coordenadas 21.126835°, -101.675889°) al 20+125 (inicio del eje 22, coordenadas 21.126562°, -101.675742°) en una longitud aproximada de 35.0 m rehabilitación con pavimento asfáltico de la vialidad superior en dos carriles de 3.30 m de ancho y con acotamiento en la margen izquierda con ancho variable de 0.16m a 0.90m.
- Posteriormente, comienza la construcción de 195 m de rampa del cadenamamiento 20+125 (coordenadas 21.126562°, -101.675742°) al 20+320 (coordenadas 21.125086°, -101.674802°, un carril de 3.10 m más acotamientos externos de 0.60m) para descender de vialidad superior (Eje 21) a vialidad inferior (Eje 20), la vialidad

superior, se reduce de 2 a 1 carril, cambiando su operación de la siguiente manera: en la actualidad el carril izquierdo opera como carril compartido de frente y acceso a la rampa de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, este carril en la actualidad se satura y las filas derraman de tal forma que impiden el ingreso a la vialidad inferior, en la situación con proyecto el carril izquierdo queda dedicado para los vehículos de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, el carril derecho existente queda operando de la misma manera en la que opera en la actualidad. La operación del carril derecho de manera exclusiva ocurre en una longitud de 150 m junto con la adecuación de la banqueta y ciclovia (del cadenamiento 20+125 al 20+275), el carril derecho queda con un ancho variable de 3.05 m a 3.14 m con pavimento de concreto asfáltico, y disminución de ancho a Variable de 1.20m a 1.43m en banqueta y ciclovia de 1.20 m. Es de importancia mencionar que se alarga la rampa, en el mejor lugar posible con la sección disponible sin generar afectaciones, no tiene embotellamientos que impliquen que la vialidad superior se congestione por el hecho del carril en operación exclusiva. Asimismo, a unos metros más adelante se reincorporan a dos carriles y se pueden almacenar muchos más vehículos que en la actualidad, donde se llegan a congestionar de tal forma que tapan la rampa de bajada.

- Adecuación en 600 m de vialidad inferior (del cadenamiento 20+140 al 20+740) coordenadas 21.126557°, -101.675648° al 21.121737°, -101.672777°, 2 carriles de ancho variable de 3.25m a 3.50m y acotamiento izquierdo de 0.60m y derecho de ancho variable de 0.60m a 1.80m.
- Adecuación de rampa para incorporar a vialidad superior en una longitud de 220 m del cadenamiento 20+740 al 20+960 (2 carriles de circulación de 3.50 m de ancho y acotamientos de 0.6 de ambos lados, adecuación a dos carriles de 3.50 m para realizar el empate con el cuerpo superior en una longitud de 25 m (del cadenamiento 20+960 al 20+985). Se incluye la ampliación de obra de drenaje menor (alcantarillado) en el cadenamiento 20+750 (coordenadas 21.121667°, -101.672737°), para el tercer carril localizado del lado derecho de sentido norte-sur se realizará el empate de pavimentos (concreto asfáltico) con el de proyecto.
- **Tramo 4B** del Fin del cadenamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°), con 210 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 4C** del cadenamiento 30+000 al cadenamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°), con una longitud de 113 metros.
- **Tramo 4D** del cadenamiento 30+113 al cadenamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°), con una longitud de 74 metros. **Sin intervención.**

- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°), con una longitud de 220 metros.
- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°), con una longitud de 490 metros.
- **Tramo 5C** del cadenamamiento 30+710 al cadenamamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°), con una longitud de 130 metros.

Con una longitud de 840 m de concreto asfáltico, con los siguientes alcances:

- Rehabilitación de 113 m de dos carriles de 3.27 m en el cuerpo superior a la altura de la calle Jardineros del km 30+000 (coordenadas 21.119310°, -101.669626°) al km 30+113 (coordenadas 21.118877°, -101.668675°) con el objetivo de empatar el concreto asfáltico con la rampa a intervenir, en donde el carril izquierdo de ancho variable de 3.39 m a 3.5 m que se separa para generar una rampa de descenso de 113 m que conecta con el cuerpo inferior en el km 30+220.
- La rampa descenso del cadenamamiento 30+113 al 30+220, pasando de un carril de 3.50 m a dos carriles de 3.50 m para conformar los carriles de la vialidad inferior y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m.
- Se continua con la ampliación del pavimento del cuerpo inferior del 30+220 en 300 m hasta el 30+520 (coordenadas 21.115893°, -101.666484°) a dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m;
- A partir del Km 30+520 comienza la ampliación de uno a dos carriles de la rampa de ascenso en una longitud de 190 m (dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m), para conectar con el cuerpo superior; concluyendo al 30+710 (coordenadas 21.114326°, -101.665687°) en la vialidad superior.
- En la vialidad superior se intervendrá con pavimento asfáltico, se realiza la reducción de dos a un carril de 3.50 m, con acotamiento de 0.6 m del lado izquierdo y se amplía la banqueta de 2.15 m a 4.15 m, en el tramo Km 30+520 al Km 30+710;
- Entre el km 30+710 y el km 30+840 se realiza la ampliación a tres carriles de 130 m de vialidad de concreto asfáltico de tres carriles de 3.14 m (Sección Tipo Q-Q) hasta la calle Wagner, así como la rehabilitación de 100 m del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral derecho de 3.50 m, con un ancho de acotamiento de 3.14m que forma la lateral en el parque a la Industria Leonesa con concreto asfáltico. **NOTA METODOLÓGICA:** Este último tramo no se considera en el análisis debido a que el volumen que transita en esta vialidad lateral no interfiere con el volumen vehicular del análisis general a lo largo del tramo del proyecto.

La inversión que se realizará en los tramos mencionados en el párrafo anterior considera: terracerías, estructuras, pavimentos de concreto asfáltico, banqueta, ciclovía, señalamiento horizontal y vertical, paisaje urbano, lavaderos pluviales, alcantarillado, agua potable, descargas domiciliarias, electrificación y alumbrado público.

El monto de inversión se estima en \$152.06 MDP antes de IVA.

Se considera un horizonte de 16 años, considerando 1 para su construcción y 15 años de operación o vida útil.

Los costos de mantenimiento y conservación para la superficie de rodamiento en asfalto corresponden a lo siguiente:

(i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;

(ii) conservación periódica, que incluye bacheo general y riego de sello cada 4 años con una sobrecarpeta cada 8 años;

*Tabla 26 Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos) Alternativa 2*

| Situación | Long. (km) | Rutinario | Riego de Sello cada 4 años | Sobrecarpeta cada 8 años |     |
|-----------|------------|-----------|----------------------------|--------------------------|-----|
| Tramo 1   | 0.33       | 22        | 165                        | 660                      |     |
| Tramo 2   | A          | 0.25      | 17                         | 125                      | 500 |
|           | B          | 0.36      | 24                         | 180                      | 720 |
|           | C          | 0.14      | 5                          | 35                       | 140 |
|           | D          | 0.29      | 20                         | 145                      | 580 |
| Tramo 3   | 0.415      | 28        | 208                        | 830                      |     |
| Tramo 4   | A          | 0.14      | 14                         | 105                      | 420 |
|           | B          | 0.21      | 21                         | 158                      | 630 |
|           | C          | 0.113     | 8                          | 57                       | 226 |
|           | D          | 0.074     | 5                          | 37                       | 148 |
| Tramo 5   | A          | 0.22      | 7                          | 55                       | 220 |
|           | B          | 0.49      | 33                         | 245                      | 980 |
|           | C          | 0.13      | 13                         | 98                       | 390 |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

*Tabla 27 Monto total de la Alternativa 2*

| Componente                  | Total            |
|-----------------------------|------------------|
| Terracerías                 | \$10,727,757.65  |
| Estructuras                 | \$99,932,368.36  |
| Pavimentos                  | \$29,773,773.62  |
| Banquetas                   | \$561,709.37     |
| Ciclovías                   | \$175,407.35     |
| Señalamiento Operativo      | \$1,507,278.75   |
| Paisaje Urbano              | \$816,837.33     |
| Lavaderos Pluviales         | \$908,279.62     |
| Alcantarillado              | \$3,496,946.29   |
| Agua Potable                | \$2,541,038.11   |
| Descargas Domiciliarias     | \$934,331.76     |
| Alumbrado y Electrificación | \$692,451.15     |
| Subtotal                    | \$152,068,179.36 |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28 se muestran los costos de mantenimiento de las dos alternativas durante los 30 años de operación que se consideran para el cálculo del Costo Anual Equivalente (CAE).

Tabla 28. Flujo de costos de mantenimiento de Ambas Alternativas

| Año | Costos de mantenimiento |               |
|-----|-------------------------|---------------|
|     | Alternativa 1           | Alternativa 2 |
| 0   | 0                       | 0             |
| 1   | 219                     | 219           |
| 2   | 219                     | 219           |
| 3   | 219                     | 219           |
| 4   | 414                     | 1,830         |
| 5   | 3,052                   | 219           |
| 6   | 219                     | 219           |
| 7   | 219                     | 219           |
| 8   | 997                     | 6,663         |
| 9   | 219                     | 219           |
| 10  | 7,018                   | 219           |
| 11  | 219                     | 219           |
| 12  | 414                     | 1,830         |
| 13  | 219                     | 219           |
| 14  | 219                     | 219           |
| 15  | 3,052                   | 219           |
| 16  | 2,138                   |               |
| 17  | 219                     |               |
| 18  | 219                     |               |
| 19  | 219                     |               |
| 20  | 7,213                   |               |
| 21  | 219                     |               |
| 22  | 219                     |               |
| 23  | 219                     |               |
| 24  | 997                     |               |
| 25  | 3,052                   |               |
| 26  | 219                     |               |
| 27  | 219                     |               |
| 28  | 414                     |               |
| 29  | 219                     |               |
| 30  | 7,018                   |               |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León.

Para la elección de la mejor alternativa se utilizó como indicador de rentabilidad el Costo Anual Equivalente (CAE), cuya fórmula es la siguiente:

$$CAE = VAC \quad y \quad VAC = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Ct = costos totales en el año t

r = tasa social de descuento

t = año calendario, en donde el año 0 será el del inicio de las erogaciones.

N = número de años del horizonte de evaluación.

El CAE de cada una de las alternativas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 29. Análisis de alternativas (miles de pesos)

| Concepto                                     | Alternativa 1   | Alternativa 2   |
|--|-----------------|-----------------|
| Tasa de Descuento                            | 10.00%          | 10.00%          |
| Horizonte de evaluación (años)               | 30              | 15              |
| Inversión Inicial (sin IVA) (miles de \$)    | 156,891         | 152,068         |
| Valor Actual de los Costos (miles de \$)     | \$166,774       | \$158,354       |
| <b>Costo Anual Equivalente (miles de \$)</b> | <b>\$17,691</b> | <b>\$20,819</b> |



En este sentido, las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas son las siguientes:

**Alternativa 1**

Ventajas:

- Mayor vida útil.
- Menor periodicidad de mantenimiento.
- Mayor Durabilidad.
- Mas Reflectante.
- Mayor resistencia con el Tiempo.
- Mayor resistencia al Derrape.

Desventajas:

- Mayor inversión.

**Alternativa 2**

Ventajas:

- Menor monto de inversión.

Desventajas:

- Menor Resistencia al Derrape
- Menor vida útil, por lo que se tiene que realizar una reconstrucción al año 16.
- Mayor periodicidad de mantenimiento (Perjudica más al Usuario).
- Mayor contaminación en su colocación.
- Menor Resistencia con el tiempo.
- Menos reflectante.
- Menor Durabilidad.

**Por estas consideraciones presentadas, se seleccionó la alternativa 1 Modernización del Malecón del Río en León, Guanajuato, considerando que es la que mayores ventajas sociales y económicas ofrece de acuerdo con el análisis realizado, dado que representa un menor CAE.**

## IV. Situación con el PPI

### a) Descripción General

El objetivo del proyecto que se presenta en este documento es mejorar la velocidad de operación y la seguridad de los usuarios sobre el Malecón del Río, así como dar mayor capacidad a la vialidad, mediante la ampliación de la sección vial, para ofrecer un nivel de servicio óptimo a los usuarios.

| Tipo de PPI                               |                                     |
|---|-------------------------------------|
| Proyecto de infraestructura económica     | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Proyecto de infraestructura social        | <input type="checkbox"/>            |
| Proyecto de infraestructura gubernamental | <input type="checkbox"/>            |
| Proyecto de inmuebles                     | <input type="checkbox"/>            |
| Programa de adquisiciones                 | <input type="checkbox"/>            |
| Programa de mantenimiento                 | <input type="checkbox"/>            |
| Otros proyectos de inversión              | <input type="checkbox"/>            |
| Otros programas de inversión              | <input type="checkbox"/>            |

La vialidad del Malecón del Río se ubica la ciudad de León, Gto, con un trazo de Norte a Sur atendiendo a flujo libre una demanda similar a la del Blvd. Adolfo López Mateos que es de las de mayor importancia en la ciudad, el Malecón del Río atiende la de decenas de miles de automovilistas diariamente mismos que se distribuyen en distintos puntos en la ciudad. El presente proyecto pretende mejorar las condiciones de tres segmentos de dicha vialidad en el sentido norte – sur, así, se llevará a cabo la intervención del trazo para mejorar las condiciones de operación y seguridad de la vía y por ende del usuario. Considerando que la vialidad opera a flujo libre se busca con estas mejoras incrementar la capacidad y por ende disminuir los tiempos de recorrido y la congestión, disminuyendo los costos de operación vehicular, las mejoras consisten en intervenir diferentes zonas con modificaciones de rampas, pavimentos, parapetos, muros de contención, etc., en todos los casos para la situación con proyecto se contempla pavimento de concreto hidráulico.

Es de importancia mencionar, como NOTA METODOLÓGICA, que la intervención de la vialidad inicia en las coordenadas (21.136468°, -101.679064°) que es el cadenamamiento 10+000, con la modificación del muro de contención de la rampa de bajada a la vialidad inferior, en la intención de generar un mayor espacio de operación para el usuario y generar seguridad y confianza en el mismo en el momento de integrarse al flujo de la vialidad baja, este tramo de inicio de la rampa hacia la vialidad inferior es de 50 metros, por lo que no se considera para los beneficios asociados a la evaluación en el entendido que dichos beneficios vienen de la unión de dos enlaces externos que se unen en el nodo de inicio de análisis del proyecto, lo que podría sobreestimar beneficios. Por ello la diferencia entre el inicio del análisis y el inicio real del proyecto es de aproximadamente 50 metros y existe una diferencia en las coordenadas.

Inicialmente el análisis para la Situación Actual y para la Situación con Proyecto se dividió en 5 tramos, en el desarrollo del análisis se tuvo la necesidad de Subtramificar dichos tramos para

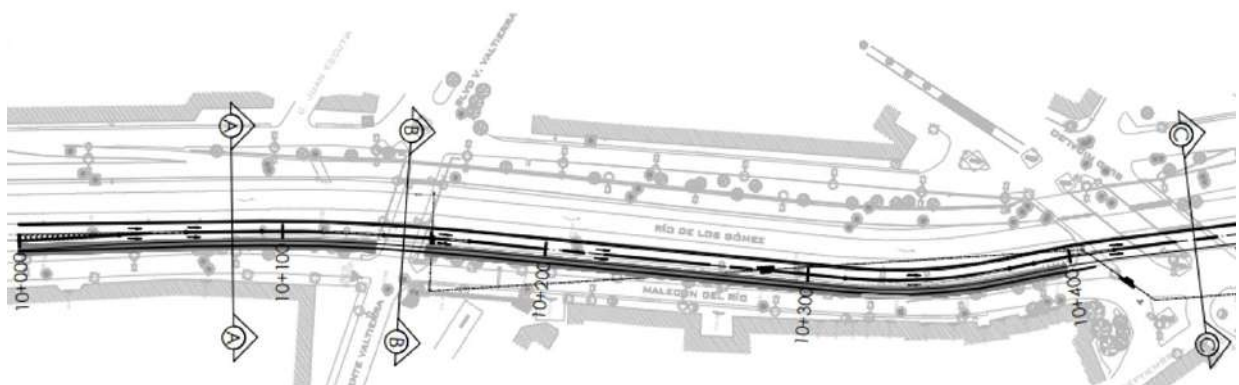
poder cumplir con las necesidades de Oferta y Demanda terminado en un total de 8 tramos para la Situación Actual y de 11 tramos para la Situación con Proyecto. La diferencia en la cantidad de tramos corresponde a que existen tramos intermedios en el tramo general que no son intervenidos y se quedan con las características originales de operación, para mayor detalle en la explicación y descripción de los tramos para cada situación se presentan las tablas Tabla 4 y Tabla 42 respectivamente dentro del presente documento. Por el momento solo se atiende el sentido Norte-Sur de la vialidad. En lo que respecta al final del tramo a intervenir como al principio, existe también una NOTA METODOLÓGICA de aclaración por una diferencia entre el tramo de análisis y el tramo de término del proyecto, el análisis del presente ACB finaliza en las coordenadas 21.113241°, -101.665168° en el cadenamiento 30+840, dónde se termina la intervención de los pavimentos u obra civil, es preciso mencionar que el Proyecto Ejecutivo termina en las coordenadas 21.112981°, -101.665026 en el cadenamiento 30+870; por lo que en el tramo que comprende de las coordenadas 21.113241°, -101.665168° al 21.112981°, -101.665026° solo se ejecutará el señalamiento horizontal y vertical, la cual no afecta las condiciones de circulación de los vehículos.

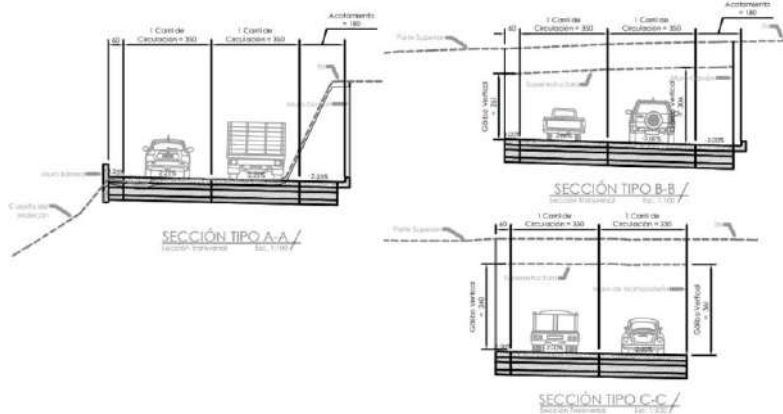
Es de importancia reiterar que se dividió en tres segmentos a intervenir, de los cuales existen segmentos sin intervención, a continuación, se describen dichos tramos.

**Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 1** del cadenamiento 10+050 al cadenamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°), con una longitud de 330 metros. Se contempla ampliar a dos carriles de circulación de 3.50m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo, en la parte baja del Malecón del Río, así como realizar la clausura de la rampa de acceso existente en el tramo antes del puente de Blvd. Hidalgo ubicada en las coordenadas (21.133148°, -101.678512°).

*Imagen 11. Secciones Tramo 1*

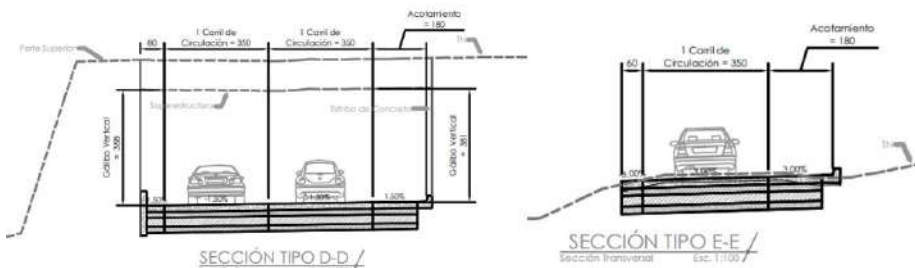
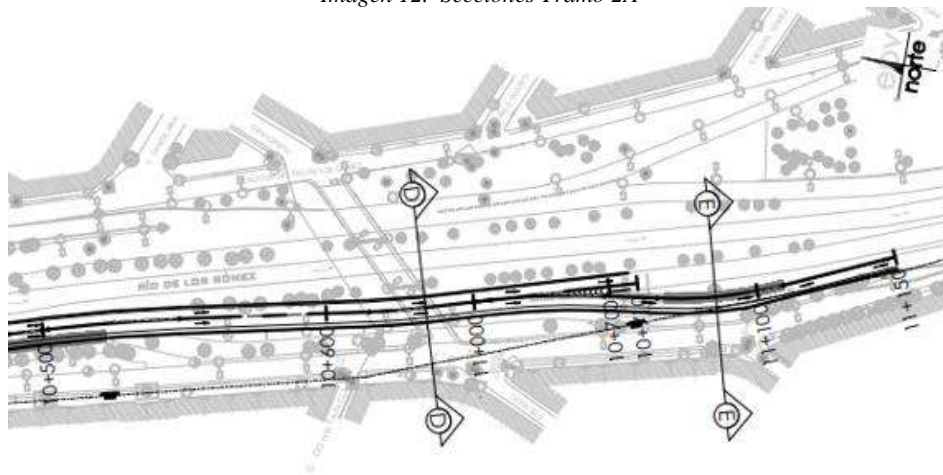




Fuente: Proyecto Geométrico

- Tramo 2A** del cadenamiento 10+380 al cadenamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°), con una longitud de 250 metros. Se adecuará la vialidad inferior pavimentándose con concreto hidráulico, manteniendo dos carriles de 3.50m de ancho por carril, con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.80 m del lado izquierdo, se adecuará la rampa de acceso a la vialidad superior adelante del puente de 5 de mayo, teniendo un carril de 3.50 m con un ancho de acotamiento de 1.80 m del lado derecho y 0.60 m del lado izquierdo (Sección Tipo E-E) con coordenadas (21.130013°, -101.677571°).

Imagen 12. Secciones Tramo 2A



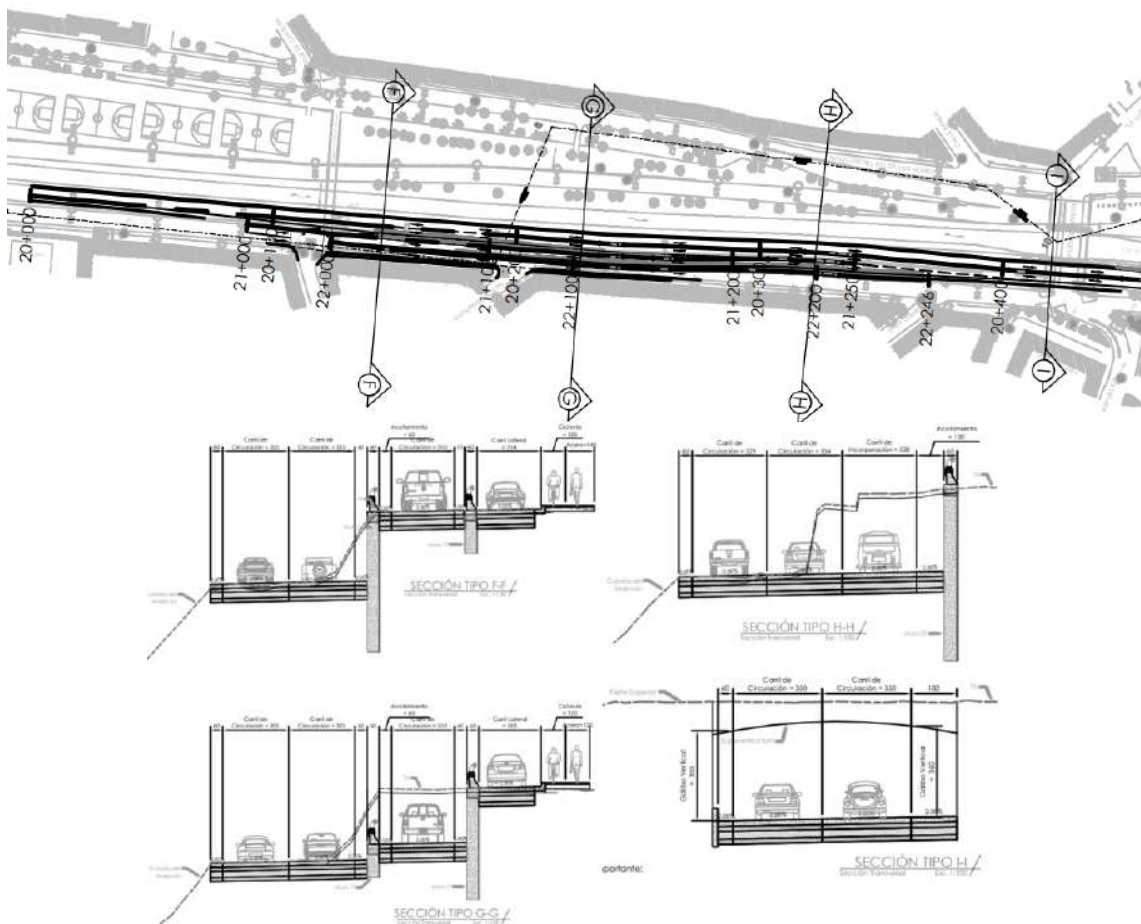
Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 2B** del Fin del cadenamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°), con una longitud de 360 metros. **Sin intervención.**

**Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León.** La obra consiste en la intervención de la vialidad, sentido norte-sur, con concreto hidráulico de los siguientes tramos:

- **Tramo 2C** del cadenamiento 20+000 al cadenamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°), con una longitud de 140 metros.
- **Tramo 2D** del cadenamiento 20+140 al cadenamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°), con una longitud de 290 metros.

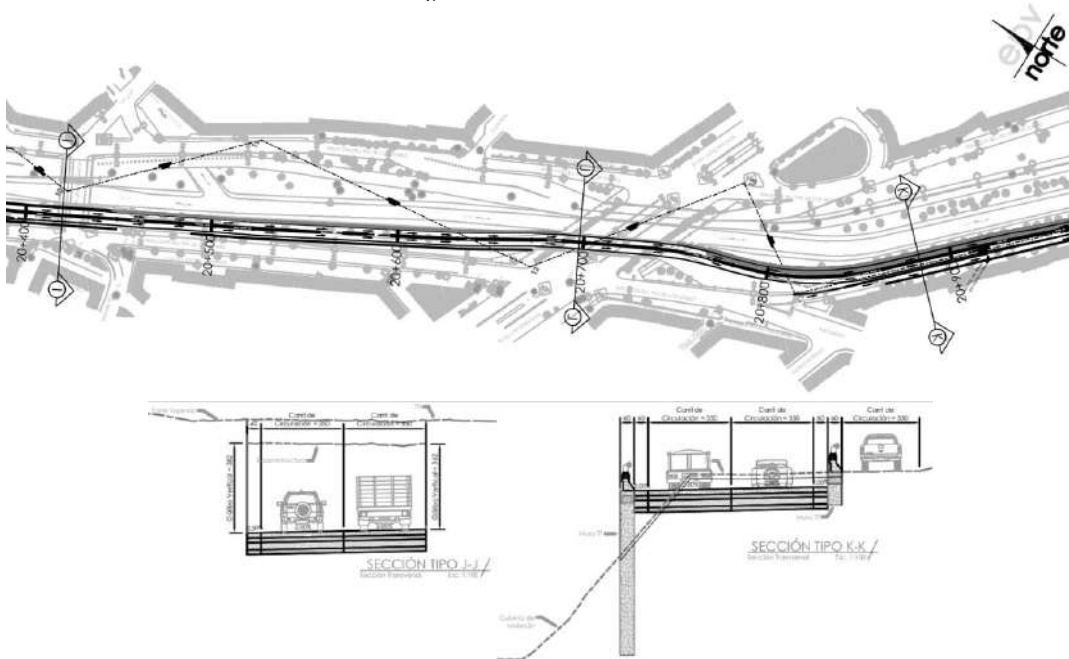
*Imagen 13 Secciones Tramos 2C y 2D*



*Fuente: Proyecto Geométrico*

- **Tramo 3** del cadenamiento 20+430 al cadenamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°), con una longitud de 415 metros.

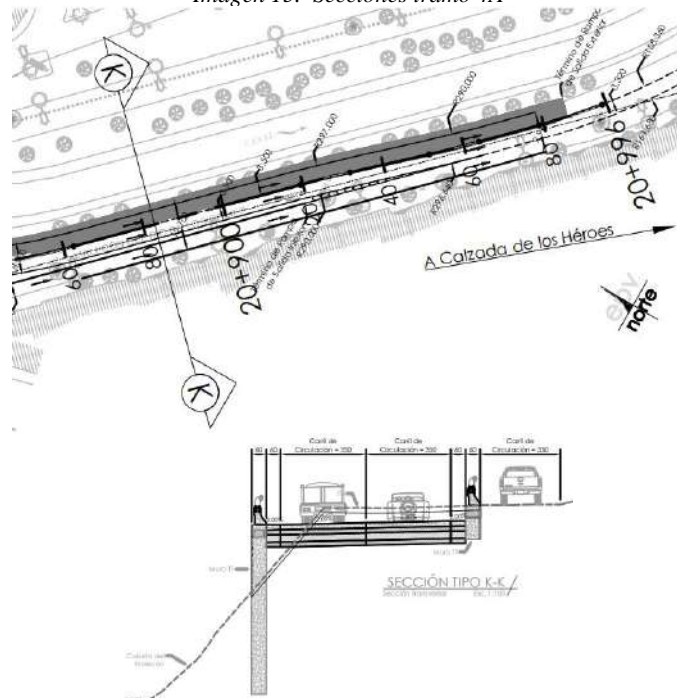
Imagen 14. Secciones Tramo 3



Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 4A** del cadenamiento 20+845 al cadenamiento 20+985 (inicio:  $21.120981^\circ$ ,  $-101.672437^\circ$  y fin  $21.120102^\circ$ ,  $-101.671467^\circ$ ), con una longitud de 140 metros.

Imagen 15. Secciones tramo 4A



Fuente: Proyecto Geométrico

Es de importancia aclarar que, en una longitud de 985 m (del cadenamamiento 20+000 al 20+985). Inicia pasando la calle Amado Nervo hasta aproximadamente 200 m después de la bifurcación con la calle Progreso. Con los siguientes alcances:

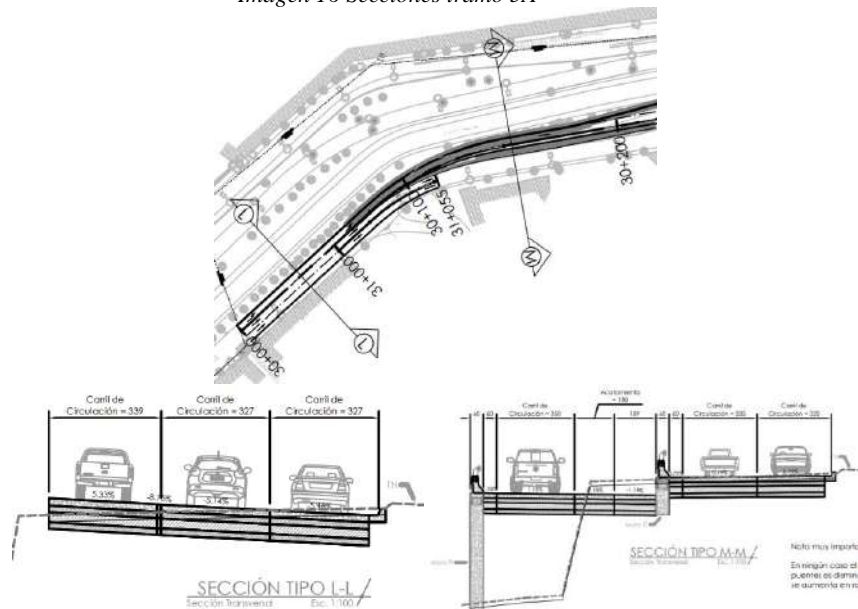
- Del cadenamamiento 20+000 al 20+140 reducción de un carril de 3.50 m de ancho con acotamientos en la margen derecha de 0.60 m a 1.20 m y en la izquierda de 0.60 m en una longitud de 140 m.
- Del cadenamamiento 20+090 (inicio del eje 21, coordenadas 21.126835°, -101.675889°) al 20+125 (inicio del eje 22, coordenadas 21.126562°, -101.675742°) en una longitud aproximada de 35.0 m rehabilitación con pavimento hidráulico de la vialidad superior en dos carriles de 3.30 m de ancho y con acotamiento en la margen izquierda con ancho variable de 0.16m a 0.90m.
- Posteriormente, comienza la construcción de 195 m de rampa del cadenamamiento 20+125 (coordenadas 21.126562°, -101.675742°) al 20+320 (coordenadas 21.125086°, -101.674802°, un carril de 3.10 m más acotamientos externos de 0.60m) para descender de vialidad superior (Eje 21) a vialidad inferior (Eje 20), la vialidad superior, se reduce de 2 a 1 carril, cambiando su operación de la siguiente manera: en la actualidad el carril izquierdo opera como carril compartido de frente y acceso a la rampa de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, este carril en la actualidad se satura y las filas derraman de tal forma que impiden el ingreso a la vialidad inferior, en la situación con proyecto el carril izquierdo queda dedicado para los vehículos de ingreso a la vialidad inferior de flujo libre, el carril derecho existente queda operando de la misma manera en la que opera en la actualidad. La operación del carril derecho de manera exclusiva ocurre en una longitud de 150 m junto con la adecuación de la banqueta y ciclovía (del cadenamamiento 20+125 al 20+275), el carril derecho queda con un ancho variable de 3.05 m a 3.14 m con pavimento de concreto hidráulico, y disminución de ancho a Variable de 1.20m a 1.43m en banqueta y ciclovía de 1.20 m. Es de importancia mencionar que se alarga la rampa, en el mejor lugar posible con la sección disponible sin generar afectaciones, no tiene embotellamientos que impliquen que la vialidad superior se congestione por el hecho del carril en operación exclusiva. Asimismo, a unos metros más adelante se reincorporan a dos carriles y se pueden almacenar muchos más vehículos que en la actualidad, donde se llegan a congestionar de tal forma que tapan la rampa de bajada.
- Adecuación en 600 m de vialidad inferior (del cadenamamiento 20+140 al 20+740) coordenadas 21.126557°, -101.675648° al 21.121737°, -101.672777°, 2 carriles de ancho variable de 3.25m a 3.50m y acotamiento izquierdo de 0.60 y derecho de ancho variable de 0.60m a 1.80m.
- Adecuación de rampa para incorporar a vialidad superior en una longitud de 220 m del cadenamamiento 20+740 al 20+960 (2 carriles de circulación de 3.50 m de ancho y acotamientos de 0.6 de ambos lados, adecuación a dos carriles de 3.50 m para



realizar el empate con el cuerpo superior en una longitud de 25 m (del cadenamamiento 20+960 al 20+985). Se incluye la ampliación de obra de drenaje menor (alcantarillado) en el cadenamamiento 20+750 (coordenadas 21.121667°, -101.672737°), para el tercer carril localizado del lado derecho de sentido norte-sur se realizará el empate de pavimentos (concreto hidráulico) con el de proyecto.

- **Tramo 4B** del Fin del cadenamamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°), con 210 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 4C** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°), con una longitud de 113 metros.
- **Tramo 4D** del cadenamamiento 30+113 al cadenamamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°), con una longitud de 74 metros. **Sin intervención.**
- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°), con una longitud de 220 metros.

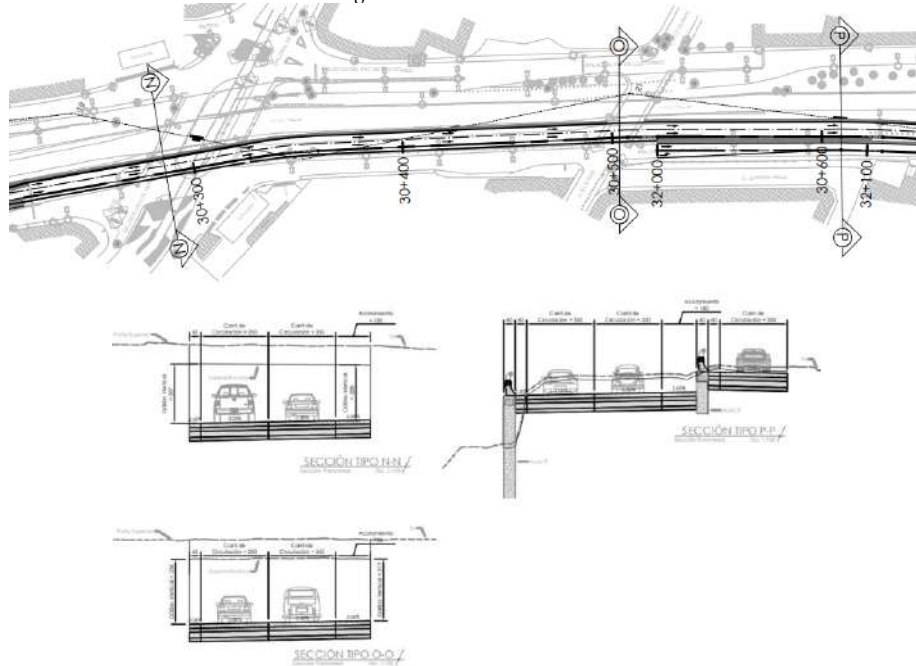
Imagen 16 Secciones tramo 5A



Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°), con una longitud de 490 metros.

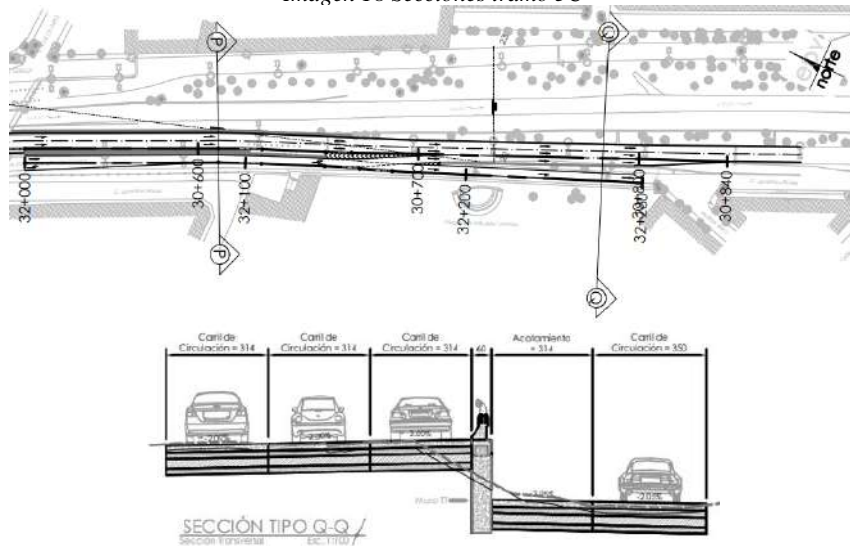
Imagen 17 Secciones tramo 5B



Fuente: Proyecto Geométrico

- **Tramo 5C** del cadenamiento 30+710 al cadenamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°), con una longitud de 130 metros.

Imagen 18 Secciones tramo 5C



Fuente: Proyecto Geométrico

Con una longitud de 840 m de concreto hidráulico, con los siguientes alcances:

- Rehabilitación de 113 m de dos carriles de 3.27 m en el cuerpo superior a la altura de la calle Jardineros del km 30+000 (coordenadas 21.119310°, -101.669626°) al km 30+113 (coordenadas 21.118877°, -101.668675°) con el objetivo de empatar el concreto hidráulico con la rampa a intervenir, en donde el carril izquierdo de ancho

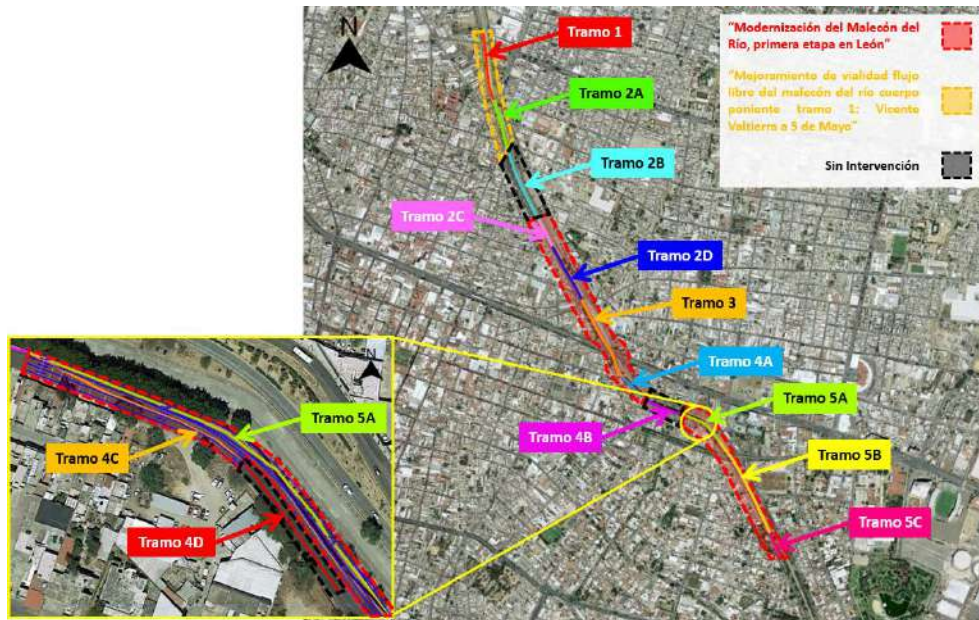
variable de 3.39 m a 3.5 m que se separa para generar una rampa de descenso de 113 m que conecta con el cuerpo inferior en el km 30+220.

- La rampa descenso del cadenamiento 30+113 al 30+220, pasando de un carril de 3.50 m a dos carriles de 3.50 m para conformar los carriles de la vialidad inferior y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m.
- Se continua con la ampliación del pavimento del cuerpo inferior del 30+220 en 300 m hasta el 30+520 (coordenadas 21.115893°, -101.666484°) a dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m;
- A partir del Km 30+520 comienza la ampliación de uno a dos carriles de la rampa de ascenso en una longitud de 190 m (dos carriles de 3.50 m y acotamiento izquierdo de 0.60 m y derecho de 1.80 m), para conectar con el cuerpo superior; concluyendo al 30+710 (coordenadas 21.114326°, -101.665687°) en la vialidad superior.
- En la vialidad superior se intervendrá con pavimento hidráulico, se realiza la reducción de dos a un carril de 3.50 m, con acotamiento de 0.6 m del lado izquierdo y se amplía la banqueta de 2.15 m a 4.15 m, en el tramo Km 30+520 al Km 30+710;
- Entre el km 30+710 y el km 30+840 se realiza la ampliación a tres carriles de 130 m de vialidad de concreto hidráulico de tres carriles de 3.14 m (Sección Tipo Q-Q) hasta la calle Wagner, así como la rehabilitación de 100 m del km 30+700 al km 30+800 del carril lateral derecho de 3.50 m, con un ancho de acotamiento de 3.14m que forma la lateral en el parque a la Industria Leonesa con concreto hidráulico. **NOTA METODOLÓGICA:** Este último tramo no se considera en el análisis debido a que el volumen que transita en esta vialidad lateral no interfiere con el volumen vehicular del análisis general a lo largo del tramo del proyecto.

A modo de **NOTA METODOLOGICA**, del Tramo Km 30+520 al Km 30+710 donde se encuentra la reducción de dos carriles a un carril en la vialidad superior se comenta lo siguiente: Para la situación actual uno de esos dos carriles se direcciona como salida hacia una lateral baja con desnivel que atiende al tráfico local en el parque de la Industria Leonesa y el otro carril queda de servicio para la integración del tráfico local a la vialidad superior del Malecón en continuidad hacia Blvd. Mariano Escobedo, para el caso del proyecto, como argumento técnico se tiene un entrecruzamiento, donde se reduce a un carril en la intención de disminuir la velocidad de los usuarios con destino hacia el Blvd. Mariano Escobedo porque ahora se tienen dos carriles para la demanda que viene del lecho bajo de Malecón y se tiene un carril de incorporación para el volumen de la lateral la operación planteada tiene la intención de moderar el ingreso de los usuarios de la lateral al flujo continuo que viene del lecho bajo, todos con destino a Blvd. Mariano Escobedo. No se incluye en el análisis debido a que el intercambio vehicular entre carriles ya existe, y por lo tanto la disminución de las velocidades actuales de manera no controlada ponen en riesgo a los usuarios que la transitan, los beneficios que presenta no son en velocidad, si no en la mejora de seguridad al usuario. De acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito está operación es correcta para la demanda, por ello se hace el cambio en la operación y mencionar, adicionalmente, se intervienen los pavimentos dado que es necesario hacer empates de rasantes y cuidar la operación de la banqueta existente.

Como se mencionó anteriormente el proyecto se divide en dos etapas de construcción como se muestra en la Imagen 8, teniendo el mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo, Tramo 1 y Tramo 2A (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin: 21.130651°, -101.677654°) con un monto de inversión de \$62,443,917.58, con fuente municipal y para la siguiente etapa, Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León, Tramo 2C, Tramo 2D, Tramo 3, Tramo 4A, Tramo 5A, Tramo 5B y Tramo 5C (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin: 21.120102°, -101.671467° e inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin: 21.113241°, -101.665168°) con un monto de inversión de \$119,550,000.00, con fuente estatal, de ambas etapas se tiene un total de inversión de \$181,993,917.58 con IVA.

*Imagen 19. Tramos a construir por Etapas en Malecón del Río, Sentido Norte-Sur.*



*Fuente: Proyecto Geométrico*

*Imagen 20 Render Malecón del Río Tramo 1*



*Fuente: Elaboración Propia*

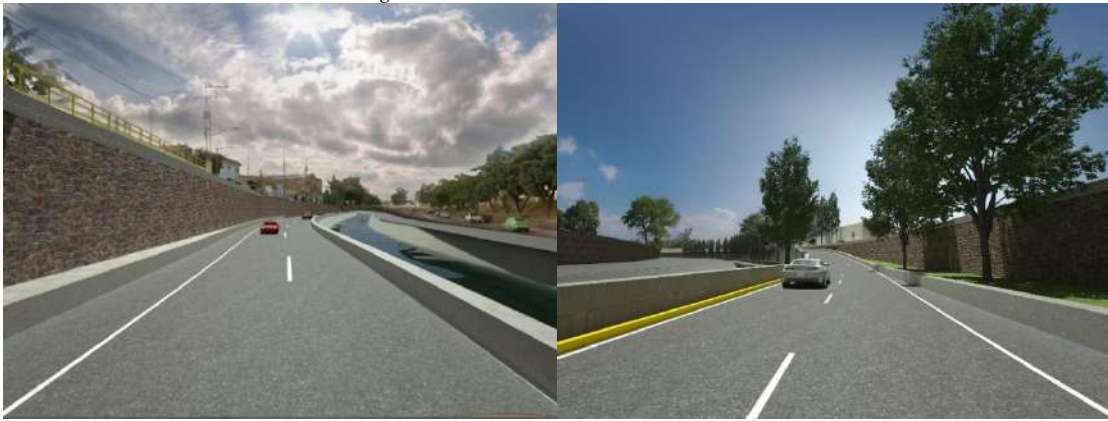


*Imagen 21. Render Malecón del Río Tramo 2*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen 22 Render Malecón del Río Tramo 3*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Imagen 23. Render Malecón del Río Tramo 4*



*Fuente: Elaboración Propia*

Imagen 24 Render Malecón del Río Tramo 5



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 30 se describen los principales componentes que integran el proyecto.

Tabla 30. Resumen de Componentes del Proyecto

| Componente   | Unidad | Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León. | Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de mayo | Cantidad Total |
|--|--------|---|---|----------------|
| <b>Terracerías:</b> Material tipo "B".   | M3     | 49,139.60   | 22,330.40   | 71,470.00      |
| <b>Estructuras:</b> Concreto Hidráulico normal de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ para losa de transición, trabes, dalas, zapatas, muros de contención y parapetos (Rampas). | ML     | 2,697.92  | 1,856.08  | 4,554.00       |
| <b>Pavimentos:</b> Pavimento de 0.27 m de espesor de concreto premezclado MR=45 kg/cm <sup>2</sup> , acabado escobillado.  | M2     | 18,116.59   | 6,501.81  | 24,618.40      |
| <b>Banquetas:</b> Banquetas de concreto premezclado $f'c = 200\text{kg/m}^2$ TMA 3/4" de 0.08 mts de espesor.  | M2     | 862.51  | -   | 862.51         |
| <b>Ciclovia:</b> Concreto premezclado de 8cm de espesor, de $f'c=200\text{kg/cm}^2$ .  | M2     | 180.00  | -   | 180.00         |
| <b>Señalamiento Horizontal (Pintura):</b> Pintura para raya continua separadora de carril, raya canalizadora, raya en línea de alto y raya en cruce de peatones          | ML     | 5,843.00  | 1,962.00  | 7,805.00       |
| <b>Señalamiento Horizontal:</b> Vialita plástica, botón óptico, boya plástica.   | PZA    | 2,692.00  | 1,085.00  | 3,777.00       |
| <b>Señalamiento Vertical:</b> Señal restrictiva, preventiva, informativa, y bases para cimentación de señales (incluye postes).  | PZA    | 117.00  | 25.00   | 142.00         |
| <b>Paisaje Urbano:</b> Árboles y arbustos, incluyendo pasto y piedra tezontle.   | PZA    | 205.00  | 219.00  | 424.00         |
| <b>Lavaderos Pluviales:</b> Construcción de lavaderos pluviales, incluye cimbra, plantilla de 0.05 mts. de concreto, C.H. $f'c=250$ y de malla electrosoldada 6x6 10/10. | M3     | 2,090.89  | 1,504.41  | 3,595.30       |
| <b>Alcantarillado:</b> Tubería de PVC para Alcantarillado S-20 de 12", 16" y 18".  | ML     | 345.52  | 304.79  | 650.31         |
| <b>Alcantarillado:</b> Instalación de pozos de visita tipo común de 3.00 m de profundidad de concreto $f'c=200$ de 15 cm de espesor armado con varillas del No. 4.       | PZA    | 10.00   | 8.00  | 18.00          |
| <b>Agua Potable:</b> Colocación de tubería de acero al carbón liso de distinto calibre para agua potable.  | ML     | 189.10  | -   | 189.10         |
| <b>Descargas Domiciliarias:</b> Instalación de tubería PVC de 6".  | PZA    | 138.00  | -   | 138.00         |
| <b>Electrificación:</b> Estructura de alta tensión, dado pedestal, postes cónicos y torres.  | PZA    | 182.00  | 113.00  | 295.00         |
| <b>Alumbrado Público:</b> Instalación y reubicación de alumbrado público con luminarias tipo vialded.  | PZA    | 30.00   | 12.00   | 42.00          |

Fuente: Proyecto ejecutivo del Malecón del Río



## b) Alineación estratégica

El proyecto propuesto contribuye al logro de objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, del Plan Estatal de Desarrollo y del Plan del Gobierno Municipal.

Tabla 31. Alineación del proyecto con los objetivos estratégicos

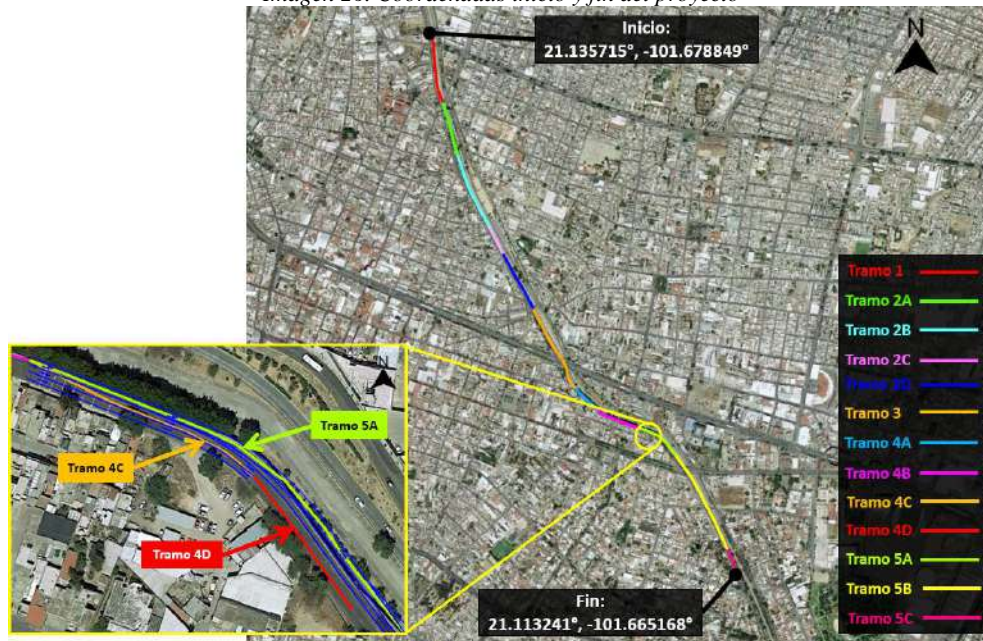
| Programa(s) Relacionado(s)   | Objetivo(s) /Estrategia(s)   | Líneas de Acción  |
|--|--|---|
| Plan Nacional de Desarrollo 2019 - 2024  | 3. Economía<br>3.6 Detonar el crecimiento<br>3.6.1 Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo  | Objetivo:<br>• El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura...  |
| Actualización del Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato 2018-2024  | 5. DESARROLLO ORDENADO Y SOSTENIBLE<br>OBJETIVO 5.4 Consolidar el ordenamiento y administración sustentable del territorio en la entidad<br>Estrategia 5.4.5 Impulso a la infraestructura verde para el estado de Guanajuato<br>OBJETIVO 5.5 Fortalecer la conectividad y movilidad para la competitividad del estado  | 5.4.5.2 Promover la creación de una red de infraestructura verde que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático.   |
| Plan Estatal de Desarrollo Guanajuato 2040   | DIMENSIÓN MEDIO AMBIENTE Y TERRITORIO<br>LÍNEA ESTRATÉGICA 3.2: Territorio<br>OBJETIVO 3.2.3: Asegurar una movilidad fluida, sostenible y segura para todas las y los guanajuatenses y visitantes de la entidad  | • Reducir la tasa de accidentes de tránsito en un rango entre el 0.3 y 0.1  |
| Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, 2013-2035 | VII Proyectos<br>VII.6 Subsistema urbano-regional<br>VII.6.6 Movilidad sustentable<br>VII.6.6.6 Programa: Conectividad terrestre<br>Objetivo: Impulsar la articulación de la red de ciudades, nodos y las nuevas centralidades de la zona metropolitana, a través de la implementación de proyectos y acciones que fortalezcan su infraestructura de caminos y carreteras<br>Estrategia: Contempla de igual forma recuperar y facilitar la movilidad polinuclear, mejorando la integración territorial, de manera que permita alcanzar los niveles de accesibilidad adecuados entre los núcleos urbanos que integran de la Zona Metropolitana y especialmente, facilitar la accesibilidad de las comunidades rurales y las zonas urbanas con mayor densidad, impulsando su desarrollo económico y social, a través de la incorporación de corredores metropolitanos, como base de la estructura vial, que permitan e | • Proyectos de corredores metropolitanos con características de comunicación regional con restricción para el desarrollo<br>El objetivo es distribuir los flujos vehiculares, recuperando la capacidad de operación de la oferta vial, propiciando nuevos modos y alternativas de accesibilidad y accesos a los núcleos urbanos y facilitar los flujos vehiculares foráneos de paso, sin tener la necesidad de acceder a zonas urbanas, con las consecuencias de concentraciones vehiculares, principalmente en el acceso a la Ciudad de León |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>induzcan a la accesibilidad en la nueva configuración territorial</p>  |  |
| <p>Plan Municipal de Desarrollo, León hacia el futuro, Visión 2040</p> | <p>OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS.</p> <p>4.- Consolidar la infraestructura vial</p> <p>a) Mejoramiento de la conectividad regional</p> <p>b) Desarrollo y modernización de vialidades urbanas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de cierre de circuitos del sistema vial primario y mejoramiento de intersecciones a nivel y desnivel</li> </ul> <p>c) Accesos integrales a colonias</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de accesos integrales a colonias</li> </ul> <p>e) Diseño de alternativas de solución para atender conflictos viales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de modernización de pavimentos</li> <li>- Programa de modernización del sistema de semáforos</li> <li>- Programa de mejora de la señalización preventiva, informativa y control</li> </ul> |  |

*Fuente: Planes de Desarrollo citados*

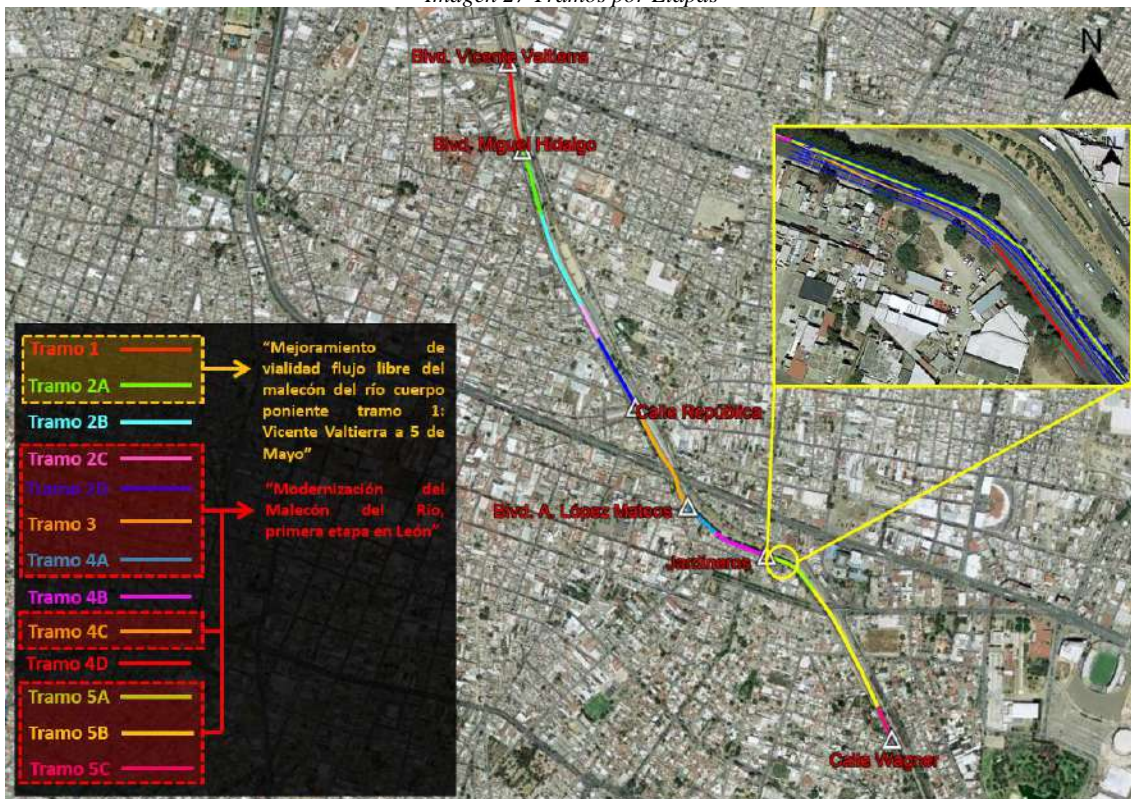


Imagen 26. Coordenadas inicio y fin del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 27 Tramos por Etapas



Fuente: Elaboración propia



Tabla 32 Coordenadas de los Tramos de Proyecto

| Tramo                | Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo |   | Sin Intervención         | Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León. |                          |                          |                          |
|----------------------|---|---|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                      | Tramo 1   | Tramo 2   |                          |   |                          | Tramo 3                  | Tramo 4                  |
|                      |   | A   | B                        | C   | D                        |                          |                          |
| Vialidad de Inicio   | Blvd. Vicente Valtierra   | Blvd. Miguel Hidalgo                                      | Calle 5 de Mayo          | Amado Nervo   | Rosa de Castilla         | Calle República          | Blvd. A. López Mateos    |
| Vialidad Fin         | Blvd. Miguel Hidalgo  | Calle 5 de Mayo   | Amado Nervo              | Rosa de Castilla  | Calle República          | Blvd. A. López Mateos    | Hortelanos               |
| Coordenada de Inicio | 21.135715°, -101.678849°  | 21.132796°, -101.678321°                                  | 21.130651°, -101.677654° | 21.127657°, -101.676267°                                  | 21.126557°, -101.675648° | 21.124271°, -101.674297° | 21.120981°, -101.672437° |
| Coordenada Fin       | 21.132796°, -101.678321°  | 21.130651°, -101.677654°                                  | 21.127657°, -101.676267° | 21.126557°, -101.675648°                                  | 21.124271°, -101.674297° | 21.120981°, -101.672437° | 21.120102°, -101.671467° |
| Tramo                | Sin Intervención  | Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León. | Sin Intervención         | Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León. |                          |                          |                          |
|                      | Tramo 4   |   |                          | Tramo 5   |                          |                          |                          |
|                      | B   | C   | D                        | A   | B                        | C                        |                          |
| Vialidad de Inicio   | Hortelanos  | N/A   | N/A                      | Jardineros  | Calzada de los Héroes    | Berlioz                  |                          |
| Vialidad Fin         | Jardineros  | N/A   | N/A                      | Calzada de los Héroes                                     | Berlioz                  | Calle Wagner             |                          |
| Coordenada de Inicio | 21.120102°, -101.671467°  | 21.119348°, -101.669632°                                  | 21.118872°, -101.668666° | 21.119348°, -101.669632°                                  | 21.118202°, -101.667979° | 21.114326°, -101.665687° |                          |
| Coordenada Fin       | 21.119348°, -101.669632°  | 21.118872°, -101.668666°                                  | 21.118366°, -101.668184° | 21.118202°, -101.667979°                                  | 21.114326°, -101.665687° | 21.113241°, -101.665168° |                          |

Fuente: Elaboración propia

El proyecto se ubica en la zona central de la ciudad de León, siendo una de las principales vías de esta zona. En el trayecto se ubican los accesos a varias zonas de desarrollo económico como fábricas y negocios, los cuales generan una considerable atracción de vehículos en la zona en estudio.

León de los Aldama representa la ciudad más poblada de la Zona Metropolitana de León y del Estado de Guanajuato. La superficie municipal comprende 1,183.20 km<sup>2</sup>, equivalentes al 3.87% de la superficie total del estado de Guanajuato. El municipio limita al norte con San Felipe; al este con Guanajuato y Silao; al sur con Silao, Romita, y San Francisco del Rincón; y al oeste con Purísima del Rincón y el Estado de Jalisco.

El municipio en su parte norte cuenta con estribaciones montañosas pertenecientes a la Sierra de Guanajuato, la que localmente lleva los nombres de Ibarra, Comanja y Sierra de Lobos, considerada Reserva Ecológica Natural. La parte sur del municipio pertenece a la región de los fértiles valles del Bajío.

Las elevaciones más importantes del municipio son el Cerro del Gigante, con 2,884 msnm. y la mesa Cuatralba con 2,800 msnm.

La actividad agrícola del municipio se compone principalmente, en orden de importancia, por el cultivo de papa, membrillo y alfalfa. La ganadería es de relativa importancia en el municipio, se crían principalmente ganado bovino y caprino, seguido por la cría de aves y de ganado porcino.

Referente a la actividad industrial en el municipio, históricamente ha sido la industria del cuero y del calzado, aunque actualmente ha aumentado la diversificación en este ramo. La actividad de servicios en León es la de mayor dinamismo actualmente en el municipio.

Según datos estadísticos del INEGI sólo en el municipio de León hay un total de 1,721,215 habitantes (2020). León por si solo concentra el 27.91% de los habitantes de todo el estado. Entre 2005 y 2020 la población leonesa creció alrededor de un 34%, actualmente en León hay 440 mil 662 viviendas habitadas.

La Zona Metropolitana de León es la región urbana resultante de la conurbación de varios municipios, siendo estos León y Silao localizados en el oeste del Estado de Guanajuato, en México.



## d) Calendario de actividades

Tabla 33 Calendario Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatad)

| Actividad                         | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Terracerías                       |       |       |       |       |       |       |
| Estructuras                       |       |       |       |       |       |       |
| Pavimentos                        |       |       |       |       |       |       |
| Banqueta                          |       |       |       |       |       |       |
| Ciclovia                          |       |       |       |       |       |       |
| Señalamiento Horizontal (Pintura) |       |       |       |       |       |       |
| Señalamiento Horizontal           |       |       |       |       |       |       |
| Señalamiento Vertical             |       |       |       |       |       |       |
| Paisaje Urbano                    |       |       |       |       |       |       |
| Lavaderos Pluviales               |       |       |       |       |       |       |
| Alcantarillado                    |       |       |       |       |       |       |
| Agua Potable                      |       |       |       |       |       |       |
| Descargas Domiciliarias           |       |       |       |       |       |       |
| Alumbrado Publico                 |       |       |       |       |       |       |
| Electrificación                   |       |       |       |       |       |       |

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

Tabla 34 Calendario Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)

| Actividad                         | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Terracerías                       |       |       |       |       |       |
| Estructuras                       |       |       |       |       |       |
| Pavimentos                        |       |       |       |       |       |
| Señalamiento Horizontal (Pintura) |       |       |       |       |       |
| Señalamiento Horizontal           |       |       |       |       |       |
| Señalamiento Vertical             |       |       |       |       |       |
| Paisaje Urbano                    |       |       |       |       |       |
| Lavaderos Pluviales               |       |       |       |       |       |
| Alcantarillado                    |       |       |       |       |       |
| Alumbrado Publico                 |       |       |       |       |       |
| Electrificación                   |       |       |       |       |       |

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

Tabla 35 Calendario de avance físico y financiero Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León (Estatad)

| Avance                     | Mes 1           | Mes 2           | Mes 3           | Mes 4           | Mes 5           | Mes 6            |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Físico (%)                 | 16.13%          | 22.58%          | 16.13%          | 9.68%           | 16.13%          | 19.35%           |
| Financiero (\$)            | \$19,283,415.00 | \$26,994,390.00 | \$19,283,415.00 | \$11,572,440.00 | \$19,283,415.00 | \$23,132,925.00  |
| <b>Total Avance Físico</b> |                 |                 |                 |                 |                 | 100%             |
| <b>Monto total</b>         |                 |                 |                 |                 |                 | \$119,550,000.00 |

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

Tabla 36. Calendario de avance físico y financiero Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo (Municipal)

| Avance                     | Mes 1           | Mes 2           | Mes 3          | Mes 4          | Mes 5           | Mes 6           |
|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Físico (%)                 | 19.05%          | 28.57%          | 14.29%         | 14.29%         | 23.80%          |                 |
| Financiero (\$)            | \$11,895,566.30 | \$17,840,227.25 | \$8,923,235.82 | \$8,923,235.82 | \$14,861,652.38 |                 |
| <b>Total Avance Físico</b> |                 |                 |                |                |                 | 100%            |
| <b>Monto total</b>         |                 |                 |                |                |                 | \$62,443,917.58 |

Fuente: Dirección de Obras Públicas del Municipio de León

## e) Monto total de inversión

Tabla 37 Montos de inversión por etapas.

| Componente                   | Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León | Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de mayo | Total                   |
|------------------------------|--|---|-------------------------|
|                              | Fuente Estatal   | Fuente Municipal  |                         |
| Terracerías                  | \$9,623,880.79   | \$1,103,876.86  | \$10,727,757.65         |
| Estructuras                  | \$59,700,729.28  | \$40,231,639.08   | \$99,932,368.36         |
| Pavimentos                   | \$25,739,805.23  | \$8,857,097.29  | \$34,596,902.52         |
| Banquetas                    | \$561,709.37   | \$0.00  | \$561,709.37            |
| Ciclovías                    | \$175,407.35   | \$0.00  | \$175,407.35            |
| Señalamiento Operativo       | \$1,228,697.56   | \$278,581.19  | \$1,507,278.75          |
| Paisaje Urbano               | \$256,647.52   | \$560,189.81  | \$816,837.33            |
| Lavaderos Pluviales          | \$335,762.92   | \$572,516.70  | \$908,279.62            |
| Alcantarillado               | \$1,473,399.66   | \$2,023,546.63  | \$3,496,946.29          |
| Agua Potable                 | \$2,541,038.11   | \$0.00  | \$2,541,038.11          |
| Descargas Domiciliarias      | \$934,331.76   | \$0.00  | \$934,331.76            |
| Alumbrado y Electrificación  | \$488,935.28   | \$203,515.87  | \$692,451.15            |
| Subtotal                     | \$103,060,344.83   | \$53,830,963.43   | \$156,891,308.26        |
| IVA                          | \$16,489,655.17  | \$8,612,954.15  | \$25,102,609.32         |
| <b>Total de la Inversión</b> | <b>\$119,550,000.00</b>                                  | <b>\$62,443,917.58</b>  | <b>\$181,993,917.58</b> |

Fuente: Dirección de Obra Pública

## f) Fuentes de financiamiento

Tabla 38 Fuentes de financiamiento

| Etapas   | Fuente de los recursos | Monto (con IVA)         | Porcentaje     |
|--|------------------------|-------------------------|----------------|
| <b>Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León</b>  | <b>Estatal</b>         | \$119,550,000.00        | 65.69%         |
| <b>Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de mayo</b> | <b>Municipal</b>       | \$62,443,917.58         | 34.31%         |
|  | <b>Total</b>           | <b>\$181,993,917.58</b> | <b>100.00%</b> |

Fuente: Dirección de Obra Pública

## g) Capacidad instalada

Para obtener los niveles de servicio de la situación con proyecto se utilizó la misma metodología que en la situación sin proyecto, usando la metodología del HCM) para vialidades en zonas urbanas y utilizando una TCMA de 1.5%.

Tabla 39. Nivel de Servicio por Tramo

| Año | Tramo 1 |    | Tramo 2 |    |        |    |        |    |        |    |
|-----|---------|----|---------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
|     | TDPA    | NS | A       |    | B      |    | C      |    | D      |    |
|     |         |    | TDPA    | NS | TDPA   | NS | TDPA   | NS | TDPA   | NS |
| 0   | 31,756  | D  | 31,756  | E  | 19,514 | F  | 19,514 | F  | 19,514 | D  |
| 1   | 32,233  | B  | 32,233  | A  | 19,807 | A  | 19,807 | A  | 19,807 | A  |
| 2   | 32,716  | B  | 32,716  | A  | 20,104 | B  | 20,104 | B  | 20,104 | B  |
| 3   | 33,207  | B  | 33,207  | A  | 20,406 | B  | 20,406 | B  | 20,406 | B  |
| 4   | 33,705  | B  | 33,705  | A  | 20,712 | B  | 20,712 | B  | 20,712 | B  |
| 5   | 34,211  | B  | 34,211  | A  | 21,023 | B  | 21,023 | B  | 21,023 | B  |
| 6   | 34,724  | B  | 34,724  | B  | 21,338 | B  | 21,338 | B  | 21,338 | B  |
| 7   | 35,245  | B  | 35,245  | B  | 21,658 | B  | 21,658 | B  | 21,658 | B  |
| 8   | 35,773  | B  | 35,773  | B  | 21,983 | B  | 21,983 | B  | 21,983 | B  |
| 9   | 36,310  | C  | 36,310  | B  | 22,313 | B  | 22,313 | B  | 22,313 | B  |
| 10  | 36,854  | C  | 36,854  | B  | 22,647 | B  | 22,647 | B  | 22,647 | B  |
| 11  | 37,407  | C  | 37,407  | B  | 22,987 | B  | 22,987 | B  | 22,987 | B  |
| 12  | 37,968  | C  | 37,968  | B  | 23,332 | B  | 23,332 | B  | 23,332 | B  |
| 13  | 38,538  | C  | 38,538  | B  | 23,682 | B  | 23,682 | B  | 23,682 | B  |
| 14  | 39,116  | C  | 39,116  | B  | 24,037 | B  | 24,037 | B  | 24,037 | B  |
| 15  | 39,703  | C  | 39,703  | B  | 24,398 | B  | 24,398 | B  | 24,398 | B  |
| 16  | 40,298  | C  | 40,298  | B  | 24,763 | B  | 24,763 | B  | 24,763 | B  |
| 17  | 40,903  | C  | 40,903  | C  | 25,135 | B  | 25,135 | B  | 25,135 | B  |
| 18  | 41,516  | C  | 41,516  | C  | 25,512 | B  | 25,512 | B  | 25,512 | B  |
| 19  | 42,139  | C  | 42,139  | C  | 25,895 | B  | 25,895 | B  | 25,895 | B  |
| 20  | 42,771  | C  | 42,771  | C  | 26,283 | B  | 26,283 | B  | 26,283 | B  |
| 21  | 43,413  | C  | 43,413  | C  | 26,677 | B  | 26,677 | B  | 26,677 | B  |
| 22  | 44,064  | D  | 44,064  | C  | 27,077 | B  | 27,077 | B  | 27,077 | B  |
| 23  | 44,725  | D  | 44,725  | C  | 27,484 | B  | 27,484 | B  | 27,484 | B  |
| 24  | 45,396  | D  | 45,396  | C  | 27,896 | B  | 27,896 | B  | 27,896 | B  |
| 25  | 46,077  | D  | 46,077  | C  | 28,314 | B  | 28,314 | B  | 28,314 | B  |
| 26  | 46,768  | D  | 46,768  | D  | 28,739 | B  | 28,739 | B  | 28,739 | B  |
| 27  | 47,469  | D  | 47,469  | D  | 29,170 | B  | 29,170 | B  | 29,170 | B  |
| 28  | 48,181  | E  | 48,181  | D  | 29,608 | B  | 29,608 | B  | 29,608 | B  |
| 29  | 48,904  | E  | 48,904  | D  | 30,052 | B  | 30,052 | B  | 30,052 | B  |
| 30  | 49,638  | E  | 49,638  | D  | 30,503 | B  | 30,503 | B  | 30,503 | B  |
| Año | Tramo 3 |    | Tramo 4 |    |        |    |        |    |        |    |
|     | TDPA    | NS | A       |    | B      |    | C      |    | D      |    |
|     |         |    | TDPA    | NS | TDPA   | NS | TDPA   | NS | TDPA   | NS |
| 0   | 36,212  | D  | 42,815  | D  | 42,815 | C  | 13,793 | C  | 13,793 | C  |
| 1   | 36,755  | A  | 43,457  | B  | 43,457 | B  | 14,000 | B  | 14,000 | B  |
| 2   | 37,307  | B  | 44,109  | B  | 44,109 | B  | 14,210 | B  | 14,210 | B  |
| 3   | 37,866  | B  | 44,770  | B  | 44,770 | B  | 14,423 | B  | 14,423 | B  |
| 4   | 38,434  | B  | 45,442  | B  | 45,442 | B  | 14,639 | B  | 14,639 | B  |
| 5   | 39,011  | B  | 46,124  | B  | 46,124 | B  | 14,859 | B  | 14,859 | B  |
| 6   | 39,596  | B  | 46,815  | B  | 46,815 | B  | 15,082 | B  | 15,082 | B  |
| 7   | 40,190  | B  | 47,518  | B  | 47,518 | B  | 15,308 | B  | 15,308 | B  |
| 8   | 40,793  | B  | 48,230  | B  | 48,230 | B  | 15,538 | B  | 15,538 | B  |
| 9   | 41,405  | B  | 48,954  | B  | 48,954 | B  | 15,771 | B  | 15,771 | B  |
| 10  | 42,026  | C  | 49,688  | B  | 49,688 | B  | 16,007 | B  | 16,007 | B  |
| 11  | 42,656  | C  | 50,434  | C  | 50,434 | C  | 16,247 | B  | 16,247 | B  |
| 12  | 43,296  | C  | 51,190  | C  | 51,190 | C  | 16,491 | B  | 16,491 | B  |
| 13  | 43,945  | C  | 51,958  | C  | 51,958 | C  | 16,738 | B  | 16,738 | B  |
| 14  | 44,605  | C  | 52,737  | C  | 52,737 | C  | 16,989 | B  | 16,989 | B  |
| 15  | 45,274  | C  | 53,528  | C  | 53,528 | C  | 17,244 | B  | 17,244 | B  |

|    |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|----|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
| 16 | 45,953 | C | 54,331 | C | 54,331 | C | 17,503 | B | 17,503 | B |
| 17 | 46,642 | D | 55,146 | C | 55,146 | C | 17,765 | B | 17,765 | B |
| 18 | 47,342 | D | 55,973 | C | 55,973 | C | 18,032 | B | 18,032 | B |
| 19 | 48,052 | D | 56,813 | C | 56,813 | C | 18,302 | B | 18,302 | B |
| 20 | 48,773 | E | 57,665 | C | 57,665 | C | 18,577 | B | 18,577 | B |
| 21 | 49,504 | E | 58,530 | C | 58,530 | C | 18,856 | B | 18,856 | B |
| 22 | 50,247 | F | 59,408 | C | 59,408 | C | 19,138 | B | 19,138 | B |
| 23 | 51,000 | F | 60,299 | C | 60,299 | C | 19,426 | B | 19,426 | B |
| 24 | 51,765 | F | 61,204 | C | 61,204 | C | 19,717 | B | 19,717 | C |
| 25 | 52,542 | F | 62,122 | C | 62,122 | C | 20,013 | B | 20,013 | C |
| 26 | 53,330 | F | 63,054 | C | 63,054 | C | 20,313 | B | 20,313 | C |
| 27 | 54,130 | F | 63,999 | C | 63,999 | C | 20,618 | C | 20,618 | C |
| 28 | 54,942 | F | 64,959 | C | 64,959 | C | 20,927 | C | 20,927 | C |
| 29 | 55,766 | F | 65,934 | C | 65,934 | C | 21,241 | C | 21,241 | C |
| 30 | 56,603 | F | 66,923 | C | 66,923 | C | 21,559 | C | 21,559 | C |

| Año | Tramo 5 |    |        |    |        |    |
|-----|---------|----|--------|----|--------|----|
|     | A       |    | B      |    | C      |    |
|     | TDPA    | NS | TDPA   | NS | TDPA   | NS |
| 0   | 29,022  | C  | 29,022 | C  | 36,492 | C  |
| 1   | 29,457  | B  | 29,457 | A  | 37,040 | B  |
| 2   | 29,899  | B  | 29,899 | A  | 37,595 | B  |
| 3   | 30,348  | B  | 30,348 | A  | 38,159 | B  |
| 4   | 30,803  | B  | 30,803 | A  | 38,732 | B  |
| 5   | 31,265  | B  | 31,265 | B  | 39,313 | B  |
| 6   | 31,734  | B  | 31,734 | B  | 39,902 | B  |
| 7   | 32,210  | B  | 32,210 | B  | 40,501 | B  |
| 8   | 32,693  | B  | 32,693 | B  | 41,108 | B  |
| 9   | 33,183  | B  | 33,183 | B  | 41,725 | B  |
| 10  | 33,681  | B  | 33,681 | B  | 42,351 | B  |
| 11  | 34,186  | B  | 34,186 | B  | 42,986 | B  |
| 12  | 34,699  | B  | 34,699 | B  | 43,631 | B  |
| 13  | 35,220  | B  | 35,220 | B  | 44,285 | B  |
| 14  | 35,748  | B  | 35,748 | B  | 44,950 | B  |
| 15  | 36,284  | C  | 36,284 | B  | 45,624 | B  |
| 16  | 36,828  | C  | 36,828 | B  | 46,308 | B  |
| 17  | 37,381  | C  | 37,381 | B  | 47,003 | B  |
| 18  | 37,942  | C  | 37,942 | B  | 47,708 | B  |
| 19  | 38,511  | C  | 38,511 | C  | 48,423 | B  |
| 20  | 39,088  | C  | 39,088 | C  | 49,150 | B  |
| 21  | 39,675  | C  | 39,675 | C  | 49,887 | B  |
| 22  | 40,270  | C  | 40,270 | C  | 50,635 | B  |
| 23  | 40,874  | C  | 40,874 | C  | 51,395 | B  |
| 24  | 41,487  | C  | 41,487 | C  | 52,166 | B  |
| 25  | 42,109  | C  | 42,109 | C  | 52,948 | B  |
| 26  | 42,741  | D  | 42,741 | C  | 53,743 | B  |
| 27  | 43,382  | D  | 43,382 | C  | 54,549 | B  |
| 28  | 44,033  | D  | 44,033 | C  | 55,367 | C  |
| 29  | 44,693  | D  | 44,693 | C  | 56,197 | C  |
| 30  | 45,364  | D  | 45,364 | D  | 57,040 | C  |

Fuente: Elaboración propia, Año 2023.

Como se puede observar, para el año 0, el nivel de servicio es más bajo con respecto al año 1, esto por las molestias generadas por la ejecución de los trabajos de obra en este periodo. De igual manera se observan las mejoras de los niveles de servicio con respecto a la situación sin proyecto, esto debido a que al aumentar el número de carriles en algunos tramos conjuntamente de la adecuación de accesos, el flujo aumenta y las velocidades también.

Tabla 40 Proyección del TDPA a lo largo de la Situación con el PPI

| Año | Tramo 1                   |                           | Tramo 2                   |                           |                           |                           |                           |                           |
|-----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|     | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión | A                         |                           | B                         |                           | C                         |                           |
|     |                           |                           | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión |
| 0   | 16,851                    | 14,905                    | 16,851                    | 14,905                    | 10,355                    | 9,159                     | 10,355                    | 9,159                     |
| 1   | 17,104                    | 15,129                    | 17,104                    | 15,129                    | 10,510                    | 9,297                     | 10,510                    | 9,297                     |
| 2   | 17,360                    | 15,356                    | 17,360                    | 15,356                    | 10,668                    | 9,436                     | 10,668                    | 9,436                     |
| 3   | 17,621                    | 15,586                    | 17,621                    | 15,586                    | 10,828                    | 9,578                     | 10,828                    | 9,578                     |
| 4   | 17,885                    | 15,820                    | 17,885                    | 15,820                    | 10,990                    | 9,721                     | 10,990                    | 9,721                     |
| 5   | 18,153                    | 16,057                    | 18,153                    | 16,057                    | 11,155                    | 9,867                     | 11,155                    | 9,867                     |
| 6   | 18,426                    | 16,298                    | 18,426                    | 16,298                    | 11,323                    | 10,015                    | 11,323                    | 10,015                    |
| 7   | 18,702                    | 16,543                    | 18,702                    | 16,543                    | 11,492                    | 10,165                    | 11,492                    | 10,165                    |
| 8   | 18,983                    | 16,791                    | 18,983                    | 16,791                    | 11,665                    | 10,318                    | 11,665                    | 10,318                    |
| 9   | 19,267                    | 17,043                    | 19,267                    | 17,043                    | 11,840                    | 10,473                    | 11,840                    | 10,473                    |
| 10  | 19,556                    | 17,298                    | 19,556                    | 17,298                    | 12,017                    | 10,630                    | 12,017                    | 10,630                    |
| 11  | 19,850                    | 17,558                    | 19,850                    | 17,558                    | 12,198                    | 10,789                    | 12,198                    | 10,789                    |
| 12  | 20,147                    | 17,821                    | 20,147                    | 17,821                    | 12,381                    | 10,951                    | 12,381                    | 10,951                    |
| 13  | 20,450                    | 18,088                    | 20,450                    | 18,088                    | 12,566                    | 11,115                    | 12,566                    | 11,115                    |
| 14  | 20,756                    | 18,360                    | 20,756                    | 18,360                    | 12,755                    | 11,282                    | 12,755                    | 11,282                    |
| 15  | 21,068                    | 18,635                    | 21,068                    | 18,635                    | 12,946                    | 11,451                    | 12,946                    | 11,451                    |
| 16  | 21,384                    | 18,915                    | 21,384                    | 18,915                    | 13,140                    | 11,623                    | 13,140                    | 11,623                    |
| 17  | 21,704                    | 19,198                    | 21,704                    | 19,198                    | 13,337                    | 11,797                    | 13,337                    | 11,797                    |
| 18  | 22,030                    | 19,486                    | 22,030                    | 19,486                    | 13,538                    | 11,974                    | 13,538                    | 11,974                    |
| 19  | 22,360                    | 19,779                    | 22,360                    | 19,779                    | 13,741                    | 12,154                    | 13,741                    | 12,154                    |
| 20  | 22,696                    | 20,075                    | 22,696                    | 20,075                    | 13,947                    | 12,336                    | 13,947                    | 12,336                    |
| 21  | 23,036                    | 20,376                    | 23,036                    | 20,376                    | 14,156                    | 12,521                    | 14,156                    | 12,521                    |
| 22  | 23,382                    | 20,682                    | 23,382                    | 20,682                    | 14,368                    | 12,709                    | 14,368                    | 12,709                    |
| 23  | 23,733                    | 20,992                    | 23,733                    | 20,992                    | 14,584                    | 12,900                    | 14,584                    | 12,900                    |
| 24  | 24,089                    | 21,307                    | 24,089                    | 21,307                    | 14,803                    | 13,093                    | 14,803                    | 13,093                    |
| 25  | 24,450                    | 21,627                    | 24,450                    | 21,627                    | 15,025                    | 13,290                    | 15,025                    | 13,290                    |
| 26  | 24,817                    | 21,951                    | 24,817                    | 21,951                    | 15,250                    | 13,489                    | 15,250                    | 13,489                    |
| 27  | 25,189                    | 22,280                    | 25,189                    | 22,280                    | 15,479                    | 13,691                    | 15,479                    | 13,691                    |
| 28  | 25,567                    | 22,615                    | 25,567                    | 22,615                    | 15,711                    | 13,897                    | 15,711                    | 13,897                    |
| 29  | 25,950                    | 22,954                    | 25,950                    | 22,954                    | 15,947                    | 14,105                    | 15,947                    | 14,105                    |
| 30  | 26,340                    | 23,298                    | 26,340                    | 23,298                    | 16,186                    | 14,317                    | 16,186                    | 14,317                    |
| Año | Tramo 2                   |                           | Tramo 3                   |                           | Tramo 4                   |                           |                           |                           |
|     | D                         |                           | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión | A                         |                           | B                         |                           |
|     | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión |                           |                           | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión | TDPA<br>Con<br>Congestión | TDPA<br>Sin<br>Congestión |
| 0   | 10,355                    | 9,159                     | 19,215                    | 16,997                    | 22,719                    | 20,096                    | 22,719                    | 20,096                    |
| 1   | 10,510                    | 9,297                     | 19,503                    | 17,252                    | 23,060                    | 20,397                    | 23,060                    | 20,397                    |
| 2   | 10,668                    | 9,436                     | 19,796                    | 17,511                    | 23,405                    | 20,703                    | 23,405                    | 20,703                    |
| 3   | 10,828                    | 9,578                     | 20,093                    | 17,774                    | 23,757                    | 21,014                    | 23,757                    | 21,014                    |
| 4   | 10,990                    | 9,721                     | 20,394                    | 18,040                    | 24,113                    | 21,329                    | 24,113                    | 21,329                    |
| 5   | 11,155                    | 9,867                     | 20,700                    | 18,311                    | 24,475                    | 21,649                    | 24,475                    | 21,649                    |
| 6   | 11,323                    | 10,015                    | 21,010                    | 18,585                    | 24,842                    | 21,974                    | 24,842                    | 21,974                    |
| 7   | 11,492                    | 10,165                    | 21,326                    | 18,864                    | 25,214                    | 22,303                    | 25,214                    | 22,303                    |
| 8   | 11,665                    | 10,318                    | 21,646                    | 19,147                    | 25,592                    | 22,638                    | 25,592                    | 22,638                    |
| 9   | 11,840                    | 10,473                    | 21,970                    | 19,434                    | 25,976                    | 22,978                    | 25,976                    | 22,978                    |
| 10  | 12,017                    | 10,630                    | 22,300                    | 19,726                    | 26,366                    | 23,322                    | 26,366                    | 23,322                    |
| 11  | 12,198                    | 10,789                    | 22,634                    | 20,022                    | 26,762                    | 23,672                    | 26,762                    | 23,672                    |
| 12  | 12,381                    | 10,951                    | 22,974                    | 20,322                    | 27,163                    | 24,027                    | 27,163                    | 24,027                    |
| 13  | 12,566                    | 11,115                    | 23,318                    | 20,627                    | 27,570                    | 24,388                    | 27,570                    | 24,388                    |
| 14  | 12,755                    | 11,282                    | 23,668                    | 20,936                    | 27,984                    | 24,753                    | 27,984                    | 24,753                    |

|     |                |                |                |                |                |                |                |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 15  | 12,946         | 11,451         | 24,023         | 21,250         | 28,404         | 25,125         | 28,404         | 25,125         |
| 16  | 13,140         | 11,623         | 24,384         | 21,569         | 28,830         | 25,502         | 28,830         | 25,502         |
| 17  | 13,337         | 11,797         | 24,749         | 21,893         | 29,262         | 25,884         | 29,262         | 25,884         |
| 18  | 13,538         | 11,974         | 25,121         | 22,221         | 29,701         | 26,272         | 29,701         | 26,272         |
| 19  | 13,741         | 12,154         | 25,497         | 22,554         | 30,147         | 26,666         | 30,147         | 26,666         |
| 20  | 13,947         | 12,336         | 25,880         | 22,893         | 30,599         | 27,066         | 30,599         | 27,066         |
| 21  | 14,156         | 12,521         | 26,268         | 23,236         | 31,058         | 27,472         | 31,058         | 27,472         |
| 22  | 14,368         | 12,709         | 26,662         | 23,585         | 31,524         | 27,884         | 31,524         | 27,884         |
| 23  | 14,584         | 12,900         | 27,062         | 23,938         | 31,997         | 28,303         | 31,997         | 28,303         |
| 24  | 14,803         | 13,093         | 27,468         | 24,298         | 32,477         | 28,727         | 32,477         | 28,727         |
| 25  | 15,025         | 13,290         | 27,880         | 24,662         | 32,964         | 29,158         | 32,964         | 29,158         |
| 26  | 15,250         | 13,489         | 28,298         | 25,032         | 33,458         | 29,596         | 33,458         | 29,596         |
| 27  | 15,479         | 13,691         | 28,723         | 25,407         | 33,960         | 30,039         | 33,960         | 30,039         |
| 28  | 15,711         | 13,897         | 29,153         | 25,789         | 34,469         | 30,490         | 34,469         | 30,490         |
| 29  | 15,947         | 14,105         | 29,591         | 26,175         | 34,986         | 30,947         | 34,986         | 30,947         |
| 30  | 16,186         | 14,317         | 30,035         | 26,568         | 35,511         | 31,412         | 35,511         | 31,412         |
| Año | Tramo 4        |                |                |                | Tramo 5        |                |                |                |
|     | C              |                | D              |                | A              |                | B              |                |
|     | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           | TDPA           |
|     | Con Congestión | Sin Congestión | Con Congestión | Sin Congestión | Con Congestión | Sin Congestión | Con Congestión | Sin Congestión |
| 0   | 7,319          | 6,474          | 7,319          | 6,474          | 15,400         | 13,622         | 15,400         | 13,622         |
| 1   | 7,429          | 6,571          | 7,429          | 6,571          | 15,631         | 13,827         | 15,631         | 13,827         |
| 2   | 7,540          | 6,669          | 7,540          | 6,669          | 15,865         | 14,034         | 15,865         | 14,034         |
| 3   | 7,653          | 6,769          | 7,653          | 6,769          | 16,103         | 14,245         | 16,103         | 14,245         |
| 4   | 7,768          | 6,871          | 7,768          | 6,871          | 16,345         | 14,458         | 16,345         | 14,458         |
| 5   | 7,885          | 6,974          | 7,885          | 6,974          | 16,590         | 14,675         | 16,590         | 14,675         |
| 6   | 8,003          | 7,079          | 8,003          | 7,079          | 16,839         | 14,895         | 16,839         | 14,895         |
| 7   | 8,123          | 7,185          | 8,123          | 7,185          | 17,091         | 15,119         | 17,091         | 15,119         |
| 8   | 8,245          | 7,293          | 8,245          | 7,293          | 17,348         | 15,345         | 17,348         | 15,345         |
| 9   | 8,369          | 7,402          | 8,369          | 7,402          | 17,608         | 15,576         | 17,608         | 15,576         |
| 10  | 8,494          | 7,513          | 8,494          | 7,513          | 17,872         | 15,809         | 17,872         | 15,809         |
| 11  | 8,622          | 7,626          | 8,622          | 7,626          | 18,140         | 16,046         | 18,140         | 16,046         |
| 12  | 8,751          | 7,740          | 8,751          | 7,740          | 18,412         | 16,287         | 18,412         | 16,287         |
| 13  | 8,882          | 7,856          | 8,882          | 7,856          | 18,688         | 16,531         | 18,688         | 16,531         |
| 14  | 9,015          | 7,974          | 9,015          | 7,974          | 18,969         | 16,779         | 18,969         | 16,779         |
| 15  | 9,151          | 8,094          | 9,151          | 8,094          | 19,253         | 17,031         | 19,253         | 17,031         |
| 16  | 9,288          | 8,215          | 9,288          | 8,215          | 19,542         | 17,287         | 19,542         | 17,287         |
| 17  | 9,427          | 8,338          | 9,427          | 8,338          | 19,835         | 17,546         | 19,835         | 17,546         |
| 18  | 9,569          | 8,463          | 9,569          | 8,463          | 20,132         | 17,809         | 20,132         | 17,809         |
| 19  | 9,712          | 8,590          | 9,712          | 8,590          | 20,434         | 18,076         | 20,434         | 18,076         |
| 20  | 9,858          | 8,719          | 9,858          | 8,719          | 20,741         | 18,347         | 20,741         | 18,347         |
| 21  | 10,006         | 8,850          | 10,006         | 8,850          | 21,052         | 18,622         | 21,052         | 18,622         |
| 22  | 10,156         | 8,983          | 10,156         | 8,983          | 21,368         | 18,902         | 21,368         | 18,902         |
| 23  | 10,308         | 9,117          | 10,308         | 9,117          | 21,688         | 19,185         | 21,688         | 19,185         |
| 24  | 10,463         | 9,254          | 10,463         | 9,254          | 22,014         | 19,473         | 22,014         | 19,473         |
| 25  | 10,620         | 9,393          | 10,620         | 9,393          | 22,344         | 19,765         | 22,344         | 19,765         |
| 26  | 10,779         | 9,534          | 10,779         | 9,534          | 22,679         | 20,062         | 22,679         | 20,062         |
| 27  | 10,941         | 9,677          | 10,941         | 9,677          | 23,019         | 20,363         | 23,019         | 20,363         |
| 28  | 11,105         | 9,822          | 11,105         | 9,822          | 23,365         | 20,668         | 23,365         | 20,668         |
| 29  | 11,271         | 9,969          | 11,271         | 9,969          | 23,715         | 20,978         | 23,715         | 20,978         |
| 30  | 11,440         | 10,119         | 11,440         | 10,119         | 24,071         | 21,293         | 24,071         | 21,293         |
| Año | Tramo 5        |                |                |                |                |                |                |                |
|     | C              |                |                |                |                |                |                |                |
|     | TDPA           | TDPA           |                |                |                |                |                |                |
|     | Con Congestión | Sin Congestión |                |                |                |                |                |                |
| 0   | 19,363         | 17,129         |                |                |                |                |                |                |
| 1   | 19,654         | 17,386         |                |                |                |                |                |                |
| 2   | 19,948         | 17,647         |                |                |                |                |                |                |
| 3   | 20,248         | 17,912         |                |                |                |                |                |                |

|    |        |        |
|----|--------|--------|
| 4  | 20,551 | 18,180 |
| 5  | 20,860 | 18,453 |
| 6  | 21,173 | 18,730 |
| 7  | 21,490 | 19,011 |
| 8  | 21,812 | 19,296 |
| 9  | 22,140 | 19,585 |
| 10 | 22,472 | 19,879 |
| 11 | 22,809 | 20,177 |
| 12 | 23,151 | 20,480 |
| 13 | 23,498 | 20,787 |
| 14 | 23,851 | 21,099 |
| 15 | 24,208 | 21,415 |
| 16 | 24,572 | 21,737 |
| 17 | 24,940 | 22,063 |
| 18 | 25,314 | 22,394 |
| 19 | 25,694 | 22,730 |
| 20 | 26,079 | 23,070 |
| 21 | 26,471 | 23,417 |
| 22 | 26,868 | 23,768 |
| 23 | 27,271 | 24,124 |
| 24 | 27,680 | 24,486 |
| 25 | 28,095 | 24,853 |
| 26 | 28,516 | 25,226 |
| 27 | 28,944 | 25,605 |
| 28 | 29,378 | 25,989 |
| 29 | 29,819 | 26,379 |
| 30 | 30,266 | 26,774 |

*Fuente: Elaboración propia, Año 2023.*



## h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la ejecución del proyecto son las que se muestran a continuación.

Tabla 41. Metas físicas del proyecto

| Meta  | Unidad | Cantidad Modernización del Malecón del Río, primera etapa en León. | Cantidad Mejoramiento de vialidad flujo libre del malecón del río cuerpo poniente tramo 1: Vicente Valtierra a 5 de Mayo | Cantidad Total |
|---|--------|--|--|----------------|
|   |        | Año 2023   | Año 2023   |                |
| Construcción de Estructuras                     | ML     | 2,697.92   | 1,856.08   | 4,554.00       |
| Construcción de Pavimentos                      | M2     | 18,116.59  | 6,501.81   | 24,618.40      |
| Intervención de Banquetas                       | M2     | 862.51   | -  | 862.51         |
| Intervención de Ciclovías                       | M2     | 180.00   | -  | 180.00         |
| Aplicación de Señalamiento Horizontal (Pintura) | ML     | 5,843.00   | 1,962.00   | 7,805.00       |
| Colocación de Señalamiento Horizontal           | PZA    | 2,692.00   | 1,085.00   | 3,777.00       |
| Colocación Señalamiento Vertical                | PZA    | 117.00   | 25.00  | 142.00         |
| Adecuación del Paisaje Urbano                   | PZA    | 205.00   | 219.00   | 424.00         |
| Construcción de Lavaderos Pluviales             | M3     | 2,090.89   | 1,504.41   | 3,595.30       |
| Instalación de Alcantarillado (Tuberías)        | ML     | 345.52   | 304.79   | 650.31         |
| Construcción de Alcantarillado (Pozos)          | PZA    | 10.00  | 8.00   | 18.00          |
| Instalación de Agua Potable                     | ML     | 189.10   | -  | 189.10         |
| Instalación de Descargas Domiciliarias          | PZA    | 138.00   | -  | 138.00         |
| Instalación Electrificación                     | PZA    | 182.00   | 113.00   | 295.00         |
| Instalación Alumbrado Público                   | PZA    | 30.00  | 12.00  | 42.00          |

Fuente: Elaboración propia, obtenida de OPM León.

## i) Vida útil

| Vida útil del PPI |   |
|-------------------|---|
| Vida útil en años | La vida útil corresponde a 30 años de operación del proyecto, y considerando 1 para su construcción, se estima un horizonte de evaluación de 31 años. |

## **j) Descripción de los aspectos más relevantes**

### ***Estudios técnicos***

Respecto a los aspectos técnicos, el proyecto ejecutivo se realizó conforme a los lineamientos de la SCT y cuenta con el visto bueno con número de oficio DGM/DIV/9336/2019 por parte de la Dirección de Planeación y Proyectos de Obras Públicas.

En cuanto a SICOM, el proyecto ejecutivo se encuentra igualmente validado en todas sus etapas con número de oficio 007/01/2021.

Se cuenta con los permisos de CFE y SAPAL.

### ***Estudios legales***

No hay afectaciones.

En cuanto al derecho de vía, no se requiere intervención alguna, ya que el proyecto está diseñado sobre el existente. No existen sitios arqueológicos alrededor de la ubicación del proyecto.

El proyecto está regulado bajo la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con misma para el Estado de Guanajuato y sus Municipios.

### ***Estudios ambientales***

Respecto al tema ambiental, se cuenta con la exención de la manifestación de Impacto Ambiental vigente ante la SEMARNAT mediante el oficio 11/DC-0038/07/20.

Para el estudio de CONAGUA, cuenta con el permiso de construcción vigente con el número de expediente 2S.3.06/00185-2021, y con una solicitud de prórroga mediante el oficio DGOP/0464/2023.

### ***Estudios de mercado***

En agosto de 2018 se realizó el estudio de demanda que comprende aforos direccionales, aforos automáticos y estudios de velocidades (realizado en el año 2020) contratado, supervisado y validado por el IMPLAN.

### ***Estudios Específicos***

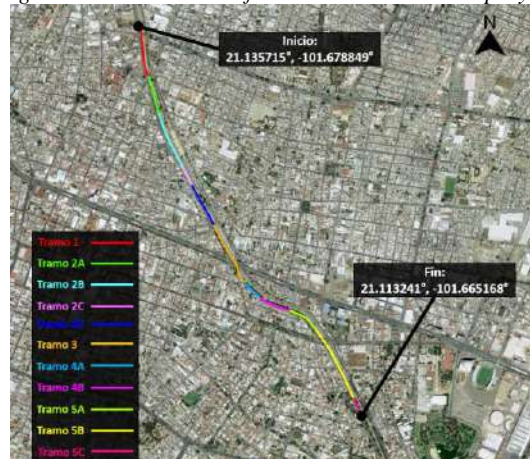
No se realizaron estudios específicos.

## k) Análisis de la Oferta

La red vial relevante en la situación con proyecto se dividió en 5 tramos, en el desarrollo del análisis se tuvo la necesidad de Subtramificar dichos tramos para poder cumplir con las necesidades de Oferta y Demanda terminado en un total de 13 tramos para la Situación con Proyecto. A continuación, se presentan los inicios y fines de cada tramo con sus coordenadas.

- **Tramo 1** del cadenamamiento 10+050 al cadenamamiento 10+380 Hidalgo (inicio: 21.135715°, -101.678849° y fin 21.132796°, -101.678321°).
- **Tramo 2A** del cadenamamiento 10+380 al cadenamamiento 10+630 (inicio: 21.132796°, -101.678321° y fin 21.130651°, -101.677654°).
- **Tramo 2B** del Fin del cadenamamiento del primer segmento 10+630 al Inicio del cadenamamiento del segundo segmento 20+000 (inicio: 21.130651°, -101.677654° y fin 21.127657°, -101.676267°).
- **Tramo 2C** del cadenamamiento 20+000 al cadenamamiento 20+140 (inicio: 21.127657°, -101.676267° y fin 21.126557°, -101.675648°).
- **Tramo 2D** del cadenamamiento 20+140 al cadenamamiento 20+430 (inicio: 21.126557°, -101.675648° y fin 21.124271°, -101.674297°).
- **Tramo 3** del cadenamamiento 20+430 al cadenamamiento 20+845 (inicio: 21.124271°, -101.674297° y fin 21.120981°, -101.672437°).
- **Tramo 4A** del cadenamamiento 20+845 al cadenamamiento 20+985 (inicio: 21.120981°, -101.672437° y fin 21.120102°, -101.671467°).
- **Tramo 4B** del Fin del cadenamamiento del segundo segmento 20+985 al inicio del cadenamamiento del tercer segmento 30+000 (inicio: 21.120102°, -101.671467° y fin 21.119348°, -101.669632°).
- **Tramo 4C** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+113 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118872°, -101.668666°).
- **Tramo 4D** del cadenamamiento 30+113 al cadenamamiento 30+187 (inicio: 21.118872°, -101.668666 y fin 21.118366°, -101.668184°).
- **Tramo 5A** del cadenamamiento 30+000 al cadenamamiento 30+220 (inicio: 21.119348°, -101.669632° y fin 21.118202°, -101.667979°).
- **Tramo 5B** del cadenamamiento 30+220 al cadenamamiento 30+710 (inicio: 21.118202°, -101.667979° y fin 21.114326°, -101.665687°).
- **Tramo 5C** del cadenamamiento 30+710 al cadenamamiento 30+840 (inicio: 21.114326°, -101.665687° y fin 21.113241°, -101.665168°).

Imagen 28. Tramos de la oferta en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia



|  |                          |  |                          |                                    |                          |                          |            |
|--|--------------------------|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
| Índice rugosidad (IRI, m/km)                 | 2.5                      | 2.5  | 3                        | 2.5                                | 2.5                      | 2.5                      | 2.5        |
| Estado de Conservación                       | Aceptable                | Aceptable  | Aceptable                | Aceptable                          | Aceptable                | Aceptable                | Aceptable  |
| Pavimento                                    | Hidráulico               | Hidráulico                                       | Hidráulico               | Hidráulico                         | Hidráulico               | Hidráulico               | Hidráulico |
| Velocidad permisible (km/h)                  | 60                       | 60   | 60                       | 60                                 | 60                       | 60                       | 60         |
| Alumbrado                                    | Si                       | Si   | Si (Insuficiente)        | Si                                 | Si                       | Si                       | Si         |
| Semáforos                                    | No                       | No   | No                       | No                                 | No                       | No                       | No         |
| Estado de señalamiento horizontal y vertical | Bueno                    | Bueno  | Bueno                    | Bueno                              | Bueno                    | Bueno                    | Bueno      |
|  | <b>Tramo 4</b>           |  |                          | <b>Tramo 5</b>                     |                          |                          |            |
|  | <b>B</b>                 | <b>C</b>   | <b>D</b>                 | <b>A</b>                           | <b>B</b>                 | <b>C</b>                 |            |
| Longitud (m)                                 | 210                      | 113  | 74                       | 220                                | 490                      | 130                      |            |
| Vialidad de Inicio                           | Hortelanos               | N/A  | N/A                      | Jardineros                         | Calzada de los Héroes    | Berlioz                  |            |
| Vialidad Fin                                 | Jardineros               | N/A  | N/A                      | Calzada de los Héroes              | Berlioz                  | Calle Wagner             |            |
| Coordenada de Inicio                         | 21.120102°, -101.671467° | 21.119348°, -101.669632°                         | 21.118872°, -101.668666° | 21.119348°, -101.669632°           | 21.118202°, -101.667979° | 21.114326°, -101.665687° |            |
| Coordenada Fin                               | 21.119348°, -101.669632° | 21.118872°, -101.668666°                         | 21.118366°, -101.668184° | 21.118202°, -101.667979°           | 21.114326°, -101.665687° | 21.113241°, -101.665168° |            |
| Tipo de vía                                  | Interbarrio              |  |                          |                                    |                          |                          |            |
| Número de carriles                           | 3 de 3.5m                | 2 de 3.27m                                       | 2 de 3.27m               | 1 de Ancho Variable de 3.39 a 3.5m | 2 de 3.5m                | 3 de 3.14m               |            |
| Ancho de banquetas (m)                       | 2.0                      | Ancho Variable Max: 2.0 (Parcialmente, Se corta) | -                        | -                                  | -                        | -                        |            |
| Ancho de acotamiento (m)                     | -                        | -  | -                        | (Izq. 0.60 y Der. 1.80)            | (Izq. 0.60 y Der. 1.80)  | -                        |            |
| Ancho de Corona (m)                          | 10.5                     | 6.54   | 6.54                     | Variable Max: 5.9                  | 9.4                      | 9.42                     |            |
| Espacio aledaño a la Calzada (m)             | Variable (0.6 a 1.20)    | No   | No                       | Variable 0.6                       | No                       | 1.08                     |            |
| Ancho de Sección (m)                         | Variable Max: 13.7       | 6.54   | 6.54                     | Variable Max: 6.5                  | 9.4                      | 10.5                     |            |
| Tipo de terreno                              | Plano                    | Plano  | Plano                    | Plano                              | Plano                    | Plano                    |            |
| Índice rugosidad (IRI, m/km)                 | 3.0                      | 2.5  | 3.0                      | 2.5                                | 2.5                      | 2.5                      |            |
| Estado de Conservación                       | Aceptable                | Aceptable  | Aceptable                | Aceptable                          | Aceptable                | Aceptable                |            |
| Pavimento                                    | Asfalto                  | Hidráulico                                       | Asfalto                  | Hidráulico                         | Hidráulico               | Hidráulico               |            |
| Velocidad permisible (km/h)                  | 60                       | 60   | 60                       | 60                                 | 60                       | 60                       |            |
| Alumbrado                                    | Si (Insuficiente)        | Si   | Si (Insuficiente)        | Si                                 | Si                       | Si                       |            |
| Semáforos                                    | No                       | No   | No                       | No                                 | No                       | No                       |            |
| Estado de señalamiento horizontal y vertical | Bueno                    | Bueno  | Bueno                    | Bueno                              | Bueno                    | Bueno                    |            |

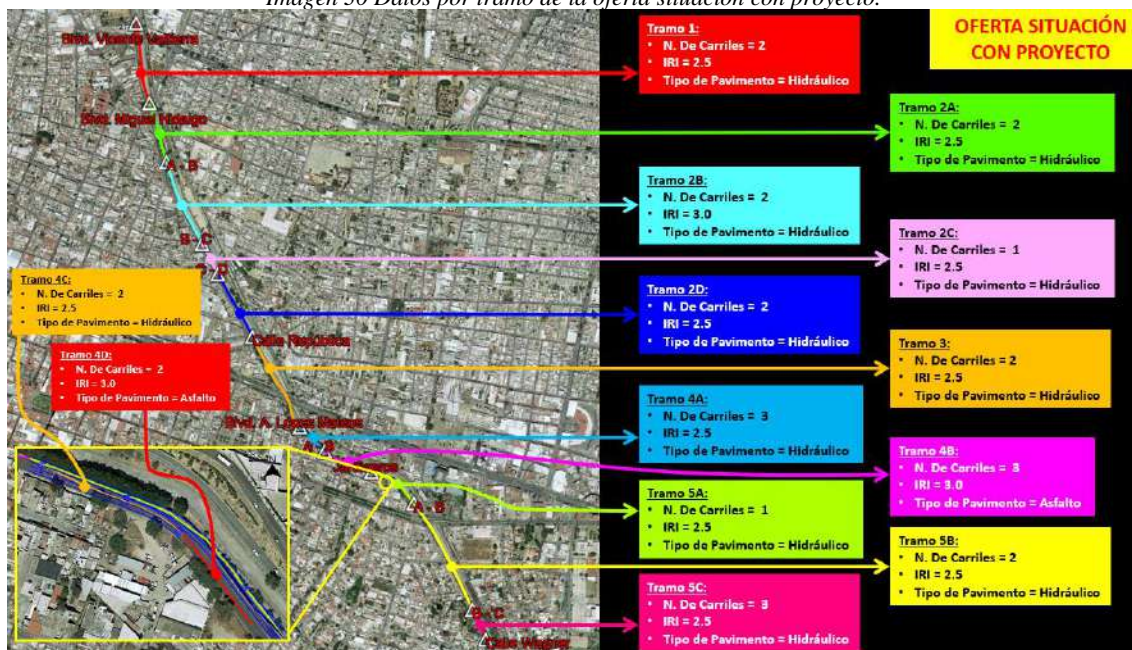
Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito y proyecto ejecutivo.



Es importante señalar que el alargamiento de la rampa modifica las características del tramo 4D que se muestra en la Tabla 42. Este ajuste se realiza con el objetivo de proporcionar mayor seguridad a los usuarios, sin afectar el ancho disponible para su circulación.

Es de Importancia mencionar que el proyecto aquí en análisis propone el alargamiento de la rampa de descenso como continuidad de la vialidad de flujo libre en la zona ubicada al norte de la intersección con Calzada de los Héroes, específicamente 187 metros antes, se evalúa el impacto que este efecto tendrá sobre la vialidad que continua hacia la intersección a nivel. Está NOTA METODOLÓGICA, es para explicar el porqué de las distancias de Situación Actual comparadas con la Situación de Proyecto difieren en precisamente 187 metros y, esto es debido a que el mismo segmento para la situación con Proyecto se duplican, se modelan estos 187 metros para el carril de la rampa que tiene la continuidad de la vialidad a flujo libre (vialidad inferior) y se modelan también estos 187 metros para la vialidad en la parte superior con continuidad a la intersección con Calzada de los Héroes por el hecho de que en estos 187 metros se reducen de 3 a 2 carriles en la vialidad superior por el alargamiento de la rampa, esto con la finalidad de medir el demérito en la operación que esto puede provocar.

Imagen 30 Datos por tramo de la oferta situación con proyecto.



Fuente: Elaboración propia

La transición del tramo 4 al tramo 5A implica un cambio en la oferta y un cambio en la demanda esto de manera directa en la modelación se representa como un cambio de 3 carriles a 1 carril, pero en la realidad lo que sucede es que hay una salida de demanda del sistema por los usuarios que tienen como destino la Av. Calzada de los Héroes y la Av. Tota Carbajal, quedando dos carriles disponibles para la operación con semáforo de la intersección superior de la lateral de Malecón del Río con la Av. Calzada de los Héroes y un carril exclusivo para la rampa de bajada hacia el lecho inferior con operación a flujo libre para los usuarios con destino hacia Blvd. Mariano Escobedo por ello la sección cambia 3 carriles a un carril para el modelado del tramo

de interés y de intervención, pero también con la consecuente afectación en su demanda. Es de importancia mencionar que de acuerdo con el estudio de Ingeniería de Tránsito la intersección superior mejora dado que la longitud de almacenamiento se incrementa para las filas del semáforo porque la construcción de la rampa de proyecto se alarga para dar mejores condiciones geométricas de operación a los usuarios que tienen como destino el lecho bajo del Malecón por lo que permite un mayor almacenamiento en comparación con la situación actual y para el caso de la vialidad a flujo libre a intervenir, se mejoran sus condiciones de seguridad y comodidad, permitiendo un incremento en la velocidad de operación de la misma.

Tabla 43 Características de las Rampas con Proyecto

| Rampa | Coordenadas              | Número de Carriles | Ancho de Carril | Ancho de Acotamiento                  | Ancho de Muro |
|-------|--------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------|
| 1     | 21.130013°, -101.677571° | 1                  | 3.5 m           | 0.60 m (Izquierdo) y 1.80 m (Derecho) | 0.60 m        |
| 2     | 21.124905°, -101.674734° | 1                  | 3.1 m           | 0.60 m (Izquierdo) y 0.60 m (Derecho) | 0.20 m        |
| 3     | 21.121121°, -101.672563° | 2                  | 3.5 m           | 0.60 m (Izquierdo) y 0.60 m (Derecho) | 0.60 m        |
| 4     | 21.118237°, -101.668069° | 1                  | 3.5 m           | 0.60 m (Izquierdo) y 1.80 m (Derecho) | 0.20 m        |
| 5     | 21.115244°, -101.666150° | 2                  | 3.5 m           | 0.60 m (Izquierdo) y 1.80 m (Derecho) | 0.60 m        |

Fuente: Elaboración propia, obtenida de estudios de campo.

## I) Análisis de la Demanda

En la Tabla 44 se muestra la demanda para la situación con proyecto.

Tabla 44. Demanda Proyecto

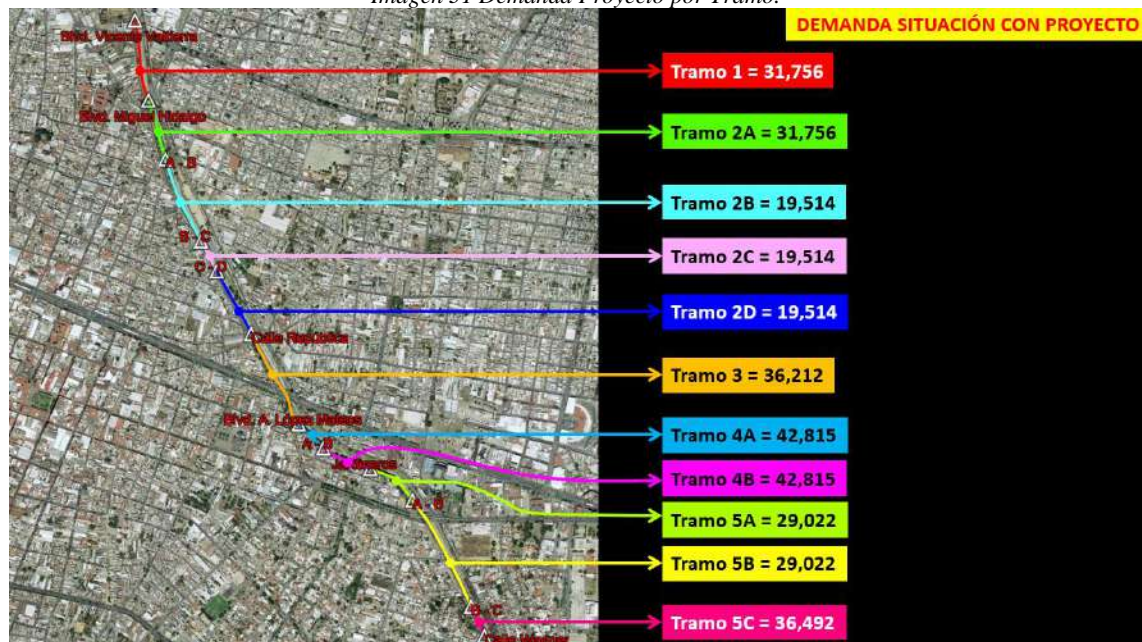
| Descripción                      | Tramo 1  | Tramo 2                                |                               |                                |                                    | Tramo 3                              | Tramo 4                         |
|----------------------------------|--|--|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
|                                  |  | A                                      | B                             | C                              | D                                  |                                      |                                 |
|                                  | Blvd. Vicente Valtierra – Blvd. Miguel Hidalgo | Blvd. Miguel Hidalgo - Calle 5 de mayo | Calle 5 de mayo - Amado Nervo | Amado Nervo - Rosa de Castilla | Rosa de Castilla - Calle República | Calle República – Blvd. López Mateos | Blvd. López Mateos – Hortelanos |
| Longitud (km)                    | 0.33   | 0.25                                   | 0.36                          | 0.14                           | 0.29                               | 0.415                                | 0.14                            |
| Velocidad con congestión (km/hr) | 43.91  | 52.44                                  | 50.07                         | 50.07                          | 50.07                              | 50.53                                | 43.02                           |
| Velocidad sin congestión (km/hr) | 44.28  | 53.07                                  | 50.44                         | 51.44                          | 51.44                              | 51.04                                | 46.96                           |
| TDPA total*                      | 31,756   | 31,756                                 | 19,514                        | 19,514                         | 19,514                             | 36,212                               | 42,815                          |
| TDPA con congestión              | 16,851   | 16,851                                 | 10,355                        | 10,355                         | 10,355                             | 19,215                               | 22,719                          |
| TDPA sin congestión              | 14,905   | 14,905                                 | 9,159                         | 9,159                          | 9,159                              | 16,997                               | 20,096                          |
| A %                              | 100  | 100                                    | 100                           | 100                            | 100                                | 100                                  | 94                              |
| B%                               | 0  | 0                                      | 0                             | 0                              | 0                                  | 0                                    | 0                               |
| C%                               | 0  | 0                                      | 0                             | 0                              | 0                                  | 0                                    | 6                               |
|                                  |  | Tramo 4                                |                               |                                | Tramo 5                            |                                      |                                 |
|                                  |  | B                                      | C                             | D                              | A                                  | B                                    | C                               |



|  |                            |        |        |  |                                       |                           |
|--|----------------------------|--------|--------|--|---------------------------------------|---------------------------|
| Descripción                            | Hortelanos –<br>Jardineros | N/A    | N/A    | Jardineros –<br>Calzada de los<br>Héroes | Calzada de los<br>Héroes –<br>Berlioz | Berlioz – Calle<br>Wagner |
| Longitud (km)                          | 0.21                       | 0.113  | 0.074  | 0.22                                     | 0.49                                  | 0.13                      |
| Velocidad con<br>congestión<br>(km/hr) | 43.02                      | 44.37  | 43.49  | 49.77                                    | 52                                    | 50                        |
| Velocidad sin<br>congestión<br>(km/hr) | 46.96                      | 47.99  | 47.45  | 50.42                                    | 52.12                                 | 51                        |
| TDPA total*                            | 42,815                     | 13,793 | 13,793 | 29,022                                   | 29,022                                | 36,492                    |
| TDPA con<br>congestión                 | 22,719                     | 7,319  | 7,319  | 15,400                                   | 15,400                                | 19,363                    |
| TDPA sin<br>congestión                 | 20,096                     | 6,474  | 6,474  | 13,622                                   | 13,622                                | 17,129                    |
| A %                                    | 94                         | 94     | 94     | 100                                      | 100                                   | 96                        |
| B%                                     | 0                          | 0      | 0      | 0  | 0                                     | 1                         |
| C%                                     | 6                          | 6      | 6      | 0  | 0                                     | 3                         |

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Imagen 31 Demanda Proyecto por Tramo.



Fuente: Elaboración propia.

En lo que corresponde la demanda de la rampa anterior al Blvd. Hidalgo y que se va a cancelar, se realiza el análisis de la misma en la situación con proyecto con su aportación a la vialidad superior, pero de proyecto, está, no sufre cambios o ajustes por lo que el análisis de este demérito se realizara a continuación, si bien la demanda es local es de importancia valorar y analizar el impacto que tendrá sobre la vialidad superior.

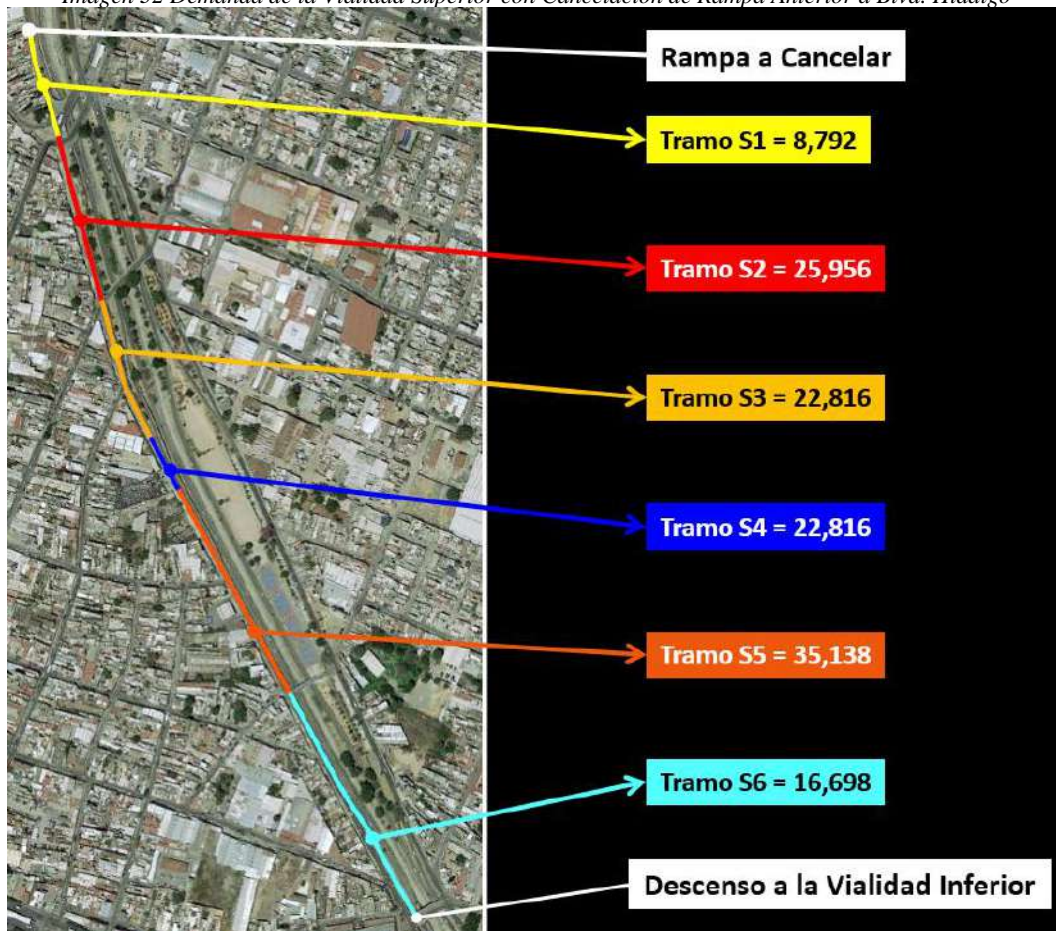
Tabla 45 Demanda Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo

|                         | Tramo S1                     | Tramo S2                     | Tramo S3                     | Tramo S4                     | Tramo S5                     | Tramo S6                     |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Coordenada de<br>Inicio | 21.133647°, -<br>101.678708° | 21.132517°, -<br>101.678384° | 21.130763°, -<br>101.677891° | 21.129336°, -<br>101.677343° | 21.128781°, -<br>101.677029° | 21.126642°, -<br>101.675773° |
| Coordenada Fin          | 21.132517°, -<br>101.678384° | 21.130763°, -<br>101.677891° | 21.129336°, -<br>101.677343° | 21.128781°, -<br>101.677029° | 21.126642°, -<br>101.675773° | 21.124271°, -<br>101.674297° |

|                                  |       |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Longitud (km)                    | 0.13  | 0.20   | 0.17   | 0.07   | 0.27   | 0.305  |
| Velocidad con congestión (km/hr) | 36.30 | 35.50  | 36.45  | 39.99  | 37.09  | 32.24  |
| Velocidad sin congestión (km/hr) | 38.73 | 41.12  | 42.51  | 44.24  | 42.20  | 35.52  |
| TDPA total*                      | 8,792 | 25,956 | 22,816 | 22,816 | 35,138 | 16,698 |
| TDPA con congestión              | 4,665 | 13,774 | 12,107 | 12,107 | 18,646 | 8,860  |
| TDPA sin congestión              | 4,127 | 12,182 | 10,709 | 10,709 | 16,493 | 7,838  |
| A %                              | 93    | 92.1   | 93.7   | 93.7   | 93.1   | 100    |
| B%                               | 5.5   | 6.4    | 4.4    | 4.4    | 5.3    | 0      |
| C%                               | 1.5   | 1.5    | 1.9    | 1.9    | 1.6    | 0      |

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de Ingeniería de Tránsito.

Imagen 32 Demanda de la Vialidad Superior con Cancelación de Rampa Anterior a Blvd. Hidalgo



Fuente: Elaboración propia.



## m) Interacción Oferta-Demanda

De acuerdo con la tasa de crecimiento estimada del 1.50%, se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda para el proyecto, se estudió su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se estima que el nivel de servicio del proyecto se mantiene adecuado durante el horizonte de proyecto.

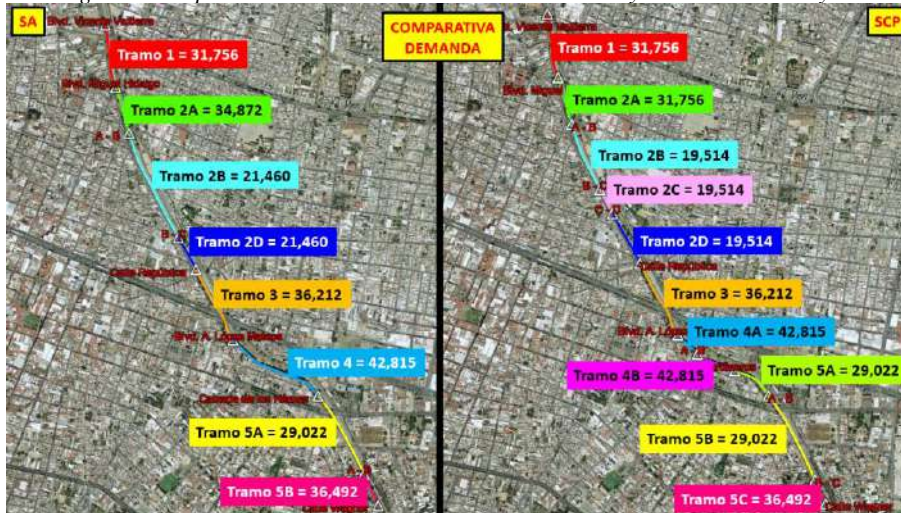
A continuación, se presentan las comparativas entre la Situación Actual y la Situación con Proyecto de acuerdo a la oferta y la demanda.

Imagen 33 Comparativa de Oferta de la Situación Actual y Situación con Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 34 Comparativa de Demanda de la Situación Actual y Situación con Proyecto.



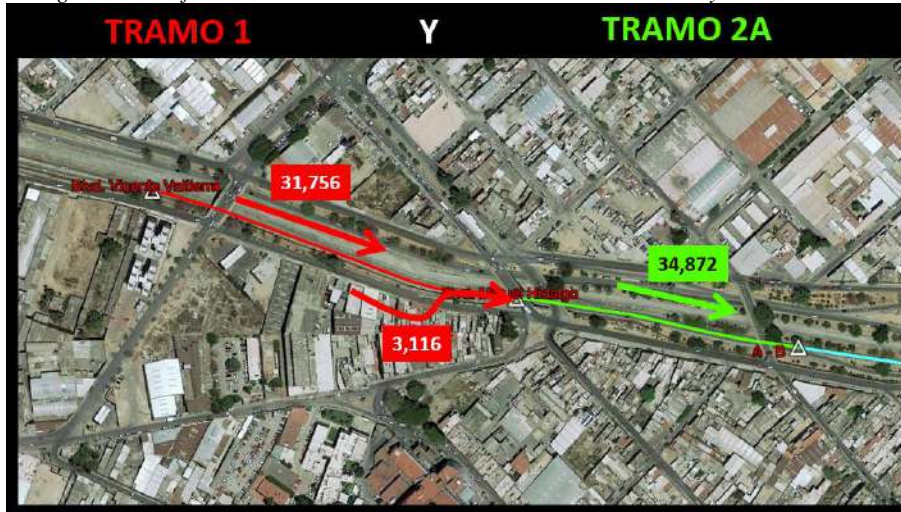
Fuente: Elaboración propia.

Ahora en lo que respecta a la operación vehicular en términos de volúmenes vehiculares o TDPA, a continuación, se muestra el recorrido por tramos en Demanda de estos volúmenes, tanto para la Situación Actual como para la Situación Con Proyecto.



Iniciamos con la Demanda de la Situación sin Proyecto.

Imagen 35 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 1 – 2A



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 36 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 2B – 2C.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 37 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 3 - 4.



Fuente: Elaboración propia.

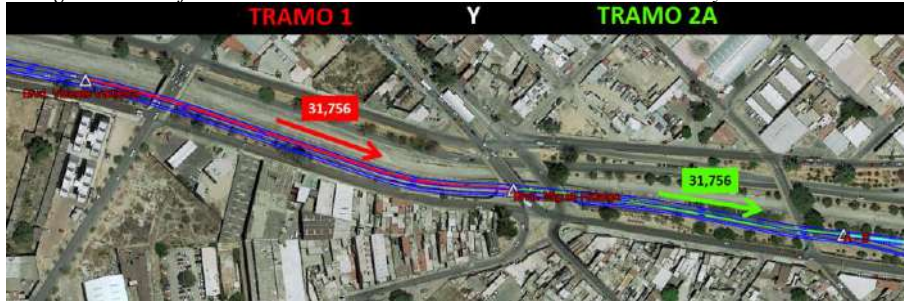
Imagen 38 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación sin Proyecto Tramo 5A – 5B.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora se muestra el recorrido por tramos en Demanda de estos volúmenes para la Situación Con Proyecto.

Imagen 39 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 1 – 2A



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 40 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 2B – 2C – 2D.



Fuente: Elaboración propia.

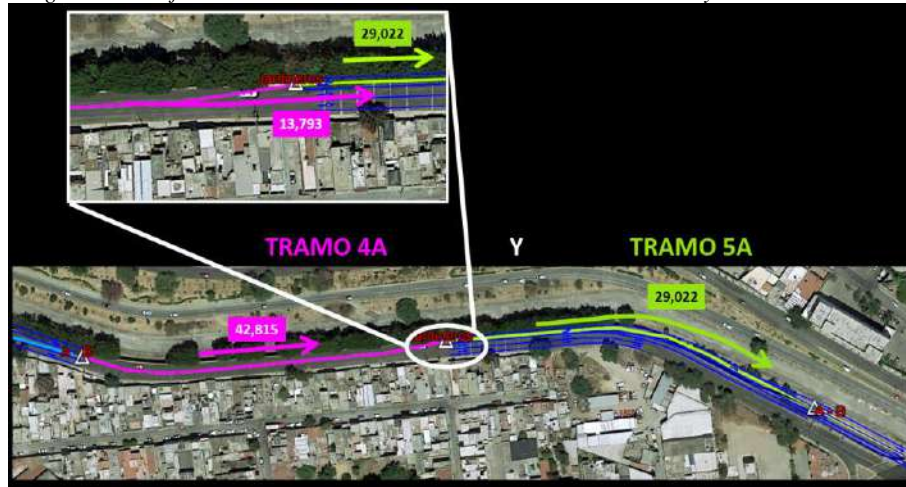


Imagen 41 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 3 – 4A.



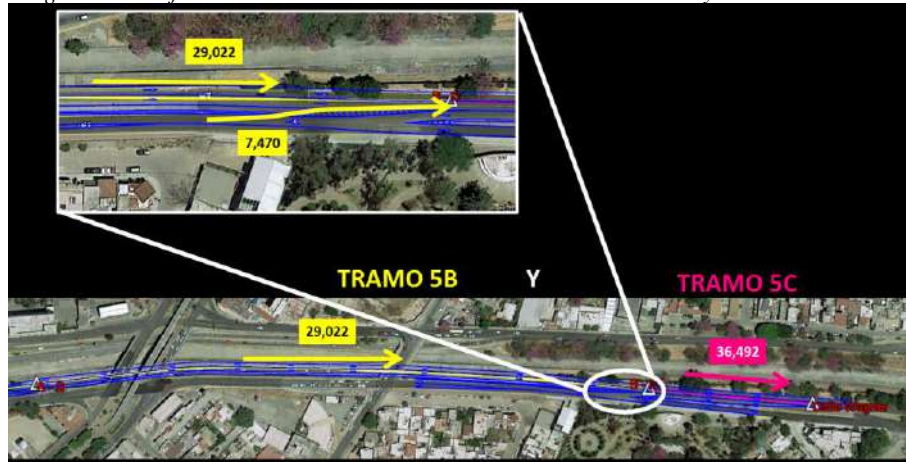
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 42 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 4A – 5A.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 43 Identificación de Demanda en TDPA de la Situación con Proyecto Tramo 5B – 5C.



Fuente: Elaboración propia.



Para el apartado de situación actual, las velocidades en el año 0 disminuyen debido a las molestias por construcción.

Tabla 46. Niveles de servicio en la situación con proyecto

| Año | Tramo 1             |                     |    |                                    |                                    | Tramo 2A            |                     |    |                                    |                                    |
|-----|---------------------|---------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|
|     | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h |
| 0   | 16,851              | 14,905              | D  | 25.95                              | 34.56                              | 16,851              | 14,905              | E  | 20.00                              | 42.44                              |
| 1   | 17,104              | 15,129              | B  | 43.91                              | 44.28                              | 17,104              | 15,129              | A  | 52.44                              | 53.07                              |
| 2   | 17,360              | 15,356              | B  | 43.28                              | 43.80                              | 17,360              | 15,356              | A  | 51.69                              | 52.49                              |
| 3   | 17,621              | 15,586              | B  | 42.64                              | 43.30                              | 17,621              | 15,586              | A  | 50.92                              | 51.90                              |
| 4   | 17,885              | 15,820              | B  | 41.98                              | 42.80                              | 17,885              | 15,820              | A  | 50.14                              | 51.29                              |
| 5   | 18,153              | 16,057              | B  | 41.31                              | 42.28                              | 18,153              | 16,057              | B  | 49.34                              | 50.68                              |
| 6   | 18,426              | 16,298              | B  | 40.63                              | 41.76                              | 18,426              | 16,298              | B  | 48.52                              | 50.05                              |
| 7   | 18,702              | 16,543              | B  | 39.93                              | 41.22                              | 18,702              | 16,543              | B  | 47.69                              | 49.40                              |
| 8   | 18,983              | 16,791              | B  | 39.22                              | 40.67                              | 18,983              | 16,791              | B  | 46.84                              | 48.75                              |
| 9   | 19,267              | 17,043              | C  | 38.49                              | 40.12                              | 19,267              | 17,043              | B  | 45.97                              | 48.08                              |
| 10  | 19,556              | 17,298              | C  | 37.75                              | 39.55                              | 19,556              | 17,298              | B  | 45.08                              | 47.40                              |
| 11  | 19,850              | 17,558              | C  | 36.99                              | 38.96                              | 19,850              | 17,558              | B  | 44.17                              | 46.70                              |
| 12  | 20,147              | 17,821              | C  | 36.21                              | 38.37                              | 20,147              | 17,821              | B  | 43.24                              | 45.99                              |
| 13  | 20,450              | 18,088              | C  | 35.42                              | 37.76                              | 20,450              | 18,088              | B  | 42.30                              | 45.26                              |
| 14  | 20,756              | 18,360              | C  | 34.60                              | 37.14                              | 20,756              | 18,360              | B  | 41.33                              | 44.52                              |
| 15  | 21,068              | 18,635              | C  | 33.77                              | 36.51                              | 21,068              | 18,635              | B  | 40.33                              | 43.76                              |
| 16  | 21,384              | 18,915              | C  | 32.93                              | 35.87                              | 21,384              | 18,915              | B  | 39.32                              | 42.99                              |
| 17  | 21,704              | 19,198              | C  | 32.06                              | 35.21                              | 21,704              | 19,198              | C  | 38.29                              | 42.20                              |
| 18  | 22,030              | 19,486              | C  | 31.17                              | 34.53                              | 22,030              | 19,486              | C  | 37.23                              | 41.39                              |
| 19  | 22,360              | 19,779              | C  | 30.26                              | 33.84                              | 22,360              | 19,779              | C  | 36.14                              | 40.56                              |
| 20  | 22,696              | 20,075              | C  | 29.33                              | 33.14                              | 22,696              | 20,075              | C  | 35.03                              | 39.72                              |
| 21  | 23,036              | 20,376              | C  | 28.38                              | 32.42                              | 23,036              | 20,376              | C  | 33.90                              | 38.86                              |
| 22  | 23,382              | 20,682              | D  | 27.41                              | 31.69                              | 23,382              | 20,682              | C  | 32.74                              | 37.98                              |
| 23  | 23,733              | 20,992              | D  | 26.42                              | 30.93                              | 23,733              | 20,992              | C  | 31.55                              | 37.08                              |
| 24  | 24,089              | 21,307              | D  | 25.40                              | 30.17                              | 24,089              | 21,307              | C  | 30.33                              | 36.15                              |
| 25  | 24,450              | 21,627              | D  | 24.35                              | 29.38                              | 24,450              | 21,627              | C  | 29.09                              | 35.21                              |
| 26  | 24,817              | 21,951              | D  | 23.29                              | 28.58                              | 24,817              | 21,951              | D  | 27.81                              | 34.25                              |
| 27  | 25,189              | 22,280              | D  | 22.19                              | 27.75                              | 25,189              | 22,280              | D  | 26.50                              | 33.26                              |
| 28  | 25,567              | 22,615              | E  | 21.07                              | 26.91                              | 25,567              | 22,615              | D  | 25.17                              | 32.26                              |
| 29  | 25,950              | 22,954              | E  | 19.92                              | 26.05                              | 25,950              | 22,954              | D  | 23.80                              | 31.23                              |
| 30  | 26,340              | 23,298              | E  | 18.75                              | 25.17                              | 26,340              | 23,298              | D  | 22.39                              | 30.17                              |
| Año | Tramo 2B            |                     |    |                                    |                                    | Tramo 2C            |                     |    |                                    |                                    |
|     | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h |
| 0   | 10,355              | 9,159               | F  | 16.00                              | 40.08                              | 10,355              | 9,159               | F  | 15.00                              | 40.00                              |
| 1   | 10,510              | 9,297               | A  | 50.07                              | 50.44                              | 10,510              | 9,297               | A  | 50.07                              | 51.44                              |
| 2   | 10,668              | 9,436               | B  | 49.79                              | 50.20                              | 10,668              | 9,436               | B  | 49.79                              | 51.20                              |
| 3   | 10,828              | 9,578               | B  | 49.50                              | 49.96                              | 10,828              | 9,578               | B  | 49.50                              | 50.95                              |
| 4   | 10,990              | 9,721               | B  | 49.20                              | 49.72                              | 10,990              | 9,721               | B  | 49.20                              | 50.70                              |
| 5   | 11,155              | 9,867               | B  | 48.90                              | 49.47                              | 11,155              | 9,867               | B  | 48.90                              | 50.45                              |
| 6   | 11,323              | 10,015              | B  | 48.59                              | 49.21                              | 11,323              | 10,015              | B  | 48.59                              | 50.19                              |
| 7   | 11,492              | 10,165              | B  | 48.28                              | 48.95                              | 11,492              | 10,165              | B  | 48.28                              | 49.92                              |
| 8   | 11,665              | 10,318              | B  | 47.96                              | 48.69                              | 11,665              | 10,318              | B  | 47.96                              | 49.65                              |
| 9   | 11,840              | 10,473              | B  | 47.64                              | 48.42                              | 11,840              | 10,473              | B  | 47.64                              | 49.38                              |
| 10  | 12,017              | 10,630              | B  | 47.31                              | 48.15                              | 12,017              | 10,630              | B  | 47.31                              | 49.10                              |
| 11  | 12,198              | 10,789              | B  | 46.97                              | 47.87                              | 12,198              | 10,789              | B  | 46.97                              | 48.82                              |
| 12  | 12,381              | 10,951              | B  | 46.63                              | 47.58                              | 12,381              | 10,951              | B  | 46.63                              | 48.53                              |
| 13  | 12,566              | 11,115              | B  | 46.28                              | 47.29                              | 12,566              | 11,115              | B  | 46.28                              | 48.23                              |
| 14  | 12,755              | 11,282              | B  | 45.93                              | 47.00                              | 12,755              | 11,282              | B  | 45.93                              | 47.93                              |
| 15  | 12,946              | 11,451              | B  | 45.57                              | 46.70                              | 12,946              | 11,451              | B  | 45.57                              | 47.63                              |

|     |                      |                     |    |                                    |                                    |                     |                     |    |                                    |                                    |
|-----|----------------------|---------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|
| 16  | 13,140               | 11,623              | B  | 45.20                              | 46.39                              | 13,140              | 11,623              | B  | 45.20                              | 47.31                              |
| 17  | 13,337               | 11,797              | B  | 44.82                              | 46.08                              | 13,337              | 11,797              | B  | 44.82                              | 47.00                              |
| 18  | 13,538               | 11,974              | B  | 44.44                              | 45.77                              | 13,538              | 11,974              | B  | 44.44                              | 46.67                              |
| 19  | 13,741               | 12,154              | B  | 44.05                              | 45.44                              | 13,741              | 12,154              | B  | 44.05                              | 46.34                              |
| 20  | 13,947               | 12,336              | B  | 43.65                              | 45.11                              | 13,947              | 12,336              | B  | 43.65                              | 46.01                              |
| 21  | 14,156               | 12,521              | B  | 43.24                              | 44.78                              | 14,156              | 12,521              | B  | 43.24                              | 45.67                              |
| 22  | 14,368               | 12,709              | B  | 42.83                              | 44.44                              | 14,368              | 12,709              | B  | 42.83                              | 45.32                              |
| 23  | 14,584               | 12,900              | B  | 42.40                              | 44.09                              | 14,584              | 12,900              | B  | 42.40                              | 44.96                              |
| 24  | 14,803               | 13,093              | B  | 41.97                              | 43.73                              | 14,803              | 13,093              | B  | 41.97                              | 44.60                              |
| 25  | 15,025               | 13,290              | B  | 41.53                              | 43.37                              | 15,025              | 13,290              | B  | 41.53                              | 44.23                              |
| 26  | 15,250               | 13,489              | B  | 41.08                              | 43.00                              | 15,250              | 13,489              | B  | 41.08                              | 43.86                              |
| 27  | 15,479               | 13,691              | B  | 40.63                              | 42.63                              | 15,479              | 13,691              | B  | 40.63                              | 43.47                              |
| 28  | 15,711               | 13,897              | B  | 40.16                              | 42.24                              | 15,711              | 13,897              | B  | 40.16                              | 43.08                              |
| 29  | 15,947               | 14,105              | B  | 39.69                              | 41.85                              | 15,947              | 14,105              | B  | 39.69                              | 42.68                              |
| 30  | 16,186               | 14,317              | B  | 39.20                              | 41.45                              | 16,186              | 14,317              | B  | 39.20                              | 42.28                              |
|     | Tramo 2D             |                     |    |                                    |                                    | Tramo 3             |                     |    |                                    |                                    |
| Año | TDPA con congestión  | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h |
| 0   | 10,355               | 9,159               | D  | 25.67                              | 33.46                              | 19,215              | 16,997              | D  | 26.89                              | 32.43                              |
| 1   | 10,510               | 9,297               | A  | 50.07                              | 51.44                              | 19,503              | 17,252              | A  | 50.53                              | 51.04                              |
| 2   | 10,668               | 9,436               | B  | 49.79                              | 51.20                              | 19,796              | 17,511              | B  | 49.27                              | 50.14                              |
| 3   | 10,828               | 9,578               | B  | 49.50                              | 50.95                              | 20,093              | 17,774              | B  | 47.98                              | 49.23                              |
| 4   | 10,990               | 9,721               | B  | 49.20                              | 50.70                              | 20,394              | 18,040              | B  | 46.67                              | 48.29                              |
| 5   | 11,155               | 9,867               | B  | 48.90                              | 50.45                              | 20,700              | 18,311              | B  | 45.32                              | 47.33                              |
| 6   | 11,323               | 10,015              | B  | 48.59                              | 50.19                              | 21,010              | 18,585              | B  | 43.94                              | 46.36                              |
| 7   | 11,492               | 10,165              | B  | 48.28                              | 49.92                              | 21,326              | 18,864              | B  | 42.53                              | 45.36                              |
| 8   | 11,665               | 10,318              | B  | 47.96                              | 49.65                              | 21,646              | 19,147              | B  | 41.09                              | 44.34                              |
| 9   | 11,840               | 10,473              | B  | 47.64                              | 49.38                              | 21,970              | 19,434              | B  | 39.61                              | 43.29                              |
| 10  | 12,017               | 10,630              | B  | 47.31                              | 49.10                              | 22,300              | 19,726              | C  | 38.10                              | 42.23                              |
| 11  | 12,198               | 10,789              | B  | 46.97                              | 48.82                              | 22,634              | 20,022              | C  | 36.55                              | 41.14                              |
| 12  | 12,381               | 10,951              | B  | 46.63                              | 48.53                              | 22,974              | 20,322              | C  | 34.97                              | 40.02                              |
| 13  | 12,566               | 11,115              | B  | 46.28                              | 48.23                              | 23,318              | 20,627              | C  | 33.35                              | 38.88                              |
| 14  | 12,755               | 11,282              | B  | 45.93                              | 47.93                              | 23,668              | 20,936              | C  | 31.68                              | 37.71                              |
| 15  | 12,946               | 11,451              | B  | 45.57                              | 47.63                              | 24,023              | 21,250              | C  | 29.98                              | 36.52                              |
| 16  | 13,140               | 11,623              | B  | 45.20                              | 47.31                              | 24,384              | 21,569              | C  | 28.24                              | 35.29                              |
| 17  | 13,337               | 11,797              | B  | 44.82                              | 47.00                              | 24,749              | 21,893              | D  | 26.45                              | 34.04                              |
| 18  | 13,538               | 11,974              | B  | 44.44                              | 46.67                              | 25,121              | 22,221              | D  | 24.61                              | 32.76                              |
| 19  | 13,741               | 12,154              | B  | 44.05                              | 46.34                              | 25,497              | 22,554              | D  | 22.73                              | 31.45                              |
| 20  | 13,947               | 12,336              | B  | 43.65                              | 46.01                              | 25,880              | 22,893              | E  | 20.81                              | 30.11                              |
| 21  | 14,156               | 12,521              | B  | 43.24                              | 45.67                              | 26,268              | 23,236              | E  | 18.83                              | 28.74                              |
| 22  | 14,368               | 12,709              | B  | 42.83                              | 45.32                              | 26,662              | 23,585              | F  | 16.80                              | 27.33                              |
| 23  | 14,584               | 12,900              | B  | 42.40                              | 44.96                              | 27,062              | 23,938              | F  | 14.72                              | 25.89                              |
| 24  | 14,803               | 13,093              | B  | 41.97                              | 44.60                              | 27,468              | 24,298              | F  | 12.58                              | 24.41                              |
| 25  | 15,025               | 13,290              | B  | 41.53                              | 44.23                              | 27,880              | 24,662              | F  | 10.39                              | 22.89                              |
| 26  | 15,250               | 13,489              | B  | 41.08                              | 43.86                              | 28,298              | 25,032              | F  | 10.24                              | 21.34                              |
| 27  | 15,479               | 13,691              | B  | 40.63                              | 43.47                              | 28,723              | 25,407              | F  | 10.24                              | 19.75                              |
| 28  | 15,711               | 13,897              | B  | 40.16                              | 43.08                              | 29,153              | 25,789              | F  | 10.24                              | 18.12                              |
| 29  | 15,947               | 14,105              | B  | 39.69                              | 42.68                              | 29,591              | 26,175              | F  | 10.24                              | 16.44                              |
| 30  | 16,186               | 14,317              | B  | 39.20                              | 42.28                              | 30,035              | 26,568              | F  | 10.24                              | 14.72                              |
|     | Tramo 4 <sup>a</sup> |                     |    |                                    |                                    | Tramo 4B            |                     |    |                                    |                                    |
| Año | TDPA con congestión  | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h |
| 0   | 22,719               | 20,096              | D  | 25.60                              | 27.38                              | 22,719              | 20,096              | C  | 32.00                              | 33.60                              |
| 1   | 23,060               | 20,397              | B  | 43.02                              | 46.96                              | 23,060              | 20,397              | B  | 43.02                              | 46.96                              |
| 2   | 23,405               | 20,703              | B  | 42.63                              | 46.60                              | 23,405              | 20,703              | B  | 42.63                              | 46.60                              |
| 3   | 23,757               | 21,014              | B  | 42.22                              | 46.24                              | 23,757              | 21,014              | B  | 42.22                              | 46.24                              |
| 4   | 24,113               | 21,329              | B  | 41.82                              | 45.87                              | 24,113              | 21,329              | B  | 41.82                              | 45.87                              |

|            |                            |                            |           |   |   |                            |                            |           |   |   |
|------------|----------------------------|----------------------------|-----------|---|---|----------------------------|----------------------------|-----------|---|---|
| 5          | 24,475                     | 21,649                     | B         | 41.40                                     | 45.50                                     | 24,475                     | 21,649                     | B         | 41.40                                     | 45.50                                     |
| 6          | 24,842                     | 21,974                     | B         | 40.99                                     | 45.12                                     | 24,842                     | 21,974                     | B         | 40.99                                     | 45.12                                     |
| 7          | 25,214                     | 22,303                     | B         | 40.56                                     | 44.74                                     | 25,214                     | 22,303                     | B         | 40.56                                     | 44.74                                     |
| 8          | 25,592                     | 22,638                     | B         | 40.13                                     | 44.35                                     | 25,592                     | 22,638                     | B         | 40.13                                     | 44.35                                     |
| 9          | 25,976                     | 22,978                     | B         | 39.69                                     | 43.96                                     | 25,976                     | 22,978                     | B         | 39.69                                     | 43.96                                     |
| 10         | 26,366                     | 23,322                     | B         | 39.25                                     | 43.55                                     | 26,366                     | 23,322                     | B         | 39.25                                     | 43.55                                     |
| 11         | 26,762                     | 23,672                     | C         | 38.80                                     | 43.15                                     | 26,762                     | 23,672                     | C         | 38.80                                     | 43.15                                     |
| 12         | 27,163                     | 24,027                     | C         | 38.34                                     | 42.73                                     | 27,163                     | 24,027                     | C         | 38.34                                     | 42.73                                     |
| 13         | 27,570                     | 24,388                     | C         | 37.87                                     | 42.31                                     | 27,570                     | 24,388                     | C         | 37.87                                     | 42.31                                     |
| 14         | 27,984                     | 24,753                     | C         | 37.40                                     | 41.89                                     | 27,984                     | 24,753                     | C         | 37.40                                     | 41.89                                     |
| 15         | 28,404                     | 25,125                     | C         | 36.92                                     | 41.46                                     | 28,404                     | 25,125                     | C         | 36.92                                     | 41.46                                     |
| 16         | 28,830                     | 25,502                     | C         | 36.44                                     | 41.02                                     | 28,830                     | 25,502                     | C         | 36.44                                     | 41.02                                     |
| 17         | 29,262                     | 25,884                     | C         | 35.95                                     | 40.57                                     | 29,262                     | 25,884                     | C         | 35.95                                     | 40.57                                     |
| 18         | 29,701                     | 26,272                     | C         | 35.45                                     | 40.12                                     | 29,701                     | 26,272                     | C         | 35.45                                     | 40.12                                     |
| 19         | 30,147                     | 26,666                     | C         | 34.94                                     | 39.66                                     | 30,147                     | 26,666                     | C         | 34.94                                     | 39.66                                     |
| 20         | 30,599                     | 27,066                     | C         | 34.42                                     | 39.20                                     | 30,599                     | 27,066                     | C         | 34.42                                     | 39.20                                     |
| 21         | 31,058                     | 27,472                     | C         | 33.90                                     | 38.73                                     | 31,058                     | 27,472                     | C         | 33.90                                     | 38.73                                     |
| 22         | 31,524                     | 27,884                     | C         | 33.37                                     | 38.25                                     | 31,524                     | 27,884                     | C         | 33.37                                     | 38.25                                     |
| 23         | 31,997                     | 28,303                     | C         | 32.83                                     | 37.76                                     | 31,997                     | 28,303                     | C         | 32.83                                     | 37.76                                     |
| 24         | 32,477                     | 28,727                     | C         | 32.29                                     | 37.27                                     | 32,477                     | 28,727                     | C         | 32.29                                     | 37.27                                     |
| 25         | 32,964                     | 29,158                     | C         | 31.73                                     | 36.77                                     | 32,964                     | 29,158                     | C         | 31.73                                     | 36.77                                     |
| 26         | 33,458                     | 29,596                     | C         | 31.17                                     | 36.26                                     | 33,458                     | 29,596                     | C         | 31.17                                     | 36.26                                     |
| 27         | 33,960                     | 30,039                     | C         | 30.60                                     | 35.75                                     | 33,960                     | 30,039                     | C         | 30.60                                     | 35.75                                     |
| 28         | 34,469                     | 30,490                     | C         | 30.02                                     | 35.22                                     | 34,469                     | 30,490                     | C         | 30.02                                     | 35.22                                     |
| 29         | 34,986                     | 30,947                     | C         | 29.43                                     | 34.69                                     | 34,986                     | 30,947                     | C         | 29.43                                     | 34.69                                     |
| 30         | 35,511                     | 31,412                     | C         | 28.83                                     | 34.15                                     | 35,511                     | 31,412                     | C         | 28.83                                     | 34.15                                     |
|            | Tramo 4C                   |                            |           |   |   | Tramo 4D                   |                            |           |   |   |
| <b>Año</b> | <b>TDPA con congestión</b> | <b>TDPA sin congestión</b> | <b>NS</b> | <b>Velocidad con congestión Auto km/h</b> | <b>Velocidad sin congestión Auto km/h</b> | <b>TDPA con congestión</b> | <b>TDPA sin congestión</b> | <b>NS</b> | <b>Velocidad con congestión Auto km/h</b> | <b>Velocidad sin congestión Auto km/h</b> |
| 0          | 7,319                      | 6,474                      | C         | 29.04                                     | 30.98                                     | 7,319                      | 6,474                      | C         | 28.40                                     | 32.90                                     |
| 1          | 7,429                      | 6,571                      | B         | 44.37                                     | 47.99                                     | 7,429                      | 6,571                      | B         | 43.49                                     | 47.45                                     |
| 2          | 7,540                      | 6,669                      | B         | 44.20                                     | 47.84                                     | 7,540                      | 6,669                      | B         | 43.33                                     | 47.30                                     |
| 3          | 7,653                      | 6,769                      | B         | 44.03                                     | 47.68                                     | 7,653                      | 6,769                      | B         | 43.16                                     | 47.15                                     |
| 4          | 7,768                      | 6,871                      | B         | 43.86                                     | 47.53                                     | 7,768                      | 6,871                      | B         | 42.99                                     | 46.99                                     |
| 5          | 7,885                      | 6,974                      | B         | 43.68                                     | 47.37                                     | 7,885                      | 6,974                      | B         | 42.82                                     | 46.84                                     |
| 6          | 8,003                      | 7,079                      | B         | 43.50                                     | 47.20                                     | 8,003                      | 7,079                      | B         | 42.64                                     | 46.67                                     |
| 7          | 8,123                      | 7,185                      | B         | 43.32                                     | 47.04                                     | 8,123                      | 7,185                      | B         | 42.47                                     | 46.51                                     |
| 8          | 8,245                      | 7,293                      | B         | 43.14                                     | 46.87                                     | 8,245                      | 7,293                      | B         | 42.29                                     | 46.34                                     |
| 9          | 8,369                      | 7,402                      | B         | 42.95                                     | 46.70                                     | 8,369                      | 7,402                      | B         | 42.10                                     | 46.18                                     |
| 10         | 8,494                      | 7,513                      | B         | 42.76                                     | 46.52                                     | 8,494                      | 7,513                      | B         | 41.91                                     | 46.00                                     |
| 11         | 8,622                      | 7,626                      | B         | 42.56                                     | 46.35                                     | 8,622                      | 7,626                      | B         | 41.72                                     | 45.83                                     |
| 12         | 8,751                      | 7,740                      | B         | 42.37                                     | 46.17                                     | 8,751                      | 7,740                      | B         | 41.53                                     | 45.65                                     |
| 13         | 8,882                      | 7,856                      | B         | 42.16                                     | 45.98                                     | 8,882                      | 7,856                      | B         | 41.33                                     | 45.47                                     |
| 14         | 9,015                      | 7,974                      | B         | 41.96                                     | 45.80                                     | 9,015                      | 7,974                      | B         | 41.13                                     | 45.28                                     |
| 15         | 9,151                      | 8,094                      | B         | 41.75                                     | 45.61                                     | 9,151                      | 8,094                      | B         | 40.92                                     | 45.09                                     |
| 16         | 9,288                      | 8,215                      | B         | 41.54                                     | 45.41                                     | 9,288                      | 8,215                      | B         | 40.72                                     | 44.90                                     |
| 17         | 9,427                      | 8,338                      | B         | 41.32                                     | 45.22                                     | 9,427                      | 8,338                      | B         | 40.50                                     | 44.71                                     |
| 18         | 9,569                      | 8,463                      | B         | 41.10                                     | 45.02                                     | 9,569                      | 8,463                      | B         | 40.29                                     | 44.51                                     |
| 19         | 9,712                      | 8,590                      | B         | 40.87                                     | 44.81                                     | 9,712                      | 8,590                      | B         | 40.07                                     | 44.31                                     |
| 20         | 9,858                      | 8,719                      | B         | 40.64                                     | 44.60                                     | 9,858                      | 8,719                      | B         | 39.84                                     | 44.10                                     |
| 21         | 10,006                     | 8,850                      | B         | 40.41                                     | 44.39                                     | 10,006                     | 8,850                      | B         | 39.61                                     | 43.89                                     |
| 22         | 10,156                     | 8,983                      | B         | 40.17                                     | 44.18                                     | 10,156                     | 8,983                      | B         | 39.38                                     | 43.68                                     |
| 23         | 10,308                     | 9,117                      | B         | 39.93                                     | 43.96                                     | 10,308                     | 9,117                      | B         | 39.14                                     | 43.46                                     |
| 24         | 10,463                     | 9,254                      | B         | 39.69                                     | 43.74                                     | 10,463                     | 9,254                      | C         | 38.90                                     | 43.24                                     |
| 25         | 10,620                     | 9,393                      | B         | 39.44                                     | 43.51                                     | 10,620                     | 9,393                      | C         | 38.66                                     | 43.02                                     |
| 26         | 10,779                     | 9,534                      | B         | 39.18                                     | 43.28                                     | 10,779                     | 9,534                      | C         | 38.41                                     | 42.79                                     |
| 27         | 10,941                     | 9,677                      | C         | 38.92                                     | 43.04                                     | 10,941                     | 9,677                      | C         | 38.15                                     | 42.56                                     |
| 28         | 11,105                     | 9,822                      | C         | 38.65                                     | 42.80                                     | 11,105                     | 9,822                      | C         | 37.89                                     | 42.32                                     |
| 29         | 11,271                     | 9,969                      | C         | 38.38                                     | 42.56                                     | 11,271                     | 9,969                      | C         | 37.63                                     | 42.08                                     |

| 30  | 11,440              | 10,119              | C  | 38.11                              | 42.31                              | 11,440              | 10,119              | C  | 37.36                              | 41.83                              |
|-----|---------------------|---------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|----|------------------------------------|------------------------------------|
| Año | Tramo 5ª            |                     |    |                                    |                                    | Tramo 5B            |                     |    |                                    |                                    |
|     | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h |
| 0   | 15,400              | 13,622              | C  | 29.16                              | 34.01                              | 15,400              | 13,622              | C  | 31.99                              | 35.39                              |
| 1   | 15,631              | 13,827              | B  | 49.77                              | 50.42                              | 15,631              | 13,827              | A  | 52.00                              | 52.12                              |
| 2   | 15,865              | 14,034              | B  | 49.09                              | 49.89                              | 15,865              | 14,034              | A  | 51.39                              | 51.64                              |
| 3   | 16,103              | 14,245              | B  | 48.40                              | 49.35                              | 16,103              | 14,245              | A  | 50.77                              | 51.16                              |
| 4   | 16,345              | 14,458              | B  | 47.69                              | 48.80                              | 16,345              | 14,458              | A  | 50.13                              | 50.66                              |
| 5   | 16,590              | 14,675              | B  | 46.96                              | 48.24                              | 16,590              | 14,675              | B  | 49.49                              | 50.15                              |
| 6   | 16,839              | 14,895              | B  | 46.23                              | 47.67                              | 16,839              | 14,895              | B  | 48.83                              | 49.64                              |
| 7   | 17,091              | 15,119              | B  | 45.47                              | 47.08                              | 17,091              | 15,119              | B  | 48.15                              | 49.11                              |
| 8   | 17,348              | 15,345              | B  | 44.70                              | 46.48                              | 17,348              | 15,345              | B  | 47.46                              | 48.57                              |
| 9   | 17,608              | 15,576              | B  | 43.92                              | 45.87                              | 17,608              | 15,576              | B  | 46.76                              | 48.03                              |
| 10  | 17,872              | 15,809              | B  | 43.11                              | 45.25                              | 17,872              | 15,809              | B  | 46.04                              | 47.47                              |
| 11  | 18,140              | 16,046              | B  | 42.29                              | 44.62                              | 18,140              | 16,046              | B  | 45.31                              | 46.90                              |
| 12  | 18,412              | 16,287              | B  | 41.45                              | 43.97                              | 18,412              | 16,287              | B  | 44.56                              | 46.32                              |
| 13  | 18,688              | 16,531              | B  | 40.60                              | 43.31                              | 18,688              | 16,531              | B  | 43.80                              | 45.72                              |
| 14  | 18,969              | 16,779              | B  | 39.72                              | 42.63                              | 18,969              | 16,779              | B  | 43.02                              | 45.12                              |
| 15  | 19,253              | 17,031              | C  | 38.83                              | 41.95                              | 19,253              | 17,031              | B  | 42.22                              | 44.50                              |
| 16  | 19,542              | 17,287              | C  | 37.91                              | 41.24                              | 19,542              | 17,287              | B  | 41.41                              | 43.87                              |
| 17  | 19,835              | 17,546              | C  | 36.97                              | 40.52                              | 19,835              | 17,546              | B  | 40.57                              | 43.22                              |
| 18  | 20,132              | 17,809              | C  | 36.02                              | 39.79                              | 20,132              | 17,809              | B  | 39.72                              | 42.57                              |
| 19  | 20,434              | 18,076              | C  | 35.04                              | 39.04                              | 20,434              | 18,076              | C  | 38.85                              | 41.89                              |
| 20  | 20,741              | 18,347              | C  | 34.04                              | 38.27                              | 20,741              | 18,347              | C  | 37.96                              | 41.21                              |
| 21  | 21,052              | 18,622              | C  | 33.01                              | 37.49                              | 21,052              | 18,622              | C  | 37.06                              | 40.51                              |
| 22  | 21,368              | 18,902              | C  | 31.97                              | 36.69                              | 21,368              | 18,902              | C  | 36.13                              | 39.79                              |
| 23  | 21,688              | 19,185              | C  | 30.90                              | 35.87                              | 21,688              | 19,185              | C  | 35.18                              | 39.06                              |
| 24  | 22,014              | 19,473              | C  | 29.80                              | 35.03                              | 22,014              | 19,473              | C  | 34.21                              | 38.32                              |
| 25  | 22,344              | 19,765              | C  | 28.68                              | 34.18                              | 22,344              | 19,765              | C  | 33.21                              | 37.55                              |
| 26  | 22,679              | 20,062              | D  | 27.53                              | 33.30                              | 22,679              | 20,062              | C  | 32.20                              | 36.77                              |
| 27  | 23,019              | 20,363              | D  | 26.35                              | 32.41                              | 23,019              | 20,363              | C  | 31.16                              | 35.98                              |
| 28  | 23,365              | 20,668              | D  | 25.14                              | 31.49                              | 23,365              | 20,668              | C  | 30.09                              | 35.16                              |
| 29  | 23,715              | 20,978              | D  | 23.91                              | 30.56                              | 23,715              | 20,978              | C  | 29.00                              | 34.33                              |
| 30  | 24,071              | 21,293              | D  | 22.64                              | 29.60                              | 24,071              | 21,293              | D  | 27.89                              | 33.48                              |
| Año | Tramo 5C            |                     |    |                                    |                                    |                     |                     |    |                                    |                                    |
|     | TDPA con congestión | TDPA sin congestión | NS | Velocidad con congestión Auto km/h | Velocidad sin congestión Auto km/h |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 0   | 19,363              | 17,129              | C  | 29.67                              | 33.76                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 1   | 19,654              | 17,386              | B  | 50.00                              | 51.00                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 2   | 19,948              | 17,647              | B  | 49.66                              | 50.71                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 3   | 20,248              | 17,912              | B  | 49.31                              | 50.41                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 4   | 20,551              | 18,180              | B  | 48.96                              | 50.11                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 5   | 20,860              | 18,453              | B  | 48.60                              | 49.80                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 6   | 21,173              | 18,730              | B  | 48.24                              | 49.49                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 7   | 21,490              | 19,011              | B  | 47.87                              | 49.17                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 8   | 21,812              | 19,296              | B  | 47.50                              | 48.85                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 9   | 22,140              | 19,585              | B  | 47.12                              | 48.53                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 10  | 22,472              | 19,879              | B  | 46.74                              | 48.20                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 11  | 22,809              | 20,177              | B  | 46.35                              | 47.86                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 12  | 23,151              | 20,480              | B  | 45.95                              | 47.52                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 13  | 23,498              | 20,787              | B  | 45.55                              | 47.18                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 14  | 23,851              | 21,099              | B  | 45.14                              | 46.83                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 15  | 24,208              | 21,415              | B  | 44.73                              | 46.47                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 16  | 24,572              | 21,737              | B  | 44.31                              | 46.11                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 17  | 24,940              | 22,063              | B  | 43.88                              | 45.75                              |                     |                     |    |                                    |                                    |
| 18  | 25,314              | 22,394              | B  | 43.45                              | 45.38                              |                     |                     |    |                                    |                                    |

|    |        |        |   |       |       |
|----|--------|--------|---|-------|-------|
| 19 | 25,694 | 22,730 | B | 43.01 | 45.00 |
| 20 | 26,079 | 23,070 | B | 42.56 | 44.62 |
| 21 | 26,471 | 23,417 | B | 42.11 | 44.23 |
| 22 | 26,868 | 23,768 | B | 41.65 | 43.84 |
| 23 | 27,271 | 24,124 | B | 41.18 | 43.44 |
| 24 | 27,680 | 24,486 | B | 40.71 | 43.03 |
| 25 | 28,095 | 24,853 | B | 40.23 | 42.62 |
| 26 | 28,516 | 25,226 | B | 39.74 | 42.20 |
| 27 | 28,944 | 25,605 | B | 39.25 | 41.78 |
| 28 | 29,378 | 25,989 | C | 38.75 | 41.35 |
| 29 | 29,819 | 26,379 | C | 38.24 | 40.91 |
| 30 | 30,266 | 26,774 | C | 37.72 | 40.46 |

Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.

Tabla 47. CGV de la situación con proyecto (miles de pesos)

| Año | Tramo 1  |                                 |           | Tramo 2 <sup>a</sup> |                                 |           | Tramo 2B |                                 |           |
|-----|----------|---------------------------------|-----------|----------------------|---------------------------------|-----------|----------|---------------------------------|-----------|
|     | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total | COV                  | Costos por tiempos de recorrido | CGV total | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total |
| 0   | 29,719   | 14,823                          | 44,542    | 23,379               | 12,405                          | 35,785    | 21,924   | 13,104                          | 35,028    |
| 1   | 25,686   | 10,030                          | 35,716    | 18,386               | 6,352                           | 24,738    | 16,647   | 5,899                           | 22,546    |
| 2   | 26,198   | 10,312                          | 36,509    | 18,730               | 6,530                           | 25,260    | 16,923   | 6,019                           | 22,942    |
| 3   | 26,726   | 10,606                          | 37,332    | 19,084               | 6,717                           | 25,801    | 17,204   | 6,142                           | 23,347    |
| 4   | 27,272   | 10,914                          | 38,186    | 19,450               | 6,912                           | 26,362    | 17,492   | 6,269                           | 23,760    |
| 5   | 27,837   | 11,236                          | 39,074    | 19,828               | 7,116                           | 26,944    | 17,784   | 6,399                           | 24,183    |
| 6   | 28,422   | 11,574                          | 39,997    | 20,219               | 7,330                           | 27,550    | 18,083   | 6,532                           | 24,616    |
| 7   | 29,028   | 11,929                          | 40,957    | 20,625               | 7,555                           | 28,180    | 18,389   | 6,669                           | 25,058    |
| 8   | 29,657   | 12,302                          | 41,959    | 21,045               | 7,791                           | 28,836    | 18,700   | 6,810                           | 25,510    |
| 9   | 30,310   | 12,694                          | 43,004    | 21,482               | 8,039                           | 29,521    | 19,018   | 6,956                           | 25,974    |
| 10  | 30,989   | 13,107                          | 44,095    | 21,937               | 8,301                           | 30,237    | 19,343   | 7,105                           | 26,448    |
| 11  | 31,695   | 13,543                          | 45,237    | 22,410               | 8,577                           | 30,986    | 19,675   | 7,259                           | 26,934    |
| 12  | 32,430   | 14,003                          | 46,433    | 22,903               | 8,869                           | 31,771    | 20,014   | 7,417                           | 27,431    |
| 13  | 33,197   | 14,491                          | 47,687    | 23,418               | 9,177                           | 32,595    | 20,361   | 7,580                           | 27,941    |
| 14  | 33,997   | 15,008                          | 49,005    | 23,957               | 9,505                           | 33,462    | 20,715   | 7,748                           | 28,463    |
| 15  | 34,833   | 15,557                          | 50,390    | 24,521               | 9,853                           | 34,374    | 21,078   | 7,921                           | 28,999    |
| 16  | 35,708   | 16,142                          | 51,851    | 25,113               | 10,224                          | 35,337    | 21,449   | 8,100                           | 29,548    |
| 17  | 36,625   | 16,767                          | 53,392    | 25,735               | 10,619                          | 36,354    | 21,829   | 8,284                           | 30,112    |
| 18  | 37,586   | 17,435                          | 55,021    | 26,390               | 11,042                          | 37,432    | 22,217   | 8,474                           | 30,691    |
| 19  | 38,596   | 18,152                          | 56,747    | 27,081               | 11,496                          | 38,577    | 22,615   | 8,670                           | 31,286    |
| 20  | 39,657   | 18,922                          | 58,579    | 27,810               | 11,985                          | 39,794    | 23,023   | 8,873                           | 31,896    |
| 21  | 40,775   | 19,754                          | 60,529    | 28,582               | 12,511                          | 41,093    | 23,440   | 9,083                           | 32,524    |
| 22  | 41,953   | 20,654                          | 62,607    | 29,400               | 13,082                          | 42,481    | 23,869   | 9,300                           | 33,169    |
| 23  | 43,197   | 21,632                          | 64,829    | 30,268               | 13,701                          | 43,970    | 24,308   | 9,525                           | 33,833    |
| 24  | 44,513   | 22,699                          | 67,211    | 31,193               | 14,377                          | 45,570    | 24,759   | 9,757                           | 34,516    |
| 25  | 45,905   | 23,868                          | 69,773    | 32,178               | 15,118                          | 47,295    | 25,221   | 9,998                           | 35,220    |
| 26  | 47,381   | 25,155                          | 72,536    | 33,230               | 15,933                          | 49,163    | 25,696   | 10,248                          | 35,944    |
| 27  | 48,948   | 26,580                          | 75,528    | 34,355               | 16,836                          | 51,191    | 26,184   | 10,507                          | 36,692    |
| 28  | 50,614   | 28,169                          | 78,783    | 35,561               | 17,843                          | 53,403    | 26,686   | 10,776                          | 37,462    |
| 29  | 52,388   | 29,951                          | 82,339    | 36,856               | 18,972                          | 55,828    | 27,202   | 11,056                          | 38,258    |
| 30  | 54,279   | 31,967                          | 86,246    | 38,249               | 20,249                          | 58,498    | 27,733   | 11,347                          | 39,079    |
| Año | Tramo 2C |                                 |           | Tramo 2D             |                                 |           | Tramo 3  |                                 |           |
|     | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total | COV                  | Costos por tiempos de recorrido | CGV total | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total |
| 0   | 8,642    | 5,350                           | 13,992    | 16,190               | 8,162                           | 24,353    | 43,176   | 21,368                          | 64,544    |
| 1   | 6,383    | 2,273                           | 8,656     | 13,222               | 4,709                           | 17,931    | 35,224   | 12,489                          | 47,713    |
| 2   | 6,489    | 2,319                           | 8,808     | 13,441               | 4,805                           | 18,246    | 35,949   | 12,955                          | 48,904    |

|            |                 |  |                  |                 |  |                  |                 |  |                  |
|------------|-----------------|--|------------------|-----------------|--|------------------|-----------------|--|------------------|
| 3          | 6,597           | 2,367                                  | 8,964            | 13,665          | 4,903                                  | 18,568           | 36,704          | 13,452                                 | 50,156           |
| 4          | 6,707           | 2,416                                  | 9,122            | 13,892          | 5,004                                  | 18,896           | 37,492          | 13,983                                 | 51,475           |
| 5          | 6,819           | 2,466                                  | 9,285            | 14,125          | 5,108                                  | 19,233           | 38,317          | 14,552                                 | 52,869           |
| 6          | 6,934           | 2,517                                  | 9,451            | 14,362          | 5,214                                  | 19,577           | 39,180          | 15,164                                 | 54,344           |
| 7          | 7,051           | 2,570                                  | 9,621            | 14,605          | 5,324                                  | 19,929           | 40,087          | 15,824                                 | 55,911           |
| 8          | 7,170           | 2,625                                  | 9,794            | 14,852          | 5,436                                  | 20,289           | 41,040          | 16,537                                 | 57,577           |
| 9          | 7,292           | 2,680                                  | 9,972            | 15,105          | 5,552                                  | 20,657           | 42,045          | 17,311                                 | 59,356           |
| 10         | 7,416           | 2,738                                  | 10,154           | 15,363          | 5,672                                  | 21,034           | 43,106          | 18,155                                 | 61,261           |
| 11         | 7,544           | 2,797                                  | 10,341           | 15,626          | 5,794                                  | 21,420           | 44,229          | 19,078                                 | 63,307           |
| 12         | 7,674           | 2,858                                  | 10,532           | 15,895          | 5,921                                  | 21,816           | 45,420          | 20,093                                 | 65,513           |
| 13         | 7,807           | 2,921                                  | 10,728           | 16,171          | 6,051                                  | 22,222           | 46,685          | 21,215                                 | 67,900           |
| 14         | 7,942           | 2,986                                  | 10,928           | 16,452          | 6,185                                  | 22,637           | 48,033          | 22,463                                 | 70,496           |
| 15         | 8,081           | 3,053                                  | 11,134           | 16,740          | 6,323                                  | 23,064           | 49,471          | 23,861                                 | 73,332           |
| 16         | 8,224           | 3,121                                  | 11,345           | 17,035          | 6,466                                  | 23,501           | 51,010          | 25,439                                 | 76,449           |
| 17         | 8,369           | 3,193                                  | 11,562           | 17,336          | 6,613                                  | 23,949           | 52,660          | 27,236                                 | 79,896           |
| 18         | 8,518           | 3,266                                  | 11,784           | 17,645          | 6,765                                  | 24,410           | 54,432          | 29,305                                 | 83,737           |
| 19         | 8,671           | 3,342                                  | 12,012           | 17,961          | 6,922                                  | 24,883           | 56,340          | 31,717                                 | 88,058           |
| 20         | 8,827           | 3,420                                  | 12,247           | 18,285          | 7,084                                  | 25,369           | 58,400          | 34,572                                 | 92,972           |
| 21         | 8,987           | 3,501                                  | 12,488           | 18,617          | 7,252                                  | 25,868           | 60,627          | 38,015                                 | 98,641           |
| 22         | 9,152           | 3,584                                  | 12,736           | 18,957          | 7,425                                  | 26,382           | 63,040          | 42,264                                 | 105,304          |
| 23         | 9,320           | 3,671                                  | 12,991           | 19,306          | 7,604                                  | 26,910           | 65,660          | 47,669                                 | 113,330          |
| 24         | 9,493           | 3,761                                  | 13,254           | 19,664          | 7,790                                  | 27,454           | 68,512          | 54,832                                 | 123,344          |
| 25         | 9,670           | 3,854                                  | 13,524           | 20,031          | 7,982                                  | 28,014           | 71,620          | 64,879                                 | 136,499          |
| 26         | 9,853           | 3,950                                  | 13,802           | 20,409          | 8,182                                  | 28,591           | 75,016          | 67,892                                 | 142,908          |
| 27         | 10,040          | 4,050                                  | 14,090           | 20,797          | 8,389                                  | 29,186           | 78,732          | 70,566                                 | 149,298          |
| 28         | 10,232          | 4,154                                  | 14,386           | 21,195          | 8,604                                  | 29,799           | 82,806          | 73,654                                 | 156,460          |
| 29         | 10,430          | 4,261                                  | 14,692           | 21,605          | 8,827                                  | 30,433           | 86,459          | 77,296                                 | 163,755          |
| 30         | 10,634          | 4,373                                  | 15,007           | 22,027          | 9,059                                  | 31,087           | 88,767          | 81,707                                 | 170,474          |
|            | <b>Tramo 4A</b> |  |                  | <b>Tramo 4B</b> |  |                  | <b>Tramo 4C</b> |  |                  |
| <b>Año</b> | <b>COV</b>      | <b>Costos por tiempos de recorrido</b> | <b>CGV total</b> | <b>COV</b>      | <b>Costos por tiempos de recorrido</b> | <b>CGV total</b> | <b>COV</b>      | <b>Costos por tiempos de recorrido</b> | <b>CGV total</b> |
| 0          | 20,034          | 10,298                                 | 30,332           | 27,582          | 12,499                                 | 40,081           | 4,976           | 2,367                                  | 7,343            |
| 1          | 16,519          | 6,225                                  | 22,744           | 25,078          | 9,337                                  | 34,415           | 4,253           | 1,576                                  | 5,829            |
| 2          | 16,814          | 6,371                                  | 23,185           | 25,524          | 9,557                                  | 35,080           | 4,322           | 1,605                                  | 5,927            |
| 3          | 17,115          | 6,522                                  | 23,637           | 25,980          | 9,783                                  | 35,763           | 4,391           | 1,635                                  | 6,026            |
| 4          | 17,423          | 6,678                                  | 24,101           | 26,447          | 10,016                                 | 36,464           | 4,462           | 1,665                                  | 6,128            |
| 5          | 17,739          | 6,839                                  | 24,578           | 26,926          | 10,258                                 | 37,184           | 4,535           | 1,696                                  | 6,231            |
| 6          | 18,063          | 7,005                                  | 25,068           | 27,416          | 10,508                                 | 37,923           | 4,608           | 1,728                                  | 6,336            |
| 7          | 18,395          | 7,177                                  | 25,572           | 27,918          | 10,766                                 | 38,684           | 4,683           | 1,761                                  | 6,444            |
| 8          | 18,734          | 7,355                                  | 26,090           | 28,433          | 11,033                                 | 39,466           | 4,759           | 1,794                                  | 6,554            |
| 9          | 19,083          | 7,539                                  | 26,623           | 28,961          | 11,309                                 | 40,270           | 4,837           | 1,828                                  | 6,665            |
| 10         | 19,441          | 7,730                                  | 27,171           | 29,502          | 11,596                                 | 41,098           | 4,916           | 1,863                                  | 6,780            |
| 11         | 19,808          | 7,928                                  | 27,736           | 30,058          | 11,892                                 | 41,950           | 4,997           | 1,899                                  | 6,896            |
| 12         | 20,184          | 8,133                                  | 28,318           | 30,628          | 12,200                                 | 42,828           | 5,079           | 1,936                                  | 7,015            |
| 13         | 20,571          | 8,346                                  | 28,917           | 31,214          | 12,519                                 | 43,733           | 5,163           | 1,973                                  | 7,136            |
| 14         | 20,969          | 8,567                                  | 29,536           | 31,815          | 12,851                                 | 44,666           | 5,248           | 2,012                                  | 7,260            |
| 15         | 21,377          | 8,796                                  | 30,174           | 32,434          | 13,195                                 | 45,628           | 5,335           | 2,051                                  | 7,386            |
| 16         | 21,797          | 9,035                                  | 30,832           | 33,069          | 13,552                                 | 46,621           | 5,424           | 2,092                                  | 7,515            |
| 17         | 22,229          | 9,283                                  | 31,512           | 33,723          | 13,924                                 | 47,647           | 5,514           | 2,133                                  | 7,647            |
| 18         | 22,674          | 9,541                                  | 32,215           | 34,395          | 14,311                                 | 48,706           | 5,606           | 2,176                                  | 7,782            |
| 19         | 23,131          | 9,810                                  | 32,941           | 35,087          | 14,715                                 | 49,802           | 5,700           | 2,219                                  | 7,919            |
| 20         | 23,603          | 10,090                                 | 33,693           | 35,800          | 15,135                                 | 50,935           | 5,796           | 2,264                                  | 8,060            |
| 21         | 24,088          | 10,382                                 | 34,470           | 36,534          | 15,573                                 | 52,107           | 5,894           | 2,310                                  | 8,203            |
| 22         | 24,589          | 10,687                                 | 35,276           | 37,291          | 16,031                                 | 53,322           | 5,993           | 2,357                                  | 8,350            |
| 23         | 25,105          | 11,006                                 | 36,111           | 38,072          | 16,509                                 | 54,581           | 6,095           | 2,405                                  | 8,500            |
| 24         | 25,638          | 11,339                                 | 36,977           | 38,877          | 17,009                                 | 55,886           | 6,199           | 2,455                                  | 8,654            |
| 25         | 26,188          | 11,688                                 | 37,876           | 39,708          | 17,532                                 | 57,240           | 6,305           | 2,506                                  | 8,811            |
| 26         | 26,756          | 12,054                                 | 38,809           | 40,566          | 18,081                                 | 58,647           | 6,413           | 2,559                                  | 8,972            |



|     |          |                                 |           |          |                                 |           |          |                                 |           |
|-----|----------|---------------------------------|-----------|----------|---------------------------------|-----------|----------|---------------------------------|-----------|
| 27  | 27,343   | 12,437                          | 39,780    | 41,453   | 18,656                          | 60,109    | 6,524    | 2,613                           | 9,136     |
| 28  | 27,949   | 12,840                          | 40,789    | 42,370   | 19,260                          | 61,630    | 6,636    | 2,668                           | 9,305     |
| 29  | 28,577   | 13,263                          | 41,840    | 43,318   | 19,894                          | 63,213    | 6,752    | 2,725                           | 9,477     |
| 30  | 29,227   | 13,708                          | 42,935    | 44,300   | 20,562                          | 64,862    | 6,870    | 2,784                           | 9,654     |
| Año | Tramo 4D |                                 |           | Tramo 5A |                                 |           | Tramo 5B |                                 |           |
|     | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total |
| 0   | 3,239    | 1,529                           | 4,767     | 17,897   | 8,493                           | 26,390    | 38,701   | 17,644                          | 56,345    |
| 1   | 2,833    | 1,048                           | 3,881     | 15,003   | 5,380                           | 20,382    | 33,030   | 11,526                          | 44,556    |
| 2   | 2,879    | 1,068                           | 3,946     | 15,286   | 5,528                           | 20,814    | 33,627   | 11,823                          | 45,450    |
| 3   | 2,925    | 1,088                           | 4,013     | 15,578   | 5,682                           | 21,260    | 34,241   | 12,132                          | 46,373    |
| 4   | 2,973    | 1,108                           | 4,080     | 15,879   | 5,844                           | 21,723    | 34,872   | 12,453                          | 47,325    |
| 5   | 3,021    | 1,128                           | 4,149     | 16,191   | 6,012                           | 22,203    | 35,521   | 12,788                          | 48,309    |
| 6   | 3,070    | 1,150                           | 4,219     | 16,512   | 6,189                           | 22,701    | 36,190   | 13,136                          | 49,326    |
| 7   | 3,120    | 1,171                           | 4,291     | 16,846   | 6,374                           | 23,219    | 36,879   | 13,500                          | 50,379    |
| 8   | 3,171    | 1,194                           | 4,364     | 17,191   | 6,568                           | 23,759    | 37,590   | 13,879                          | 51,469    |
| 9   | 3,222    | 1,216                           | 4,439     | 17,549   | 6,771                           | 24,320    | 38,324   | 14,275                          | 52,600    |
| 10  | 3,275    | 1,240                           | 4,515     | 17,920   | 6,986                           | 24,906    | 39,083   | 14,690                          | 53,773    |
| 11  | 3,329    | 1,263                           | 4,592     | 18,307   | 7,211                           | 25,518    | 39,868   | 15,123                          | 54,991    |
| 12  | 3,384    | 1,288                           | 4,671     | 18,709   | 7,449                           | 26,158    | 40,680   | 15,578                          | 56,258    |
| 13  | 3,439    | 1,313                           | 4,752     | 19,128   | 7,700                           | 26,828    | 41,522   | 16,055                          | 57,577    |
| 14  | 3,496    | 1,338                           | 4,835     | 19,565   | 7,966                           | 27,531    | 42,396   | 16,556                          | 58,952    |
| 15  | 3,554    | 1,365                           | 4,919     | 20,021   | 8,248                           | 28,269    | 43,303   | 17,084                          | 60,386    |
| 16  | 3,613    | 1,391                           | 5,005     | 20,499   | 8,547                           | 29,046    | 44,246   | 17,639                          | 61,885    |
| 17  | 3,674    | 1,419                           | 5,093     | 20,999   | 8,865                           | 29,865    | 45,228   | 18,225                          | 63,454    |
| 18  | 3,735    | 1,447                           | 5,182     | 21,524   | 9,205                           | 30,729    | 46,252   | 18,845                          | 65,097    |
| 19  | 3,798    | 1,476                           | 5,274     | 22,076   | 9,568                           | 31,643    | 47,321   | 19,501                          | 66,821    |
| 20  | 3,861    | 1,506                           | 5,367     | 22,656   | 9,956                           | 32,613    | 48,437   | 20,196                          | 68,633    |
| 21  | 3,927    | 1,537                           | 5,463     | 23,268   | 10,374                          | 33,642    | 49,606   | 20,935                          | 70,541    |
| 22  | 3,993    | 1,568                           | 5,561     | 23,913   | 10,824                          | 34,737    | 50,830   | 21,722                          | 72,552    |
| 23  | 4,061    | 1,600                           | 5,661     | 24,596   | 11,311                          | 35,907    | 52,115   | 22,561                          | 74,676    |
| 24  | 4,130    | 1,633                           | 5,763     | 25,318   | 11,839                          | 37,157    | 53,465   | 23,460                          | 76,924    |
| 25  | 4,201    | 1,667                           | 5,868     | 26,084   | 12,414                          | 38,498    | 54,885   | 24,423                          | 79,308    |
| 26  | 4,273    | 1,702                           | 5,975     | 26,898   | 13,043                          | 39,942    | 56,383   | 25,459                          | 81,842    |
| 27  | 4,347    | 1,738                           | 6,085     | 27,764   | 13,735                          | 41,499    | 57,964   | 26,577                          | 84,540    |
| 28  | 4,422    | 1,775                           | 6,197     | 28,687   | 14,499                          | 43,186    | 59,635   | 27,786                          | 87,421    |
| 29  | 4,499    | 1,813                           | 6,312     | 29,673   | 15,348                          | 45,021    | 61,405   | 29,101                          | 90,505    |
| 30  | 4,577    | 1,852                           | 6,429     | 30,726   | 16,299                          | 47,025    | 63,282   | 30,534                          | 93,816    |
| Año | Tramo 5C |                                 |           |          |                                 |           |          |                                 |           |
|     | COV      | Costos por tiempos de recorrido | CGV total |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 0   | 14,263   | 7,086                           | 21,349    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 1   | 13,478   | 4,822                           | 18,300    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 2   | 13,689   | 4,921                           | 18,609    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 3   | 13,904   | 5,022                           | 18,925    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 4   | 14,122   | 5,126                           | 19,248    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 5   | 14,344   | 5,233                           | 19,577    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 6   | 13,116   | 5,018                           | 18,134    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 7   | 13,340   | 5,129                           | 18,469    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 8   | 13,570   | 5,243                           | 18,813    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 9   | 13,804   | 5,360                           | 19,165    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 10  | 14,044   | 5,482                           | 19,526    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 11  | 14,289   | 5,607                           | 19,896    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 12  | 14,540   | 5,735                           | 20,275    |          |                                 |           |          |                                 |           |
| 13  | 14,796   | 5,868                           | 20,664    |          |                                 |           |          |                                 |           |

|    |        |       |        |
|----|--------|-------|--------|
| 14 | 15,058 | 6,005 | 21,063 |
| 15 | 15,327 | 6,146 | 21,473 |
| 16 | 15,601 | 6,292 | 21,894 |
| 17 | 15,883 | 6,443 | 22,326 |
| 18 | 16,171 | 6,599 | 22,770 |
| 19 | 16,467 | 6,760 | 23,227 |
| 20 | 16,769 | 6,927 | 23,696 |
| 21 | 17,080 | 7,099 | 24,179 |
| 22 | 17,398 | 7,278 | 24,676 |
| 23 | 17,725 | 7,462 | 25,188 |
| 24 | 18,061 | 7,654 | 25,715 |
| 25 | 18,405 | 7,853 | 26,258 |
| 26 | 18,759 | 8,059 | 26,818 |
| 27 | 19,123 | 8,273 | 27,395 |
| 28 | 19,497 | 8,495 | 27,992 |
| 29 | 19,882 | 8,726 | 28,607 |
| 30 | 20,277 | 8,966 | 29,243 |

*Fuente: Elaboración propia, memoria de cálculo, Año 2023.*

Se puede observar en la tabla anterior que en el año 0 el ahorro es negativo, causado por la reducción de las velocidades durante la ejecución de la obra en la situación con proyecto. Esta diferencia de los costos generalizados de viajes de la situación sin proyecto contra la situación con proyecto en el año 0 se considera como costos por molestias.

Cabe señalar como NOTA METODOLOGICA qué, se realizaron los cálculos correspondientes a la cancelación de la rampa, para la estimación del demérito que causara dicha acción, estos análisis no se incluyen en el documento, pero si en los cálculos correspondientes para la estimación del TIR, TRI y VPN, esto debido a que no va a existir cambio en la geometría de la vialidad superior, solo de la demanda, está, siendo demanda local, lo anterior, para evitar confusiones dentro del presente documento y bajo el fundamento de que la vialidad superior no forma parte de la intervención del proyecto a evaluar y por lo tanto no se interfiere ni se mejora el pavimento de dicha vialidad. Además, con el objetivo de evitar que al incluir los cálculos en el presente se genere una confusión que pueda llevar a pensar que se realizarán cambios en la geometría y/o en los pavimentos.

## V. Evaluación del PPI

### a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

#### *Costos de inversión*

La inversión total estimada es de \$156,891,308.26, a pesos constantes, sin incluir el IVA, la cual se ejercerá en el primer y único año.

#### *Costos de mantenimiento y conservación*

*Tabla 48 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Asfáltico*

| Tipo de pavimento | Rutinari o Anual | Bacheo General (cada 4 años) | Sobrecarpeta (Cada 8 años) | Reconstrucción (cada 16 años) |
|-------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Asfalto           | 34               | 250                          | 1,000                      | 2,500                         |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

*Tabla 49 Mantenimiento y conservación (miles de pesos \$/km/carril). Concreto Hidráulico*

| Tipo de pavimento | Rutinario anual | Reparación Superficial (cada 5 años) | Reparación Mayor (cada 10 años) |
|-------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Hidráulico        | 34              | 500                                  | 1,200                           |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

Los costos de mantenimiento y conservación para la superficie de rodamiento en asfalto corresponden a lo siguiente:

- (i) mantenimiento rutinario, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;
- (ii) conservación periódica, que incluye bacheo general y riego de sello cada 4 años con una sobrecarpeta cada 8 años;
- (iii) reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada 16 años.

*Tabla 50. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto asfáltico (miles de pesos)*

| Situación | Long. (km) | Rutinari o | Bacheo general cada 4 años | Sellado de grietas cada 8 años | Reconstrucción al año 16 |
|-----------|------------|------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Tramo 4B  | 0.21       | 21         | 158                        | 630                            | 1,575                    |
| Tramo 4D  | 0.074      | 5          | 37                         | 148                            | 370                      |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

En cuanto a costos de mantenimiento y conservación para la superficie en concreto hidráulico, se estimaron los correspondientes a:

- (i) mantenimiento normal, que incluye básicamente la limpieza general y reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento del tramo por año desde el inicio de operaciones;
- (ii) conservación rutinaria, que incluye sellado de grietas cada 5 años y cada 10 años, limpieza de grietas e inyección de concreto con refuerzos de acero.

Tabla 51. Mantenimiento y conservación. Superficie en concreto hidráulico (miles de pesos)

| Situación | Long. (km) | Rutinario | Reparación Superficial de Losa cada 5 años | Reparación Mayor de Losa cada 10 años |
|-----------|------------|-----------|--|---------------------------------------|
| Tramo 1   | 0.33       | 22        | 330  | 792                                   |
| Tramo 2A  | 0.25       | 17        | 250  | 600                                   |
| Tramo 2B  | 0.36       | 24        | 360  | 864                                   |
| Tramo 2C  | 0.14       | 5         | 70   | 168                                   |
| Tramo 2D  | 0.29       | 20        | 290  | 696                                   |
| Tramo 3   | 0.415      | 28        | 415  | 996                                   |
| Tramo 4A  | 0.14       | 14        | 210  | 504                                   |
| Tramo 4C  | 0.113      | 8         | 113  | 271                                   |
| Tramo 5A  | 0.22       | 7         | 110  | 264                                   |
| Tramo 5B  | 0.49       | 33        | 490  | 1,176                                 |
| Tramo 5C  | 0.13       | 13        | 195  | 468                                   |

Fuente: Elaboración propia con información de la Dirección General de Obras Públicas de León

### Costos por molestias durante la construcción

Cabe señalar que se incluyen los costos por molestias a los usuarios durante la construcción, ya que se consideran que las velocidades en la situación sin proyecto se reducirían en el año 0 de evaluación obteniendo un total de \$120,231 miles de pesos de costos por molestias.

Tabla 52. Costos por Molestias

| Año | Costos por Molestias (miles de pesos) |
|-----|---------------------------------------|
| 0   | 120,231                               |

Fuente: Estudio de Ingeniería de Tránsito

## b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del PPI

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y (ii) ahorros en costo de operación vehicular.

### Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto. Las velocidades iniciales para ambos casos se muestran en la tabla de oferta-demanda de las

situaciones sin y con proyecto. En ambos casos, sin y con proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 201, Artículo 1, Enero-Febrero de 2023, emitido por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT). De acuerdo con el IMT, el valor del tiempo de los pasajeros que viajan por motivo de trabajo es de \$60.39 y por motivo de placer de \$36.23 pesos por hora. Para el presente análisis, el conductor del automóvil se considera como viaje de trabajo y al pasajero como viaje de placer. Con base en información obtenida por SCT en encuestas origen-destino se obtiene una relación promedio de viajes de 64.3% viajes de trabajo y 35.7% viajes de placer. La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la tabla siguiente.

*Tabla 53. Parámetros para estimar el valor del tiempo*

| Concepto                                     | Valor | Unidad    |
|--|-------|-----------|
| Valor del tiempo viaje de trabajo            | 60.39 | \$/hr     |
| Valor del tiempo viaje de placer             | 36.23 | \$/hr     |
| Porcentaje de viajeros por motivo de trabajo | 64.3  | %         |
| Número de pasajeros auto                     | 2.20  | pas/veh   |
| Número de pasajeros autobús                  | 19.30 | pas/veh   |
| Valor del tiempo de la carga                 | 15.00 | \$/hr/ton |
| Toneladas promedio                           | 17.64 | ton/veh   |

*Fuente: Boletín Notas 201, Artículo 1, enero - febrero de 2023 emitido por el IMT*

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (TPDA) para autos, autobuses y camiones, el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo y el valor del tiempo de los usuarios, elevado al año (365 días) para cada situación (con y sin proyecto). Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 31 años del horizonte del proyecto. La tabla siguiente se muestra los resultados y beneficios para el primer año de operación del proyecto.

*Tabla 54. Beneficios por ahorro en tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto*

| Concepto (miles de pesos)              | Sin Proyecto | Con Proyecto | Beneficios |
|--|--------------|--------------|------------|
| Ahorro de tiempo de viaje del tránsito | 160,008      | 122,723      | 37,285     |

*Fuente: Elaboración propia a partir de la Evaluación Económica del Proyecto.*

### **Ahorro en costos de operación vehicular**

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC son los que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 55. Parámetros para obtener los costos de operación vehicular

| Parámetro                     | Unidad    | Automóvil  | Autobús      | Camión       |
|-------------------------------|-----------|------------|--------------|--------------|
| Precio del vehículo nuevo     | \$        | 392,241.69 | 2'362,224.00 | 1'330,155.00 |
| Costo del combustible*        | \$/litro  | 18.26      | 19.59        | 19.59        |
| Costo de los lubricantes      | \$/litro  | 41.64      | 42.25        | 42.25        |
| Costo por llanta nueva        | \$/llanta | 1,090.52   | 3,000.00     | 2,800.00     |
| Tiempo de los operarios       | \$/hora   | 35.35      | 92.68        | 74.14        |
| Tiempo de los pasajeros       | \$/hora   | 0.00       | 0.00         | 0.00         |
| Tiempo de la carga            | \$/hora   | 0.00       | 0.00         | 0.00         |
| Mano de obra de mantenimiento | \$/hora   | 32.76      | 81.90        | 57.33        |

Fuente: Costos de Operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano, 2023.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para los 31 años del horizonte del proyecto. Los costos de operación vehicular anuales se obtienen por tipo de vehículo y se encuentran en las hojas de cálculo anexas.

La siguiente tabla presenta los costos totales de operación vehicular para el primer año de operación de los 5 tramos del proyecto para las situaciones sin y con proyecto.

Tabla 56. Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto

| Concepto (miles de pesos)               | Sin Proyecto | Con Proyecto | Beneficios |
|---|--------------|--------------|------------|
| Ahorro de tiempo de costos de operación | 338,603      | 305,609      | 32,994     |

Fuente: Elaboración propia a partir de la Evaluación Económica del Proyecto.

La evaluación socioeconómica del proyecto se realizó a nivel prefactibilidad, utilizando velocidades de operación para la situación con proyecto estimadas y costos de obra a partir de precios índice, bajo las siguientes premisas:

- En la situación sin proyecto se consideran optimizaciones en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, señalización, así como una tasa de crecimiento del tránsito del 1.50% anual durante el periodo de análisis.
- En la situación con proyecto se consideraron las características geométricas indicadas en la descripción del proyecto.

### Otros beneficios

Con la realización del proyecto se espera obtener los siguientes beneficios que sólo se identifican pero que no se consideran para el cálculo de los indicadores de rentabilidad porque no se cuentan con información estadística suficiente para soportar sus estimaciones:

- Mejora la movilidad urbana de la zona centro de la zona metropolitana de León.
- Operación más segura para los usuarios (automovilistas), al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.
- Disminución en la emisión de contaminantes.
- Mejora en los niveles de servicio.



### c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

| Indicadores de Rentabilidad              |            |
|--|------------|
| Indicador                                | Valor      |
| Valor Presente Neto (VPN) miles de pesos | \$ 584,567 |
| Tasa Interna de Retorno (TIR)            | 27.9 %     |
| Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)     | 44.8 %     |

### d) Análisis de sensibilidad

| Variable                | Variación respecto a su valor original | Impacto sobre el Indicador de Rentabilidad |
|-------------------------|--|--|
| Monto de inversión      | 40% más                                | TIR 23.3%                                  |
| Costos de mantenimiento | 40% más                                | TIR 27.9%                                  |
| Demanda                 | 40% menos                              | TIR 18.3%                                  |

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre el VPN del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad con respecto al monto de la inversión, a los costos de mantenimiento y a la demanda de tránsito, modificando las cifras del 60 al 140% respecto del valor programado.

Se presentan distintos escenarios modificando las cifras del 0.6 al 1.4 respecto del valor programado. Los resultados se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 57. Análisis de sensibilidad al monto de la inversión

| Variación | TIR (%) | VPN (miles de pesos) | TRI (%) |
|-----------|---------|----------------------|---------|
| 1.4       | 23.3%   | 521,810              | 32.0%   |
| 1.3       | 24.3%   | 537,499              | 34.4%   |
| 1.2       | 25.4%   | 553,188              | 37.3%   |
| 1.1       | 26.6%   | 568,877              | 40.7%   |
| 1.0       | 27.9%   | 584,567              | 44.8%   |
| 0.9       | 29.4%   | 600,256              | 49.7%   |
| 0.8       | 31.1%   | 615,945              | 56.0%   |
| 0.7       | 33.0%   | 631,634              | 64.0%   |
| 0.6       | 35.2%   | 647,323              | 74.6%   |
| 4.73      | 10.0%   | -                    | 9.5%    |

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

El análisis de sensibilidad muestra que aumentando en un 40% el monto de la inversión, el proyecto aún rentable económicamente. Al aumentar 4.73 veces la inversión el VPN sería igual a cero.

Tabla 58. Análisis de sensibilidad a los costos de mantenimiento

| Variación | TIR (%) | VPN (miles de pesos) | TRI (%) |
|-----------|---------|----------------------|---------|
| 1.4       | 27.9%   | 584,137              | 44.8%   |
| 1.3       | 27.9%   | 584,244              | 44.8%   |
| 1.2       | 27.9%   | 584,352              | 44.8%   |
| 1.1       | 27.9%   | 584,459              | 44.8%   |
| 1.0       | 27.9%   | 584,567              | 44.8%   |
| 0.9       | 27.9%   | 584,671              | 44.8%   |
| 0.8       | 28.0%   | 584,781              | 44.8%   |
| 0.7       | 28.0%   | 584,889              | 44.8%   |
| 0.6       | 28.0%   | 584,996              | 44.8%   |
| 545.16    | 10.0%   | -                    | 33.6%   |

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

La tabla anterior indica que aun aumentando en un 40% los costos de mantenimiento, el proyecto sería rentable económicamente. Asimismo, se observa que es marginalmente pequeña la sensibilidad de los indicadores a los costos de mantenimiento. Aumentando en 545.16 veces el mantenimiento el VPN es igual a 0.

Tabla 59. Análisis de sensibilidad a la demanda

| Variación | TIR (%) | VPN (miles de pesos) | TRI (%) |
|-----------|---------|----------------------|---------|
| 1.4       | 40.9%   | 964,109              | 76.0%   |
| 1.3       | 37.8%   | 910,286              | 69.0%   |
| 1.2       | 34.8%   | 831,551              | 61.5%   |
| 1.1       | 31.8%   | 731,923              | 54.1%   |
| 1.0       | 27.9%   | 584,567              | 44.8%   |
| 0.9       | 26.4%   | 506,458              | 40.4%   |
| 0.8       | 23.8%   | 402,442              | 34.4%   |
| 0.7       | 21.0%   | 301,050              | 28.8%   |
| 0.6       | 18.3%   | 210,847              | 23.6%   |
| 0.32      | 10.0%   | -                    | 10.9%   |

Fuente: Evaluación Económica del Proyecto, modelo de Excel.

Este análisis de sensibilidad muestra que al disminuir la demanda en 40%, el proyecto aún rentable económicamente. Con el 0.32 veces de la demanda el VPN sería igual a cero.

## e) Análisis de riesgos

| Descripción  | Impacto  | Medidas de Mitigación   |
|--|--|---|
| El principal riesgo que presenta este proyecto es el de la disponibilidad del total de los recursos presupuestales para concluir la obra en el tiempo previsto   | Atraso en los tiempos de entrega de la obra            | Solicitar a la dependencia encargada del recurso, la entrega en tiempo y forma.             |
| Otros riesgos asociados al proyecto son los retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución.  | Incrementar costos y tiempos de ejecución del proyecto | Se tendrá un adecuado proceso de supervisión de cada uno de los contratos de obra.          |
| De igual forma, se cuentan con riesgos meteorológicos, los cuales pueden generar retrasos o afectaciones durante la obra. Una afectación climática importante a considerar son las precipitaciones abundantes, ya que, al tener como proyecto junto a un canal de agua, estas precipitaciones pueden generar inundaciones considerables durante la construcción. | Atraso en los tiempos de entrega de la obra            | Elaborar un PLAN DE EMERGENCIAS Y RESPUESTAS en caso de contingencias en el Malecón del Río |

Para minimizar y/o mitigar los riesgos identificados se presenta como acciones de mitigación de riesgos. Apegarse estrictamente al programa de obra mostrado en el calendario, llevar un correcto y eficiente proceso constructivo cumpliendo las especificaciones de construcción.

## VI. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable con un VPN de 584,567 miles de pesos, un TIR de 27.9% y que el momento óptimo de su construcción es a la brevedad posible con una TRI del 44.8%. De manera que este proyecto permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

En síntesis, se recomienda que se debe consolidar la modernización de Malecón del Río, esto debido al aumento de demanda que tendrá a lo largo de los años, debido a que en la actualidad la vialidad es parte de las arterias más importantes para despejar el tráfico de la ciudad, siendo Malecón del Río vital para la ciudad y su desarrollo económico, ante el exponencial crecimiento de la mancha urbana de León, el aumento del flujo de trasportistas que circulan diariamente.

Con la modificación de la vialidad sobre Malecón del Río se verá beneficiada la operación del tránsito en los siguientes aspectos:

- Aumentar las velocidades de operación.
- Reducir los tiempos de recorrido.
- Reducir los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.
- Disminuir la posibilidad de accidentes.
- Mejorar los niveles de servicio.
- Reducir la contaminación ambiental por gases y por ruido.
- Mayor accesibilidad de la zona
- Mejoramiento de la imagen urbana

Con todo lo anterior se mejorará la actividad económica y productiva de la ciudad de León, permitiendo un desplazamiento con mayores velocidades y harán más eficiente los servicios, principalmente industriales y comerciales, debido a una mayor fluidez vehicular constante en este acceso de la ciudad.

De acuerdo con los indicadores obtenidos en el presente estudio, se recomienda la realización de este proyecto.

## Anexos

| Número del Anexo | Concepto del Anexo  | Descripción  |
|------------------|---|--|
| Anexo A          | Análisis de la Oferta y la Demanda  | Estudios de aforo 2018   |
| Anexo B          | Estudios Técnicos   | Se anexa oficio de visto bueno del proyecto emitido por SICOM  |
| Anexo C          | Estudios Legales  | N/A<br>Dado que el proyecto se construirá dentro de los límites del derecho de vía, no existe la necesidad de realizar trabajos de liberación de derecho de vía. |
| Anexo D          | Estudios Ambientales  |  |
| Anexo E          | Estudios de Mercado   | Se realizó el estudio de tránsito incluido en el Anexo A   |
| Anexo F          | Estudios Específicos  | N/A  |
| Anexo G          | Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI | Hoja de Cálculo de Costos Generalizados de Viaje, indicadores económicos y análisis de sensibilidad  |
| Anexo H          | Análisis de Sensibilidad  | Se incluye en el anexo G   |

# Bibliografía

- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2023 Boletín Notas 201, Artículo 1, Enero-Febrero de 2023.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano, 2020.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Censo de Población y Vivienda 2010 y Censo de Población y Vivienda 2005.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, versión de 12 de julio de 2019, Diario Oficial de la Federación.
- Plan de Gobierno 2018-2021 del Municipio de León.
- Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guanajuato 2040
- Programa de Gobierno del Estado de Guanajuato 2018-2024, versión 26 de marzo de 2019.
- Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León, versión ejecutiva, 2018
- SCT, Datos Viales 2014-2001, Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT.
- SCT, Guía para la presentación de Estudios Costo Beneficio de la Dirección General de Desarrollo Carretero.
- SHCP, Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de inversiones de la SHCP.
- SHCP, Manual para la Evaluación de Proyectos de Carretera.
- Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2000




## Responsables de la Información

**Entidad: Guanajuato**

**Área Responsable: Dirección de Obras Públicas Municipales de León, Gto.**

**Datos del Administrador del programa y/o proyecto de inversión:**

| Nombre                   | Cargo*           | Firma  | Fecha    |
|--------------------------|------------------|--|----------|
| Israel Martínez Martínez | Director General |  | ABR 2023 |

## Dependencia Estatal Responsable de la Información

**Dependencia: Secretaría de Infraestructura Conectividad y Movilidad del Estado de Guanajuato.**

**Área Responsable: Unidad Estatal de Proyectos**

**Datos del responsable del programa y/o proyecto de inversión:**

| Nombre                                | Cargo*                                    | Firma | Fecha    |
|---------------------------------------|---|-------|----------|
| Ing. Galo Israel Villalpando Granados | Titular de la Unidad Estatal de Proyectos |       | ABR 2023 |

| Versión | Fecha      |
|---------|------------|
| 19      | 12/04/2023 |

\*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.