

Análisis Costo - Beneficio



IRAPUATO

MEJOR CIUDAD

2018 - 2021

Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroeas a la glorieta de San Antonio.



2019

Tabla de contenido

I. RESUMEN EJECUTIVO	2
II. SITUACIÓN ACTUAL DEL PPI	8
A) DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	8
A) ANÁLISIS DE LA OFERTA EXISTENTE	20
A) ANÁLISIS DE LA DEMANDA ACTUAL	27
A) INTERACCIÓN DE LA OFERTA-DEMANDA	33
III. SITUACIÓN SIN EL PPI	36
A) OPTIMIZACIONES	37
A) ANÁLISIS DE LA OFERTA	38
A) ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	40
B) DIAGNÓSTICO DE LA INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA	41
A) ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	43
IV. SITUACIÓN CON EL PPI	45
A) DESCRIPCIÓN GENERAL	45
B) ALINEACIÓN ESTRATÉGICA.....	49
C) LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	51
D) CALENDARIO DE ACTIVIDADES	52
E) MONTO TOTAL DE INVERSIÓN	53
F) FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	53
G) CAPACIDAD INSTALADA	54
H) METAS ANUALES Y TOTALES DE PRODUCCIÓN.....	54
I) VIDA ÚTIL.....	55
J) DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS MÁS RELEVANTES	55
K) ANÁLISIS DE LA OFERTA	56
L) ANÁLISIS DE LA DEMANDA	59
M) INTERACCIÓN OFERTA-DEMANDA.....	60
V. EVALUACIÓN DEL PPI	63
A) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COSTOS DEL PPI.....	64
B) IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL PPI.....	65
C) CÁLCULO DE LOS INDICADORES DE RENTABILIDAD	68
D) ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	68
E) ANÁLISIS DE RIESGOS	69
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
VII. ANEXOS.....	71
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	72

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio

I. Resumen Ejecutivo

Problemática, objetivo y descripción del PPI

Objetivo del PPI

La Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio tiene por objetivo proporcionar a los habitantes del municipio una vía de comunicación eficiente, segura y de alta calidad, que promueva la reducción de sus tiempos de recorrido y los costos generalizados de viaje.

La Av. Juan José Torres Landa es una de las avenidas más importantes de municipio, ya que forma parte del segundo cinturón vial, mismo que se ubica en el centro de la ciudad de Irapuato; por lo anterior el proyecto cumple con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los usuarios, ofreciendo disminuir los costos de operación vehicular, aumentando principalmente las velocidades de operación.

Problemática Identificada

La Av. Juan José Torres Landa es una de las principales vías del municipio, ya que es considerado un anillo vial en la zona centro del municipio, logrando comunicar de manera rápida y fluida a los habitantes de la parte noroeste del centro y a los usuarios que transitan diariamente.

Actualmente la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, corresponde a una longitud total de 1.56 kilómetros, la cual opera con 2 carriles de circulación más uno de estacionamiento por sentido; cuenta con un camellón central y banquetas en ambos extremos. La sección tiene un ancho variable que va de 19.4 a 21

metros, el ancho de corona es de 8 metros por sentido, el camellón cuenta con un ancho de 1.2 metros, y las banquetas tienen un ancho variable de 1.1 a 1.9 metros.

El estado de la superficie de rodamiento de la avenida en análisis se encuentra en malas condiciones, teniendo rangos del IRI (índice de rugosidad internacional) que van desde 6.55 a 9.37 en el sentido glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio (cuerpo derecho), el cuerpo izquierdo tiene valores de 4.59 a 7.73. Siendo esto la mayor problemática de la avenida en análisis, ya que dichos valores nos indican que, no solamente la superficie de rodamiento se encuentra en mal estado, si no, la estructura completa del pavimento tiene que ser reconstruida.

Por todo lo anterior, la problemática principal que se presenta en el sitio son los altos costos generalizados de viaje que experimentan los usuarios, debido a las bajas velocidades de operación y a los altos tiempos de recorrido, ya que la superficie de rodamiento en mal estado no permite que los usuarios transiten a la velocidad permitida. Las velocidades máximas registradas en el cuerpo derecho es en promedio de 27.9 km/hr a lo largo de todo el recorrido señalando que los semáforos se encuentran sincronizados y las detenciones son mínimas; en el cuerpo izquierdo se tiene una velocidad promedio de 16.6 km/hr.

La avenida en su subtramo más transitado tiene un TPDA de 27,172 vehículos considerando ambos sentidos, el otro subtramo tiene un TPDA de 20,207 vehículos.

La avenida se ubica en el centro de la ciudad, lo anterior implica que las instalaciones sanitarias, agua potable, drenaje y alumbrado, han terminado con su vida útil y deben ser remplazadas para poder cumplir con las normas y especificaciones vigentes. Es importante señalar que en temporada de lluvias la avenida presenta inundaciones que cubren el camellón y las banquetas, complicando no solo la circulación de los vehículos, si no de los peatones.

El segundo Cinturón Vial de Irapuato es un componente

importante del sistema vial del municipio y su operación genera un impacto en la movilidad del mismo y sus zonas aledañas.

La Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, consiste principalmente en la reconstrucción de la estructura de pavimento de 1.56 kilómetros, incluye las terracerías (sub rasante, base hidráulica, y riego de impregnación). La superficie de pavimento será a base de concreto hidráulico de 25 cm de espesor.

El proyecto incluye además la reconstrucción de las banquetas, guarniciones y el camellón central. Además de la construcción de las instalaciones de agua potable, drenaje pluvial, drenaje sanitario, alumbrado público, línea de media tensión subterránea.

Como parte de la operación de la avenida se incluye el señalamiento horizontal, vertical, semaforización, y mobiliario para las paradas del transporte público.

Breve descripción del PPI

La sección total con proyecto continuará siendo la misma la cual tiene una variación de 19.4 a 21 metros. El ancho de calzada será de 8.7, con la cual el ancho de los 2 carriles de circulación y el de estacionamiento serán un poco más amplios, esto para aumentar el nivel de confianza de los usuarios y por consiguiente las velocidades. Las banquetas tendrán un ancho de 1.5mts, y el camellón tendrá un ancho variable de 0.60 a 1.2 mts.

El proyecto se ubica en la periferia del centro de la ciudad, el km 0+000 ubicado en la glorieta Niños Héroes en la intersección de la avenida Torres Landa con el bulevar Díaz Ordaz, tiene las coordenadas 20.680241°, -101.347463°. El km 1+560 se ubica en la glorieta de San Antonio, en la intersección de la avenida con la Calle Calzada de los Insurgentes, tiene las coordenadas 20.671045°, -101.355646°.

Horizonte de evaluación, costos y beneficios del PPI

Horizonte de Evaluación

El horizonte de evaluación del proyecto es de 30 años, de los cuales 1 año será de construcción y 29 de operación.

Descripción de los principales costos del PPI

Etapas de ejecución.- El monto total de inversión, sin incluir el IVA, en moneda nacional se estima en 82.73 mdp, el cual será financiado por recursos estatales y municipales. El costo total del proyecto incluye terracerías, pavimentos, banquetas, guarniciones, señalamiento horizontal y vertical, semaforización e instalaciones.

Costos por Molestias.- Durante la construcción se complicará la circulación vehicular, lo que se traduce en un costo estimado de 9.273 millones de pesos durante el año de construcción.

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

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

(II) conservación rutinaria, que incluye bacheo general y riego de sello cada 5 años con una sobrecarpeta cada 10 años;

(III) reconstrucción, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento cada 15 años.

Descripción de los principales beneficios del PPI

Con el proyecto los beneficios esperados son derivados del ahorro en tiempos de viaje y ahorros en operación vehicular, mismos que se reflejan en:

Ahorro en costos por tiempo de viaje.- Los beneficios anuales, 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 (TDPA) 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 30 años del horizonte del proyecto.

Ahorro en costos de operación vehicular.- 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 30 años del horizonte del proyecto.

Monto total de inversión
(con IVA)

\$95,968,432.41

Riesgos asociados al PPI

Los riesgos asociados a la ejecución de la obra son:

- Escasez de cualquier tipo de material y/o insumo para la ejecución de la obra.
- Variaciones significativas en la inflación, cambio de moneda, u otros factores que aumenten los costos de los insumos y servicios.
- Variaciones significativas en el tiempo programado para la ejecución de la obra, derivado de factores externos al proyecto.

Indicadores de Rentabilidad del PPI

Valor Presente Neto (VPN)

\$165,020,272.52

Tasa Interna de Retorno
(TIR)

27.4%

Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

26.4%

Conclusión

Conclusión del Análisis del PPI

El proyecto ofrece una óptima solución a la problemática planteada, ofreciendo mejorar las condiciones de circulación del tránsito, particularmente la movilidad en el centro del municipio de Irapuato.

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues de acuerdo a los indicadores de rentabilidad obtenidos y a la realización del análisis de sensibilidad con respecto al monto de la inversión, al monto de conservación y mantenimiento, y a la demanda de tránsito, se puede observar que la pavimentación permitirá ofrecer beneficios significativos logrando reducir los altos tiempos de recorrido y los costos generalizados de viaje que presentan los usuarios de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio.

Con la pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa se verá beneficiada la población del municipio de Irapuato, impulsando el desarrollo social y económico.

- Se hará más eficiente los servicios principalmente Industriales y comerciales, debido a una mayor fluidez vehicular constante.
- Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.
- Se incrementará notablemente la seguridad de los usuarios.
- Este proyecto cumple su propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de bienes y personas.
- Se mejora el nivel de servicio de esta avenida y se reduce la emisión de contaminantes.

Los insumos importantes para la evaluación económica del proyecto son los costos de operación vehicular y los montos de inversión correspondientes a la situación con y

sin proyecto. Los costos de operación vehicular se refieren a los de los usuarios de la infraestructura y a los asociados con el valor del tiempo de los pasajeros, en las condiciones con y sin proyecto. Aun cuando es posible considerar otros costos exógenos asociados con los accidentes, con el ruido y con la degradación del medio ambiente, no existen datos cuantitativos confiables para hacerlo, por lo que no se han incluido en la evaluación que se presenta en este análisis.

II. Situación Actual del PPI

a) Diagnóstico de la Situación Actual

El municipio de Irapuato ha tenido un importante crecimiento poblacional debido al crecimiento de sus actividades económicas, lo cual, también influye en el aumento de viajes y mayores recorridos de personas y mercancías en la zona suburbana. El municipio pertenece a la zona centro del estado de Guanajuato, la cual es una importante generadora de viajes locales, intermunicipales y regionales, que movilizan un gran volumen vehicular diariamente, generando problemáticas como lo son mayores tiempos de recorrido, altos costos generalizados de viaje, contaminación y aumento en la probabilidad de accidentes.

Ilustración 1.- Ubicación del Municipio de Irapuato



Fuente: <https://www.ira.cinvestav.mx/>

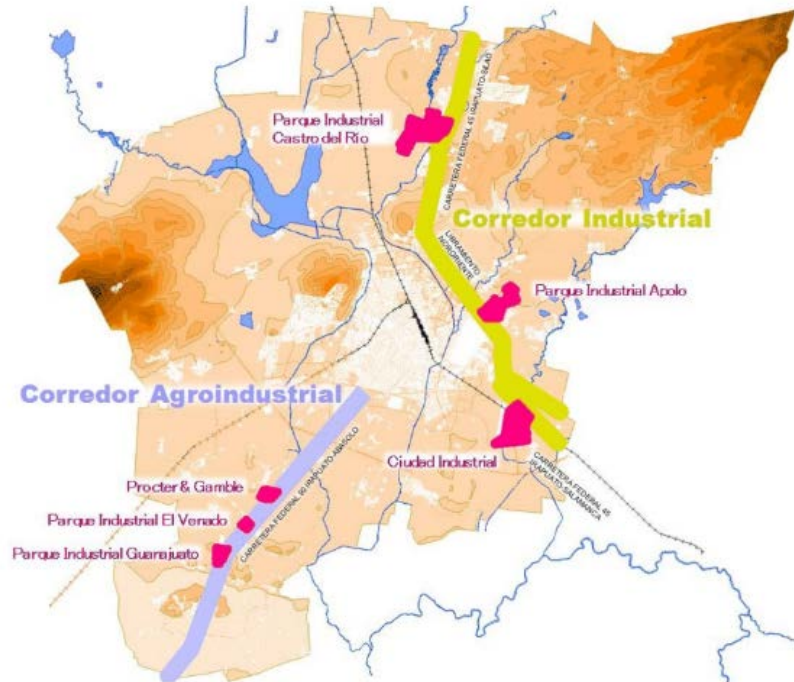
El municipio de Irapuato se encuentra en México en el estado de Guanajuato, se encuentra localizado en la región III-Suroeste de la entidad, teniendo como límites las coordenadas geográficas 101°09'01" y 101°34'09" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a los 20°30'09" y 20°51'18" de latitud norte. La ciudad de Irapuato está situada a los 101°20'48" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y, a los 20°40'18" de latitud norte. La altura promedio sobre el nivel del mar es de 1,730 m. El municipio limita al norte con Guanajuato y Silao, al sur con Pueblo Nuevo y Abasolo, al oeste con Abasolo y Romita y al este con Salamanca.

El municipio cuenta con una posición geográfica estratégica al estar ubicado en una planicie al centro del país y conformar junto con Celaya, Salamanca y León el denominado "Corredor Industrial". Además con base en el límite territorial utilizado para el presente estudio tiene una extensión territorial de 851.64 km². Actualmente la superficie de la ciudad de Irapuato (mancha urbana) oscila alrededor de los 68.4 km², representando el 7.9% de la extensión total del mismo.

Irapuato es el segundo municipio más poblado del estado de Guanajuato con 529,440 habitantes (según el Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI), de los cuales más del 70% vive en la mancha urbana.

Actualmente su dinamismo económico lo ha convertido en el principal punto estatal de atracción de inversiones, dejando de lado la brecha económica por la que pasaba. Su posición céntrica y bien comunicada lo ha convertido en los últimos años en el principal nodo de comunicaciones del Estado y en uno de los centros logísticos y de transportes del sur – oeste.

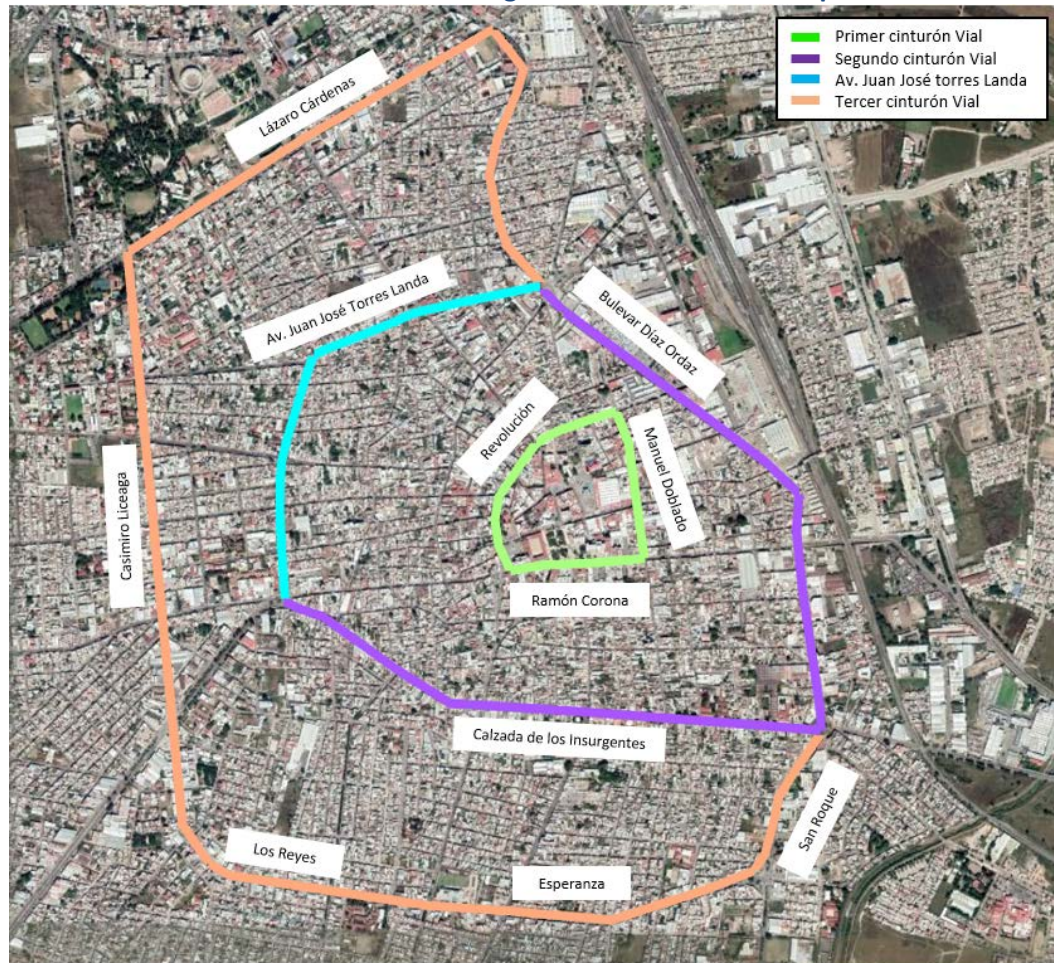
Ilustración 2.- Corredores Industriales en el Municipio de Irapuato



Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial

El segundo cinturón vial de Irapuato forma parte de la zona centro del municipio y su principal sistema vial, la ciudad cuenta con 4 cinturones viales, para este proyecto es importante resaltar el segundo y el tercero, ya que, ambos comparten un tramo del bulevar Díaz Ordaz. En el año 2018 se realizaron los trabajos de la modernización del tercer cinturón vial, el cual incluyó el bulevar Díaz Ordaz mejorando sustancialmente la movilidad en la periferia de la zona urbana central, sin embargo, para que los usuarios logren un mayor beneficio y debido a la situación actual del pavimento es necesario reconstruir el pavimento de la Av. Juan José Torres Landa, con el fin de que la zona urbana central de la ciudad cuente con un sistema vial en mejores condiciones.

Ilustración 3.- Ubicación del segundo cinturón Vial de Irapuato



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la zona urbana la Av. Juan José Torres Landa comunica la parte noroeste del centro del municipio, logrando una conexión de rápido y fácil acceso a zonas habitacionales, zonas comerciales, escuelas y hospitales; lo anterior se refleja en el alto volumen vehicular con el que cuenta la vialidad.

Ilustración 4.- Ubicación de Hospitales y Escuelas cercanas a la zona en estudio



Fuente: Elaboración propia

La Av. Juan José Torres Landa se ubica en la periferia del centro de la ciudad, el km 0+000 ubicado en la glorieta Niños Héroes en la intersección de la avenida Torres Landa con el bulevar Díaz Ordaz, tiene las coordenadas 20.680241°, -101.347463°. El km 1+560 se ubica en la glorieta de San Antonio, en la intersección de la avenida con la Calle Calzada de los Insurgentes, tiene las coordenadas 20.671045°, -101.355646°.

La problemática principal que se presenta en la avenida son los altos costos generalizados de viaje que experimentan los usuarios, debido al mal estado de la superficie de rodamiento de la avenida, lo que no permite una circulación adecuada con las velocidades permitidas, provocando demoras en los viajes de los usuarios circulando a muy bajas velocidades.

Además, la problemática que se presenta se seguirá agravando en forma considerable debido a la alta tasa de crecimiento vehicular, al deterioro de las instalaciones hidráulicas

actuales las cuales no cumplen con las especificaciones requeridas, y no logran mantener el agua alejada de la estructura de pavimento, ni evitan las inundaciones provocadas en temporadas de lluvias; las cuales no solo afectan a los vehículos, si no a los peatones, ya que el agua logra cubrir hasta la altura de las banquetas.

Fotografía 1- Reporte fotográfico de la situación actual de la avenida



Cadenamiento: 1+560, Coordenadas: 20.671150°, -101.355549°.



Cadenamiento: 1+420, Coordenadas: 20.672463°, -101.355614°.



Cadenamiento: 1+260, Coordenadas: 20.673791°, -101.355706°.



Cadenamiento: 1+160, Coordenadas: 20.674580°, -101.355663°.

1



Cadenamiento: 1+060, Coordenadas: 20.675476°, -101.355526°.



Cadenamiento: 0+940, Coordenadas: 20.676805°, -101.355128°.



Cadenamiento: 0+940, Coordenadas: 20.676805°, -101.355128°.



Cadenamiento: 0+940, Coordenadas: 20.676805°, -101.355128°.



Cadenamiento: 0+920, Coordenadas: 20.676869°, -101.355084°.



Cadenamiento: 0+820, Coordenadas: 20.677993°, -101.354737°.



Cadenamiento: 0+720, Coordenadas: 20.678309°, -101.354251°.



Cadenamiento: 0+700, Coordenadas: 20.678488°, -101.353907°.



Cadenamiento: 0+700, Coordenadas: 20.678488°, -101.353907°.



Cadenamiento: 0+680, Coordenadas: 20.678639°, -101.353514°.



Cadenamiento: 0+560, Coordenadas: 20.678874°, -101.352892°.



Cadenamiento: 0+380, Coordenadas: 20.679599°, -101.350728°.



Cadenamiento: 0+240, Coordenadas: 20.679708°, -101.349851°



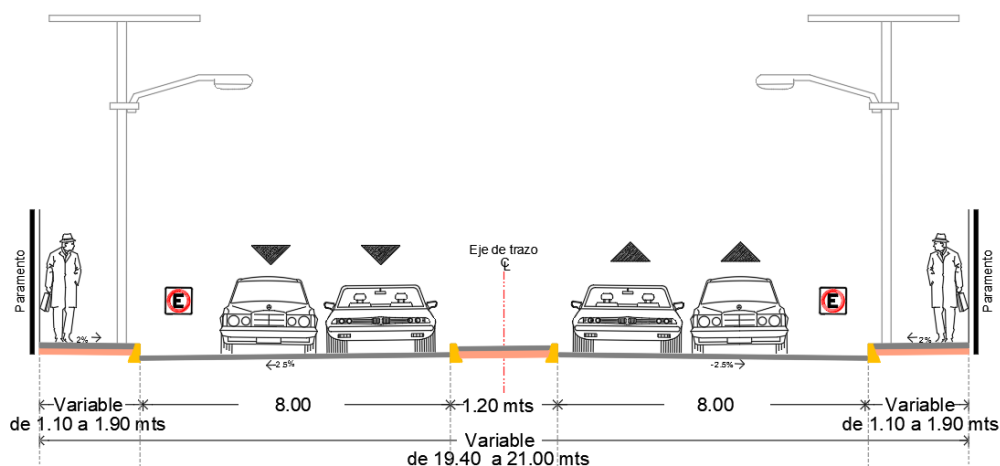
*Cadenamiento: 0+000, Coordenadas: 20.680161°, -101.347548°
Fuente: Levantamiento de campo*

a) Análisis de la Oferta Existente

La oferta actual está integrada por la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, del km 0+000 al 1+560; la avenida opera con dos carriles por sentido de circulación y un carril de estacionamiento en ambos extremos.

Actualmente la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, corresponde a una longitud total de 1.56 kilómetros, la cual opera con 2 carriles de circulación más uno de estacionamiento por sentido; cuenta con un camellón central y banquetas en ambos extremos. La sección tiene un ancho variable que va de 19.4 a 21 metros, el ancho de corona es de 8 metros por sentido, el camellón cuenta con un ancho de 1.2 metros, y las banquetetas tienen un ancho variable de 1.1 a 1.9 metros.

Ilustración 5.- Corte transversal tipo de la avenida en estudio



Fuente: Proyecto Ejecutivo

La superficie de rodamiento es de concreto hidráulico y asfáltico en diferentes tramos. Sin embargo, el estado de la superficie de rodamiento de toda la avenida en análisis se encuentra en malas condiciones, teniendo rangos del IRI (índice de rugosidad internacional) que van desde 6.55 a 9.37 en el sentido glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio (cuerpo derecho), el cuerpo izquierdo tiene valores de 4.59 a 7.73. Siendo esto la mayor problemática de la avenida en análisis, ya que dichos valores nos indican que, no solamente la superficie de rodamiento se encuentra en mal estado, si no, la estructura completa del pavimento tiene que ser reconstruida.

De acuerdo a estudios de campo realizados, las condiciones de la avenida por atender, se ven reflejadas en un Índice Internacional de Rugosidad (IRI) lo cual nos refleja que la Avenida se encuentra en un estado malo. Dicho valor ha sido cada vez más grande debido al incremento en el flujo vehicular y a las cargas que se ha tenido en la avenida en los últimos

años; así como, en la falta de instalaciones hidráulicas que cumplan con la función de evitar que en la avenida se generen inundaciones o encharcamientos, y que el agua no pueda ser trasladada a ríos o canales cercanos al municipio.

Tabla 1.- Parámetros del IRI

Condición del camino	Pavimento asfáltico IRI (m/km)
Bueno	< 3.0
Regular	3.0 – 4.5
Malo	> 4.5

Fuente: Banco Mundial

Ilustración 6.- Reporte Fotográfico levantamiento del IRI



Fuente: Levantamiento de campo

Las velocidades se determinaron a través de una metodología, que consiste en recorrer varias veces el tramo en estudio, donde el conductor del vehículo trata de circular con un comportamiento normal, procurando que el número de vehículos que adelante sea igual al que rebasen el vehículo flotante. Durante el recorrido se mide el tiempo que tarda el vehículo entre dos puntos que conforman un tramo, del cual se conoce previamente su longitud. El tiempo y la distancia recorrida, permiten determinar la velocidad de recorrido en el tramo.

Debido a que la superficie de rodamiento se encuentra en mal estado no permite que los usuarios transiten a la velocidad permitida. Las velocidades promedio registradas son: en el cuerpo derecho 27.9 km/hr a lo largo de todo el recorrido señalando que los semáforos se encuentran sincronizados y las detenciones son mínimas; en el cuerpo izquierdo de 16.6 km/hr.

Ilustración 7.- Reporte fotográfico del levantamiento de velocidades







Fuente: Levantamiento de campo

Debido a la situación actual de la avenida, a sus características y su operación, se tramificará la oferta en 8 tramos, los cuales son:

Tabla 2.- Identificación de tramificación situación actual

ID	Cuerpo	Cadenamiento	Entre Calles
1	Derecho	0+000 al 0+400	Díaz Ordaz y Guerrero
2	Derecho	0+400 al 0+720	Guerrero y Emilio Carranza
3	Derecho	0+720 al 1+260	Emilio Carranza y 5 de Febrero
4	Derecho	1+260 al 1+560	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes
5	Izquierdo	0+000 al 0+400	Díaz Ordaz y Guerrero
6	Izquierdo	0+400 al 0+720	Guerrero y Emilio Carranza
7	Izquierdo	0+720 al 1+260	Emilio Carranza y 5 de Febrero
8	Izquierdo	1+260 al 1+560	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes

Fuente: Elaboración propia

A continuación se identifica la localización de dichos tramos.

Ilustración 8.- Localización de la tramificación situación actual



Fuente: Elaboración propia

El señalamiento horizontal y vertical se encuentra en malas condiciones físicas, por lo que no cumple con su función de prevenir, informar, regular y dar seguridad al tránsito que circula sobre la avenida. Las instalaciones de drenaje, agua potable y pluvial, han llegado al final de su vida útil, y no logran ser suficientes, ni cumplir con las normas y requerimientos para el tipo de avenida, además de estar deterioradas. La problemática principal del drenaje es que en los tiempos de lluvias en la zona se presenta inundaciones hasta alcanzar el nivel de la banqueta y el camellón, lo cual también ha generado que estos se encuentren en mal estado y dificulten el paso de peatones; además de también dañar la estructura de pavimento.

Tabla 3.- Datos de la Oferta en la situación actual de la avenida

Características	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Longitud (km)	0.40	0.32	0.54	0.30

Tipo de Sección	C6	C6	C6	C6
Sección (m)	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0
Ancho de calzada (m)	8.0	8.0	8.0	8.0
Carriles	2	2	2	2
Estacionamiento	1	1	1	1
Ancho de carril (m)	2.8	2.8	2.8	2.8
Camellón (m)	1.2	1.2	1.2	1.2
Banqueta (m)	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9
Pavimento	Hidráulico	Asfáltico	Hidráulico	Asfáltico
IRI promedio	6.55	6.55	6.55	9.37
Estado físico	Malo	Malo	Malo	Malo
Velocidad de operación (km/hr)	27.94	27.94	27.94	27.94
Tiempo de Recorrido (min)	0.86	0.69	1.16	0.64

Características	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Longitud (km)	0.40	0.32	0.54	0.30
Tipo de Sección	C6	C6	C6	C6
Sección (m)	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0
Ancho de calzada (m)	8.0	8.0	8.0	8.0
Carriles	2	2	2	2
Estacionamiento	1	1	1	1
Ancho de carril (m)	2.8	2.8	2.8	2.8
Camellón (m)	1.2	1.2	1.2	1.2
Banqueta (m)	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9

Características	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Pavimento	Hidráulico	Asfáltico	Hidráulico	Asfáltico
IRI promedio	7.82	7.82	7.82	4.5
Estado físico	Malo	Malo	Malo	Malo
Velocidad de operación (km/hr)	16.68	16.68	16.68	16.68
Tiempo de Recorrido (min)	1.44	1.15	1.94	1.08

Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

a) Análisis de la Demanda Actual

La demanda la constituyen los usuarios que utilizan esta vía de comunicación para trasladarse desde un origen a un destino. El número total de vehículos que circulan en promedio al día por una vialidad, se le denomina tránsito diario promedio anual (TPDA).

Para la determinación de la demanda (TPDA) el municipio de Irapuato realizó un estudio de ingeniería de tránsito. Se realizaron aforos vehiculares del tipo automático y direccionales, el cual es una muestra de los volúmenes para el período de tiempo en el que se realiza y tiene por objeto cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto y la dirección que toman. Los aforos automáticos se realizaron en dos estaciones de cobertura con una duración de 24 horas por 7 días, y tienen como propósito contemplar con exactitud las variaciones horarias en la zona y su clasificación detallada de tipo de vehículos. Los aforos direccionales fueron realizados un día entre semana (martes) durante 9 horas divididas en tres periodos, de 7:00 am a 10:00 am, de 12:30 pm a 15:30 pm y de 17:30 pm a 20:30 pm.

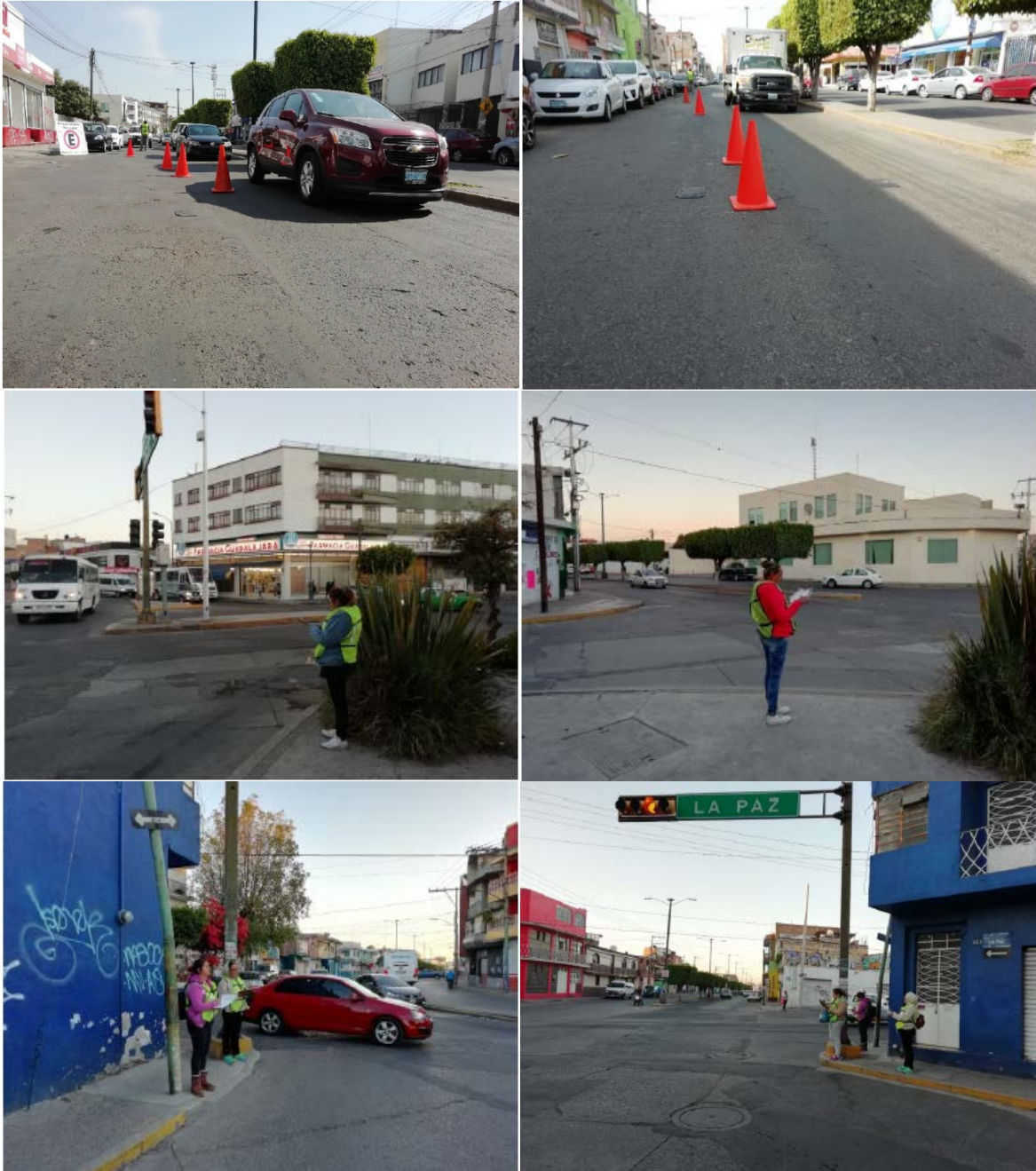
Ilustración 9.- Ubicación de las estaciones de aforo



Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

Fotografía 2.- Reporte fotográfico de los aforos vehiculares del tipo



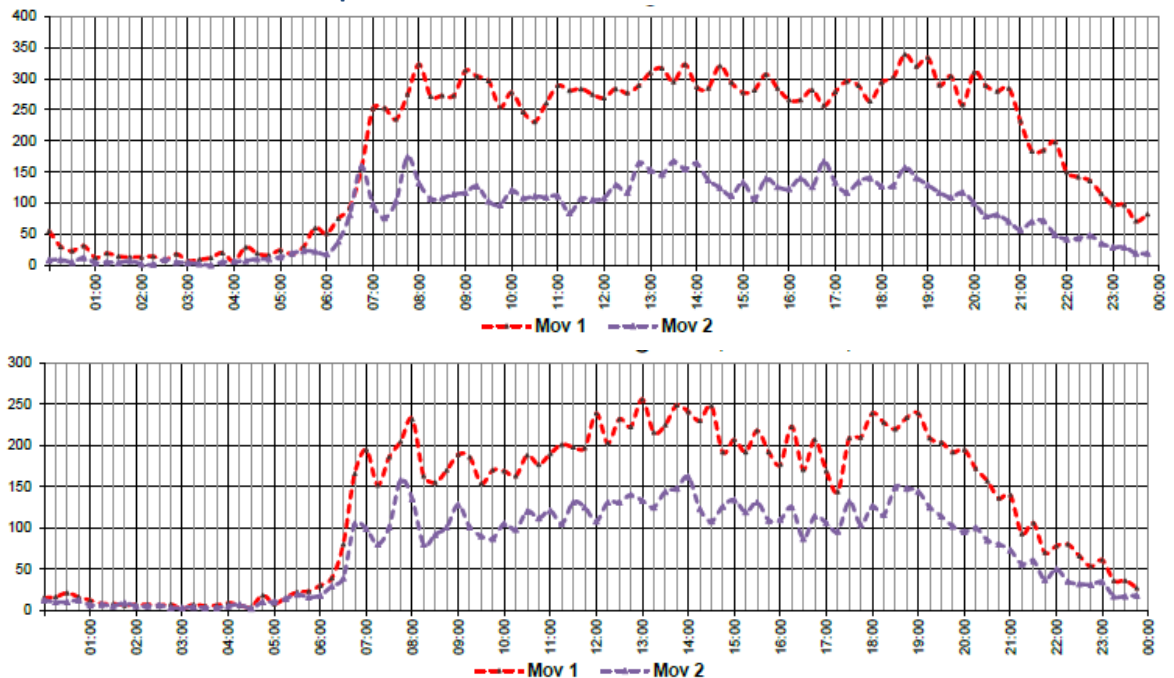




Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

Los flujos horarios son la base para el análisis de capacidad vial y del nivel de servicio, por este motivo es necesario su determinación actual y para el procesamiento del análisis futuro. En la siguiente grafica se presenta el comportamiento del volumen vehicular cada cuarto de hora, en la cual se identifica que dicho comportamiento no presenta variaciones significativas a lo largo del día.

Ilustración 10.- Comportamiento del volumen vehicular cada cuarto de hora.



Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

A continuación se presenta la tramificación por demanda de la Avenida Juan José torres Landa, la cual es muy similar a la tramificación por oferta, identificando que el tramo 2 y el 3 tienen el mismo TPDA, al igual que el tramo 5 y 6.

Ilustración 11.- Tramificación de la demanda en la situación actual



Fuente: Elaboración propia

Los datos de demanda actual se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 4.- Datos de la Demanda en la situación actual de la avenida

ID	Entre Calles	Cuerpo	Cadenamientos	TDPA 2019	Composición Vehicular		
					A	B	C
1	Díaz Ordaz y Guerrero	Derecho	0+000 al 0+400	8,415	88.68%	3.21%	8.11%
2	Guerrero y Emilio Carranza	Derecho	0+400 al 0+720	12,711	87.4%	2.84%	9.76%
3	Emilio Carranza y 5 de Febrero	Derecho	0+720 al 1+260	12,711	87.4%	2.84%	9.76%
4	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes	Derecho	1+260 al 1+560	19,090	92.01%	3.37%	4.62%
5	Díaz Ordaz y Guerrero	Izquierdo	0+000 al 0+400	7,496	86.53%	3.36%	10.11%
6	Guerrero y Emilio Carranza	Izquierdo	0+400 al 0+720	7,496	86.53%	3.36%	10.11%
7	Emilio Carranza y 5 de Febrero	Izquierdo	0+720 al 1+260	5,442	88.56%	4.47%	6.97%
8	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes	Izquierdo	1+260 al 1+560	8,082	93.87%	2.05%	4.08%

Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

Para el TDPA se usó la siguiente clasificación de acuerdo al tipo de vehículo por su tamaño.

Tabla 5.- Nomenclatura para la Clasificación Vehicular

Nomenclatura	Descripción
A	Autos, Pick Up y Van's
B	Autobuses de 2 a 4 Ejes
C	Camiones de 2 a 4 Ejes y Tráileres de 3 a 9 Ejes

a) Interacción de la Oferta-Demanda

Con los datos históricos de tránsito observados en 3 estaciones maestras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ubicadas en las Carreteras Federales, las cuales se encuentran dentro de la zona de estudio correspondiente al municipio de Irapuato, se obtuvo una media de la tasa de crecimiento de 5.44% anual en el periodo del 2009 al 2019; para el presente estudio se tomará una tasa de crecimiento conservadora del 3.5% con la que fueron calculados los valores del TDPA a futuro, partiendo del año 2019 hasta llegar al año 2049, con el objeto de estimar la demanda en los próximos 30 años.

Tabla 6.- Tasa de Crecimiento de las estaciones de la SCT

Año	Estación SCT		
	Carr. Irapuato - León	Nuevo Libramiento de Irapuato	Carr. Querétaro - Irapuato (Libre)
2009	29,100	11,945	25,752
2010	28,108	14,785	25,781
2011	31,804	24,766	25,616
2012	51,289	31,468	30,204
2013	55,221	32,407	31,389
2014	55,652	32,887	33,523
2015	59,128	34,457	35,791
2016	56,474	36,667	29,417
2017	56,910	38,102	29,255
2018	61,649	39,557	32,224
2019	63,519	39,864	32,797
Tasa de crecimiento 2009-2019	6.32%	4.38%	5.83%

Fuente: Elaboración propia con datos viales de la SCT

La capacidad vial es el máximo volumen horario equivalente de vehículos que tiene una razonable probabilidad de pasar por un punto o una sección uniforme de un carril o de una calzada, durante un determinado periodo de tiempo, bajo las condiciones prevalecientes de calzada, tránsito y control.

Se calculó el tránsito futuro para el horizonte de evaluación y se realizó un análisis de capacidad con la interacción oferta y demanda, para conocer la problemática que se presentaría en caso de no llevar a cabo el proyecto. De este análisis se observa que la Av. Juan José Torres Landa en el tramo del km 0+000 al km 1+560, cuenta con un nivel de servicio tipo “E” y “F” a lo largo del horizonte de evaluación, por lo que el nivel de servicio se encuentra deteriorado desde el año “0” (El nivel de servicio del camino está basado del “Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, Cuarta Reimpresión, SCT, México 1991”, considerando las condiciones establecidas por las características físicas del camino y la

velocidad durante el recorrido como los factores principales para identificar el nivel de servicio).

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción en base a los usuarios; Donde la “A” representa las mejores condiciones operacionales y el nivel “E”, las peores.

Se considera un nivel de servicio tipo “E” cuando el usuario no tiene facilidad de maniobra y la circulación es normalmente inestable.

Factores que afectan al Nivel de Servicio;

Velocidad, tiempo de recorrido, interrupciones del tránsito, libertad de manejo, seguridad, comodidad y costos de operación; lo anterior afecta la circulación de los usuarios, los cuales se ven reflejados en el incremento de los tiempos de recorrido, disminución de velocidades y seguridad al realizar maniobras.

Tabla 7.- Interacción Oferta – Demanda situación actual

Año		Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
0	2019	8,415	E	12,711	E	12,711	E	19,090	F
1	2020	8,668	E	13,093	E	13,093	E	19,663	F
2	2021	8,929	E	13,486	E	13,486	E	20,253	F
3	2022	9,197	E	13,891	E	13,891	E	20,861	F
4	2023	9,473	E	14,308	E	14,308	E	21,487	F
5	2024	9,758	E	14,738	E	14,738	E	22,132	F
6	2025	10,051	E	15,181	F	15,181	F	22,796	F
7	2026	10,353	E	15,637	F	15,637	F	23,480	F
8	2027	10,664	E	16,107	F	16,107	F	24,185	F
9	2028	10,984	E	16,591	F	16,591	F	24,911	F
10	2029	11,314	E	17,089	F	17,089	F	25,659	F
11	2030	11,654	E	17,602	F	17,602	F	26,429	F
12	2031	12,004	E	18,131	F	18,131	F	27,222	F
13	2032	12,365	E	18,675	F	18,675	F	28,039	F
14	2033	12,736	E	19,236	F	19,236	F	28,881	F
15	2034	13,119	E	19,814	F	19,814	F	29,748	F
16	2035	13,513	E	20,409	F	20,409	F	30,641	F
17	2036	13,919	E	21,022	F	21,022	F	31,561	F
18	2037	14,337	E	21,653	F	21,653	F	32,508	F
19	2038	14,768	E	22,303	F	22,303	F	33,484	F

Año		Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
20	2039	15,212	F	22,973	F	22,973	F	34,489	F
21	2040	15,669	F	23,663	F	23,663	F	35,524	F
22	2041	16,140	F	24,373	F	24,373	F	36,590	F
23	2042	16,625	F	25,105	F	25,105	F	37,688	F
24	2043	17,124	F	25,859	F	25,859	F	38,819	F
25	2044	17,638	F	26,635	F	26,635	F	39,984	F
26	2045	18,168	F	27,435	F	27,435	F	41,184	F
27	2046	18,714	F	28,259	F	28,259	F	42,420	F
28	2047	19,276	F	29,107	F	29,107	F	43,693	F
29	2048	19,855	F	29,981	F	29,981	F	45,004	F
30	2049	20,451	F	30,881	F	30,881	F	46,355	F

Año		Tramo 5		Tramo 6		Tramo 7		Tramo 8	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
0	2019	7,496	E	7,496	E	5,442	E	8,082	E
1	2020	7,721	E	7,721	E	5,606	E	8,325	E
2	2021	7,953	E	7,953	E	5,775	E	8,575	E
3	2022	8,192	E	8,192	E	5,949	E	8,833	E
4	2023	8,438	E	8,438	E	6,128	E	9,098	E
5	2024	8,692	E	8,692	E	6,312	E	9,371	E
6	2025	8,953	E	8,953	E	6,502	E	9,653	E
7	2026	9,222	E	9,222	E	6,698	E	9,943	E
8	2027	9,499	E	9,499	E	6,899	E	10,242	E
9	2028	9,784	E	9,784	E	7,106	E	10,550	E
10	2029	10,078	E	10,078	E	7,320	E	10,867	E
11	2030	10,381	E	10,381	E	7,540	E	11,194	E
12	2031	10,693	E	10,693	E	7,767	E	11,530	E
13	2032	11,014	E	11,014	E	8,001	E	11,876	E
14	2033	11,345	E	11,345	E	8,242	E	12,233	E
15	2034	11,686	E	11,686	E	8,490	E	12,600	E
16	2035	12,037	E	12,037	E	8,745	E	12,978	E
17	2036	12,399	E	12,399	E	9,008	E	13,368	E

Año		Tramo 5		Tramo 6		Tramo 7		Tramo 8	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
18	2037	12,771	E	12,771	E	9,279	E	13,770	E
19	2038	13,155	E	13,155	E	9,558	E	14,184	E
20	2039	13,550	E	13,550	E	9,845	E	14,610	E
21	2040	13,957	E	13,957	E	10,141	E	15,049	F
22	2041	14,376	E	14,376	E	10,446	E	15,501	F
23	2042	14,808	E	14,808	E	10,760	E	15,967	F
24	2043	15,253	F	15,253	F	11,083	E	16,447	F
25	2044	15,711	F	15,711	F	11,416	E	16,941	F
26	2045	16,183	F	16,183	F	11,759	E	17,450	F
27	2046	16,669	F	16,669	F	12,112	E	17,974	F
28	2047	17,170	F	17,170	F	12,476	E	18,514	F
29	2048	17,686	F	17,686	F	12,851	E	19,070	F
30	2049	18,217	F	18,217	F	13,237	E	19,643	F

Fuente: Elaboración propia

III. Situación sin el PPI

De no realizarse el proyecto, en los próximos años del horizonte de análisis, el aforo vehicular crecería al menos al 3.5% anual. Con estas consideraciones, se espera que los costos por pérdida de tiempo de las personas, así como de operación vehicular se incrementen conforme al crecimiento del aforo; y por tanto, las emisiones de contaminantes y la inseguridad de usuarios empeorarían a lo largo del horizonte de análisis.

Para la situación sin proyecto se plantea el caso de no llevar a cabo la construcción del distribuidor Cibeles y, por tanto, no atender la problemática detectada; con lo anterior se plantean diferentes supuestos (considerados los de mayor relevancia) tanto técnicos como económicos.

- La vida útil y el horizonte de evaluación es de 31 años, considerando 1 de construcción y 30 años de evaluación.
- Los beneficios considerados son los beneficios directos por asignación de tráfico, y se calcularon a partir de los ahorros por reducción de tiempo y en los costos de operación vehicular, al calcular los CGV's.
- La tasa de crecimiento vehicular por incrementos porcentuales es de 3.5%.
- Tasa social de descuento del 10% utilizada por la Unidad de Programas y proyectos de Inversión de la SHCP.

- Se consideran precios constantes de 2019 a lo largo del horizonte de evaluación.

a) Optimizaciones

La problemática se presenta en gran parte por la presencia de baches y deformaciones en la superficie del pavimento a lo largo de la avenida del tramo que va del km 0+000 al km 1+560; en temporadas de lluvias éstas se van agravando y surgiendo más a lo largo de la ruta, lo que posteriormente va debilitando la sección estructural de la calzada, el daño se va agravando cada año lo cual se traduce en afectaciones en el alineamiento horizontal y vertical a consecuencia de las condiciones climatológicas de la región y al terreno en el que se encuentra ubicado el proyecto. Las condiciones físicas de la avenida ocasionan a los usuarios recorridos a bajas velocidades, elevados tiempos de desplazamiento, lo cual se traduce en altos costos generalizados de viaje, tomando en cuenta que estas problemáticas aumentan cuando se generan inundaciones y encharcamientos en época de lluvia dejando casi nula la circulación en algunos subtramos.

Como medidas de bajo costos que optimicen las condiciones actuales, se propone bachear, aplicar riego de sello en zonas aisladas, y la aplicación de señalamiento horizontal. Con estas acciones se incrementarán de manera poco significativa las velocidades de operación, ya que la superficie continuará con un IRI alto, esto debido a que las losas hidráulicas actuales se encuentran desfasadas en las juntas y para ser reparadas se requiere de una mayor inversión.

Con la aplicación del señalamiento se contará con un ordenamiento de los carriles, brindando una circulación con un flujo marginalmente más continuo, ya que se podrá controlar la alineación del carril y que además el transporte público pueda realizar sus paradas sin estorbar al resto de los usuarios.

Tabla 8.- Optimizaciones

Tramo	Acciones por realizar	Monto	Velocidad (km/hr)	Estado Físico	IRI
1	Bacheo, aplicación de riego de sello y señalamiento horizontal	\$ 1,014,000.00	35.0	Malo	5.0
2		\$811,200.00	35.0	Malo	5.0
3		\$1,368,900.00	35.0	Malo	5.0
4		\$760,500.00	35.0	Malo	5.0
5		\$1,014,000.00	30.0	Malo	5.0
6		\$811,200.00	30.0	Malo	5.0
7		\$1,368,900.00	30.0	Malo	5.0

Tramo	Acciones por realizar	Monto	Velocidad (km/hr)	Estado Físico	IRI
8		\$760,500.00	30.0	Malo	3.5
Total		\$7,909,200.00			

Fuente: Elaboración propia

a) Análisis de la Oferta

La oferta del proyecto continúa siendo la misma que la situación actual, dado que no se está ampliando ni construyendo tramo alguno. Únicamente considerando la implementación de las optimizaciones se presentarían mejoras en las velocidades de recorrido y en el IRI.

Tabla 9.- Datos de la oferta en la situación sin proyecto de la avenida

Características	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Longitud (km)	0.40	0.32	0.54	0.30
Tipo de Sección	C6	C6	C6	C6
Sección (m)	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0
Ancho de calzada (m)	8.0	8.0	8.0	8.0
Carriles	2	2	2	2
Estacionamiento	1	1	1	1
Ancho de carril (m)	2.8	2.8	2.8	2.8
Camellón (m)	1.2	1.2	1.2	1.2
Banqueta (m)	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9
Pavimento	Hidráulico	Asfáltico	Hidráulico	Asfáltico
IRI promedio	5.0	5.0	5.0	5.0
Estado físico	Malo	Malo	Malo	Malo
Velocidad de operación (km/hr)	35.0	35.0	35.0	35.0
Tiempo de Recorrido (min)	0.69	0.55	0.93	0.51

Características	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Longitud (km)	0.40	0.32	0.54	0.30
Tipo de Sección	C6	C6	C6	C6
Sección (m)	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0
Ancho de calzada (m)	8.0	8.0	8.0	8.0
Carriles	2	2	2	2

Características	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Estacionamiento	1	1	1	1
Ancho de carril (m)	2.8	2.8	2.8	2.8
Camellón (m)	1.2	1.2	1.2	1.2
Banqueta (m)	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9
Pavimento	Hidráulico	Asfáltico	Hidráulico	Asfáltico
IRI promedio	5.0	5.0	5.0	3.5
Estado físico	Malo	Malo	Malo	Regular
Velocidad de operación (km/hr)	30.0	30.0	30.0	30.0
Tiempo de Recorrido (min)	0.80	0.64	1.08	0.60

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12.- Tramificación de la demanda en la situación sin proyecto



Fuente: Elaboración propia

a) Análisis de la demanda

Para la situación optimizada, la demanda es la misma que existe en la situación actual, ya que no existen cambios sustanciales en la infraestructura que modifiquen los flujos vehiculares en la zona de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se muestran los TPDA 2019 para cada uno de los tramos de la Av. Juan José Torres Landa en la situación actual.

Los datos de demanda en la situación sin proyecto de los movimientos relevantes se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 10.- Datos de la Demanda en la situación sin proyecto de la avenida

ID	Entre Calles	Cuerpo	Cadenamientos	TDPA 2019	Composición Vehicular		
					A	B	C
1	Díaz Ordaz y Guerrero	Derecho	0+000 al 0+400	8,415	88.68%	3.21%	8.11%
2	Guerrero y Emilio Carranza	Derecho	0+400 al 0+720	12,711	87.4%	2.84%	9.76%
3	Emilio Carranza y 5 de Febrero	Derecho	0+720 al 1+260	12,711	87.4%	2.84%	9.76%
4	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes	Derecho	1+260 al 1+560	19,090	92.01%	3.37%	4.62%
5	Díaz Ordaz y Guerrero	Izquierdo	0+000 al 0+400	7,496	86.53%	3.36%	10.11%
6	Guerrero y Emilio Carranza	Izquierdo	0+400 al 0+720	7,496	86.53%	3.36%	10.11%
7	Emilio Carranza y 5 de Febrero	Izquierdo	0+720 al 1+260	5,442	88.56%	4.47%	6.97%
8	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes	Izquierdo	1+260 al 1+560	8,082	93.87%	2.05%	4.08%

Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

b) Diagnóstico de la interacción Oferta-Demanda

El análisis de capacidad de la situación sin proyecto es similar al presentado en la situación actual, ya que los trabajos pueden mejorar las velocidades en los primeros años, sin embargo, con el paso de los vehículos y las temporadas de lluvia la superficie de rodamiento presentará deformaciones que obliguen al usuario a disminuir su velocidad.

Además, las velocidades optimizadas no se consideran adecuadas para el correcto funcionamiento de la avenida, dado que llevan a un bajo nivel de servicio, asimismo, los usuarios buscan continuidad, comodidad, seguridad y rapidez en su viaje, lo cual sólo se logra de manera marginal con la ejecución de las optimizaciones.

Tabla 11.- Interacción Oferta – Demanda situación sin proyecto

Año		Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
0	2019	8,415	D	12,711	D	12,711	D	19,090	D
1	2020	8,668	D	13,093	D	13,093	D	19,663	D
2	2021	8,929	D	13,486	D	13,486	D	20,253	D
3	2022	9,197	D	13,891	D	13,891	D	20,861	D
4	2023	9,473	E	14,308	E	14,308	E	21,487	F
5	2024	9,758	E	14,738	E	14,738	E	22,132	F
6	2025	10,051	E	15,181	F	15,181	F	22,796	F
7	2026	10,353	E	15,637	F	15,637	F	23,480	F
8	2027	10,664	E	16,107	F	16,107	F	24,185	F
9	2028	10,984	E	16,591	F	16,591	F	24,911	F
10	2029	11,314	E	17,089	F	17,089	F	25,659	F
11	2030	11,654	E	17,602	F	17,602	F	26,429	F
12	2031	12,004	E	18,131	F	18,131	F	27,222	F
13	2032	12,365	E	18,675	F	18,675	F	28,039	F
14	2033	12,736	E	19,236	F	19,236	F	28,881	F
15	2034	13,119	E	19,814	F	19,814	F	29,748	F
16	2035	13,513	E	20,409	F	20,409	F	30,641	F
17	2036	13,919	E	21,022	F	21,022	F	31,561	F
18	2037	14,337	E	21,653	F	21,653	F	32,508	F
19	2038	14,768	E	22,303	F	22,303	F	33,484	F

Año		Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
20	2039	15,212	F	22,973	F	22,973	F	34,489	F
21	2040	15,669	F	23,663	F	23,663	F	35,524	F
22	2041	16,140	F	24,373	F	24,373	F	36,590	F
23	2042	16,625	F	25,105	F	25,105	F	37,688	F
24	2043	17,124	F	25,859	F	25,859	F	38,819	F
25	2044	17,638	F	26,635	F	26,635	F	39,984	F
26	2045	18,168	F	27,435	F	27,435	F	41,184	F
27	2046	18,714	F	28,259	F	28,259	F	42,420	F
28	2047	19,276	F	29,107	F	29,107	F	43,693	F
29	2048	19,855	F	29,981	F	29,981	F	45,004	F
30	2049	20,451	F	30,881	F	30,881	F	46,355	F

Año		Tramo 5		Tramo 6		Tramo 7		Tramo 8	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
0	2019	7,496	D	7,496	D	5,442	D	8,082	D
1	2020	7,721	D	7,721	D	5,606	D	8,325	D
2	2021	7,953	D	7,953	D	5,775	D	8,575	D
3	2022	8,192	D	8,192	D	5,949	D	8,833	D
4	2023	8,438	E	8,438	E	6,128	E	9,098	E
5	2024	8,692	E	8,692	E	6,312	E	9,371	E
6	2025	8,953	E	8,953	E	6,502	E	9,653	E
7	2026	9,222	E	9,222	E	6,698	E	9,943	E
8	2027	9,499	E	9,499	E	6,899	E	10,242	E
9	2028	9,784	E	9,784	E	7,106	E	10,550	E
10	2029	10,078	E	10,078	E	7,320	E	10,867	E
11	2030	10,381	E	10,381	E	7,540	E	11,194	E
12	2031	10,693	E	10,693	E	7,767	E	11,530	E
13	2032	11,014	E	11,014	E	8,001	E	11,876	E
14	2033	11,345	E	11,345	E	8,242	E	12,233	E
15	2034	11,686	E	11,686	E	8,490	E	12,600	E
16	2035	12,037	E	12,037	E	8,745	E	12,978	E
17	2036	12,399	E	12,399	E	9,008	E	13,368	E
18	2037	12,771	E	12,771	E	9,279	E	13,770	E
19	2038	13,155	E	13,155	E	9,558	E	14,184	E

Año		Tramo 5		Tramo 6		Tramo 7		Tramo 8	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
20	2039	13,550	E	13,550	E	9,845	E	14,610	E
21	2040	13,957	E	13,957	E	10,141	E	15,049	F
22	2041	14,376	E	14,376	E	10,446	E	15,501	F
23	2042	14,808	E	14,808	E	10,760	E	15,967	F
24	2043	15,253	F	15,253	F	11,083	E	16,447	F
25	2044	15,711	F	15,711	F	11,416	E	16,941	F
26	2045	16,183	F	16,183	F	11,759	E	17,450	F
27	2046	16,669	F	16,669	F	12,112	E	17,974	F
28	2047	17,170	F	17,170	F	12,476	E	18,514	F
29	2048	17,686	F	17,686	F	12,851	E	19,070	F
30	2049	18,217	F	18,217	F	13,237	E	19,643	F

Fuente: Elaboración propia

a) Alternativas de solución

Con la finalidad de analizar diferentes alternativas que permitan maximizar los beneficios netos de la inversión a realizar, se consideran 2 soluciones técnicas. Estas alternativas presentan los mismos beneficios, de manera que se analizarán los costos de cada una de ellas para determinar la más conveniente.

Alternativa A

La Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, consiste principalmente en la reconstrucción de la estructura de pavimento de 1.56 kilómetros, incluye las terracerías (sub rasante, base hidráulica, y riego de impregnación). La superficie de pavimento será a base de **concreto hidráulico** de 25 cm de espesor.

El proyecto incluye además la reconstrucción de las banquetas, guarniciones y el camellón central. Al mismo tiempo de la construcción de las instalaciones de agua potable, drenaje pluvial, drenaje sanitario, alumbrado público, línea de media tensión subterránea. Como parte de la operación de la avenida se incluye el señalamiento horizontal, vertical, semaforización, y mobiliario para las paradas del transporte público.

La sección total con proyecto continuará siendo la misma; la cual tiene una variación de 19.4 a 21 metros. El ancho de calzada será de 8.7, con la cual el ancho de los 2 carriles de circulación y el de estacionamiento serán un poco más amplios, esto para aumentar el nivel de confianza de los usuarios y por consiguiente las velocidades. Las banquetas tendrán un ancho de 1.5mts, y el camellón tendrá un ancho variable de 0.60 a 1.2 mts.

El monto total de inversión, sin incluir el IVA, se estima en 82.73 mdp con una vida útil de 30 años y un periodo de ejecución de 1 año. Se consideran los costos de mantenimiento y conservación por mantenimiento normal de \$31,000 por km/carril anuales, conservación rutinaria cada 5 años por \$260,000 por km/carril, y la reparación mayor cada 10 años por \$1,020,000 por km/carril.

Alternativa B

La Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, consiste principalmente en la reconstrucción de la estructura de pavimento de 1.56 kilómetros, incluye las terracerías (sub rasante, base hidráulica, y riego de impregnación). La superficie de pavimento será a base de **concreto asfáltico** de 20 cm de espesor.

El proyecto incluye además la reconstrucción de las banquetas, guarniciones y el camellón central. También la construcción de las instalaciones de agua potable, drenaje pluvial, drenaje sanitario, alumbrado público, línea de media tensión subterránea. Como parte de la operación de la avenida se incluye el señalamiento horizontal, vertical, semaforización, y mobiliario para las paradas del transporte público.

La sección total con proyecto continuará siendo la misma la cual tiene una variación de 19.4 a 21 metros. El ancho de calzada será de 8.7, con la cual el ancho de los 2 carriles de circulación y el de estacionamiento serán un poco más amplios, esto para aumentar el nivel de confianza de los usuarios y por consiguiente las velocidades. Las banquetas tendrán un ancho de 1.5mts, y el camellón tendrá un ancho variable de 0.60 a 1.2 mts.

El monto total de inversión, sin incluir el IVA, se estima en 76.45 mdp con una vida útil de 30 años y un periodo de ejecución de 1 año. Se consideran los costos de mantenimiento y conservación por mantenimiento normal de \$82,500 por km/carril anuales, conservación rutinaria cada 5 años por \$655,000 por km/carril, y la reparación mayor cada 10 años por \$1,120,000 por km/carril, y la reconstrucción mayor cada 15 años por \$3,500,000 por km/carril.

Tabla 12.- Análisis de alternativas (cantidades en pesos)

Concepto	Alternativa A	Alternativa B
Tasa de Descuento	10.00%	10.00%
Horizonte de evaluación (años)	30	30
Inversión Inicial (social)	\$82,731,407.25	\$76,459,707.76
Costos Anual Equivalente	\$9,863,681.20	\$10,819,453.07

Fuente: Elaboración propia

Se seleccionó la alternativa 1 de pavimento hidráulico, considerando que es la que mayores ventajas sociales y económicas ofrece de acuerdo al análisis realizado, dado que representa menores costos. Además, con la superficie de rodamiento a base de concreto hidráulico, se

espera que el proyecto se mantenga brindando los beneficios durante un mayor periodo sin necesidad de realizar reparaciones constantes, ya que por la operación de la avenida la cual genera detenciones por los semáforos y el transporte público el deterioro a la superficie de rodamiento será menor a la alternativa 2.

IV. Situación con el PPI

a) Descripción general

El proyecto a desarrollar consiste en un proyecto de infraestructura económica:

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"/>

El proyecto ejecutivo de la pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, tiene como objetivo mejorar la movilidad del llamado segundo cinturón vial y la conexión con las principales arterias viales y su conexión con el tercer anillo vial. De igual manera, con la puesta en marcha la continuación del 4to. Cinturón vial, resulta una vialidad importante ya que ayudará a canalizar el flujo vehicular y a distribuirlo de una manera más organizada evitando de esta manera los conflictos vehiculares actuales.

La Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, consiste principalmente en la reconstrucción de la estructura de pavimento de 1.56 kilómetros, incluye las terracerías (sub rasante, base hidráulica, y riego de impregnación). La superficie de pavimento será a base de concreto hidráulico de 25 cm de espesor.

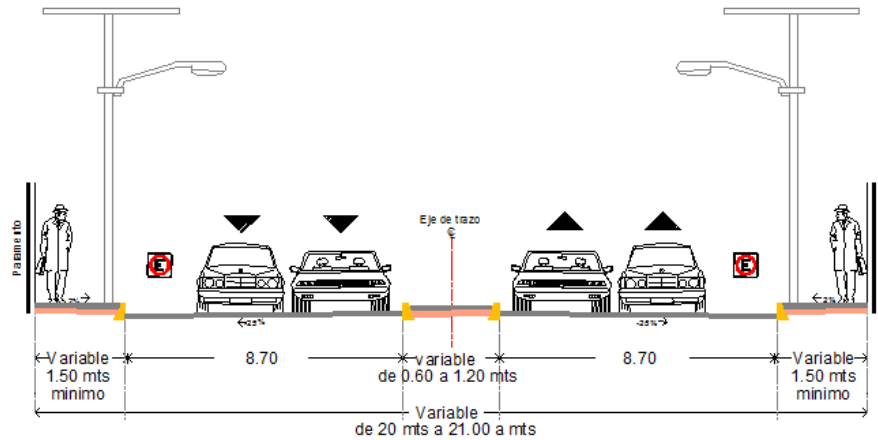
El proyecto incluye también la reconstrucción de las banquetas, guarniciones y el camellón central. Además de la construcción de las instalaciones de agua potable, drenaje pluvial, drenaje sanitario, alumbrado público, línea de media tensión subterránea.

Como parte de la operación de la avenida se incluye el señalamiento horizontal, vertical, semaforización, y mobiliario para las paradas del transporte público.

La sección total con proyecto continuará siendo la misma la cual tiene una variación de 19.4 a 21 metros. El ancho de calzada será de 8.7, con la cual el ancho de los 2 carriles de circulación y el de estacionamiento serán un poco más amplios, esto para aumentar el nivel de confianza de

los usuarios y por consiguiente las velocidades. Las banquetas tendrán un ancho de 1.5mts, y el camellón tendrá un ancho variable de 0.60 a 1.2 mts.

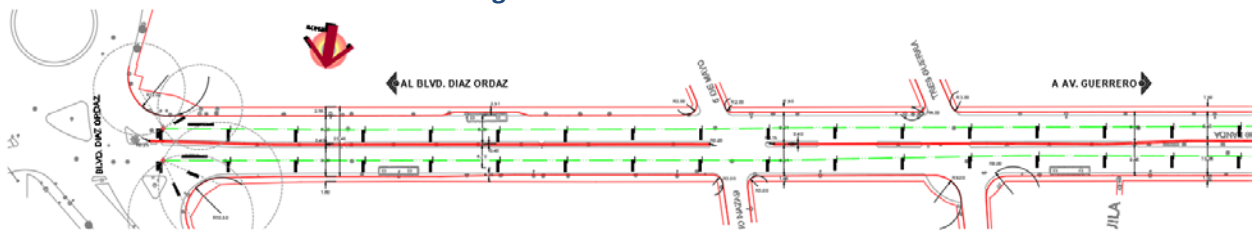
Ilustración 13.- Sección transversal del proyecto ejecutivo



SECCION TIPO

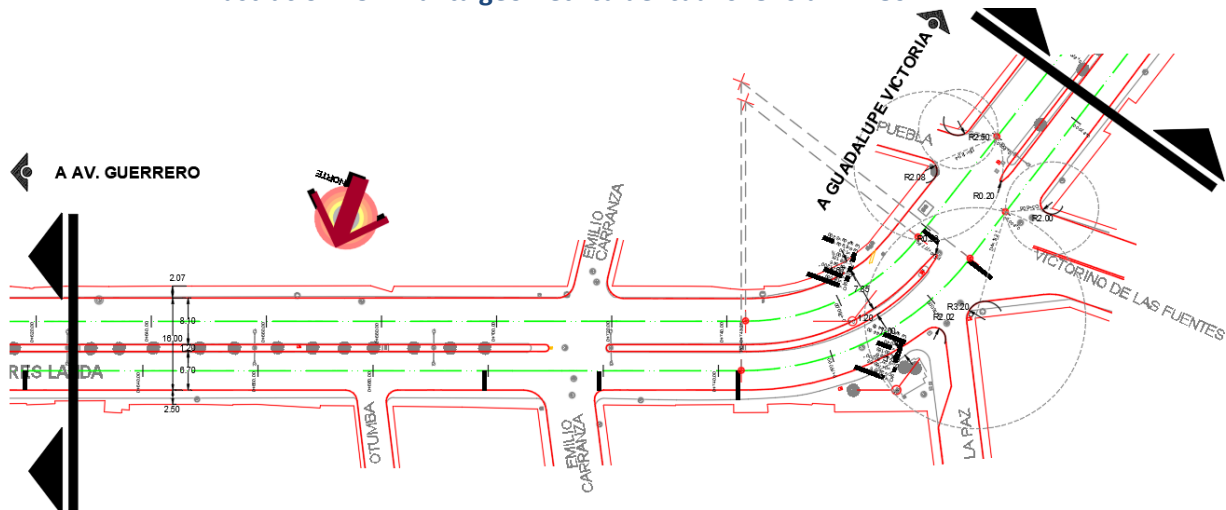
Fuente: Proyecto ejecutivo

Ilustración 14.- Planta geométrica del cad. 0+000 al 0+320



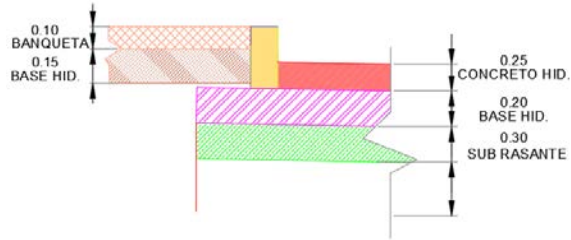
Fuente: Proyecto ejecutivo

Ilustración 15.- Planta geométrica del cad. 0+840 al 1+180



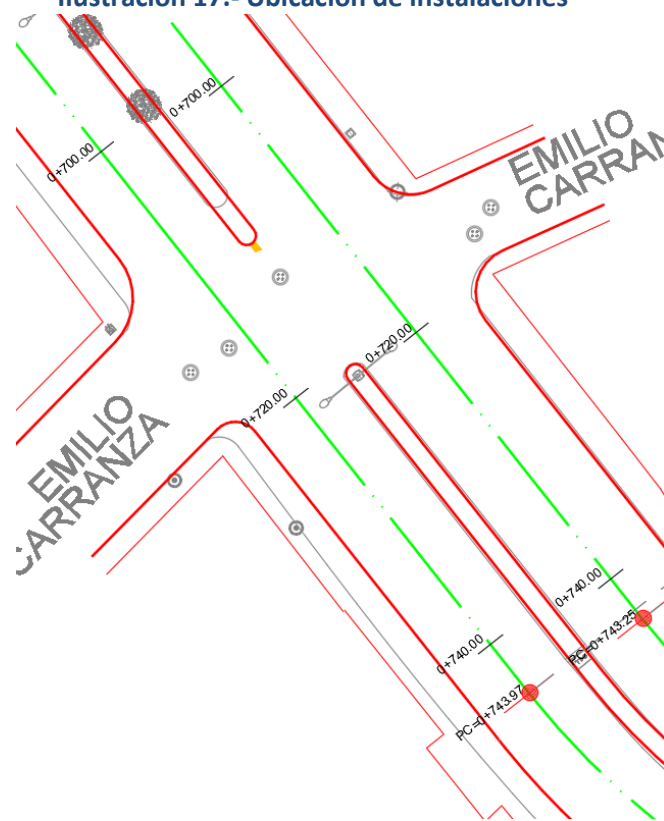
Fuente: Proyecto ejecutivo

Ilustración 16.- Estructura de pavimento del proyecto



Fuente: Proyecto ejecutivo

Ilustración 17.- Ubicación de instalaciones



Fuente: Proyecto ejecutivo

Componente	Cantidad	Principales características
Pavimentación	27,144 m ²	Sub-Rasante de material de banco tepetate (limo arenoso) compactada al 95% de su P.V.S.M. en un espesor de 30 cm. Base hidráulica de 20 cm de espesor con material de banco/grava triturada. Suministro y tendido de pavimento hidráulico de 25 cm., de espesor con concreto hidráulico fabricado
Guarniciones	6,240 ml	Guarnición trapezoidal de 0.15 x 0.20 x 0.40 mts. de concreto premezclado f'c=200 kg/cm
Banquetas	4,680 m ²	Base para banqueta de 15 cm. de espesor con material de banco, compactado con rodillo manual vibratorio al 90% de su P.V.S.M. Banqueta de concreto premezclado f'c=150 kg/cm t.m.a. 3/4", r.n., de 10 cm de espesor
Camellón Central	1,404 m ²	Base para camellón central de 15 cm. de espesor con material de banco, compactado con rodillo manual vibratorio al 90% de su P.V.S.M. Camellón de concreto premezclado f'c=150 kg/cm t.m.a. 3/4", r.n., de 10 cm de espesor, acabado estampado molde cuadrículado color ocre.
Agua Potable	792.69 ml	Suministro (incluido el flete y acarreo hasta el almacén de la obra) y colocación de tubería nueva de PVC hidráulico ánger.
Tomas Domiciliarias	114 pzas	Toma domiciliaria de 3" a 1/2", incluye: medidor de agua, suministro e instalación de las siguientes piezas especiales, abrazadera pvc 3", válvula de inserción compresión c/cuerda y adaptador macho de bronce para tubería multicapa kitec.
Drenaje Pluvial	1,560 ml	Suministro e Instalación de tubería de polietileno de alta densidad N-12 de 30" (750 mm) de diámetro, en líneas de alcantarillado. Construcción de 15 pozos de visita tipo especial de profundidad variable, para tubería de 76 a 105 cm de diámetro.
Bocas de tormenta	93 pzas	Boca de tormenta de 40 x 60x135 cm de profundidad con muro de tabique de 14 cm de espesor.
Drenaje Sanitario	3,120 ml	Suministro y Colocación de tubería de PVC sanitaria serie 20 de 10"(25CM) de diámetro.
Drenaje Sanitario	117 pzas	Pozo de visita tipo común de profundidad interior variable, con media caña de 25 a 61 cm de diámetro, plantilla de concreto pobre f'c= 100 kg/cm ² de 5 cm de espesor
Alumbrado Publico	46 pzas	Suministro y colocación de poste de 9,00 mts. Fabricado con lámina calibre 11.
Alumbrado Publico	2,887 ml	Suministro y colocación de Cable para distribución subterránea tipo XLP, para 90 °C, 600 V con conductores de aluminio y aislamiento de polietileno XLP fabricado de acuerdo a la norma de referencia NRF-052- CFE
Electrificación de	605 ml	Suministro y colocación de línea de distribución a

Componente	Cantidad	Principales características
media tensión		base de cable múltiple de aluminio 3+1 cal 3/0-1/0
Media tensión subterránea	630 ml	Suministro y colocación de cable de energía cal. 500 monoconductor formado por conductor de aluminio duro 1350, con pantalla semiconductor sobre el conductor y aislamiento de polietileno de cadena cruzada (xlp).
Señalamiento vertical	218 pzas	Suministro y colocación de señal preventiva, restrictiva, e informativa.
Señalamiento Horizontal	6,240 ml	Suministro y aplicación de raya discontinua de 15 cms. De ancho con pintura TERMOPLASTICA para trafico
Semaforización	38 pzas	Suministro e instalación de poste metálico M-48 C tipo pedestal de 2.5 mts de altura, con preparación para colocar un semáforo.
Semaforización	4 pzas	Suministro e instalación de control de tráfico c-216 con comunicación bidireccional el c-216 cuenta con panel de leds en cada una de las tarjetas de carga y de señal para una rápida visualización del estado de las luces.
Imagen Urbana	115 pzas	Suministro y colocación de árboles gravillea de tres pulgadas de diámetro y dos metros altura, incluye: colocación, tierra lama y riego hasta la entrega de la obra.
Mobiliario Urbano	8 pzas	Suministro y colocación de Parabús marca BKT Modelo BKT-PA-002/SR/420, Especificaciones: 420 cm de largo, 250 cm de alto, 100 cm de ancho
Mobiliario Urbano	12 pzas	Suministro y colocación de Banca con respaldo con cuatro apoyos marca BKT modelo BAN-007/ME/130 de 130 x 65 x 80

b) Alineación estratégica

El esquema de alineación del proyecto con los diferentes instrumentos de planeación, de acuerdo al orden jerárquico del sistema nacional, se presenta en la tabla siguiente:

Plan Estatal de Desarrollo 2040

Dimensión 4: Medio ambiente y Territorio

OBJETIVO 3.2.2 Incrementar la cobertura, calidad, eficiencia y competitividad de la infraestructura del estado.

Estrategia 3.2.2.4 Fortalecimiento de la infraestructura logística de la entidad con base en las necesidades de los sectores económicos tradicionales, emergentes y estratégicos.

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura.

Programa de Gobierno 2018-2024

Eje Desarrollo ordenado y sostenible

Objetivo 5.2.4 Consolidar la infraestructura para el desarrollo con enfoque de sustentabilidad.

Estrategia 4. Fortalecimiento de la red de conectividad terrestre

Principales acciones

- Desarrollar programas de infraestructura para la movilidad sustentable y su interconectividad.
- Construir y modernizar la infraestructura vial estratégica.
- Construir pasos vehiculares a desnivel en los entronques con los accesos a localidades para una operación segura.
- Construir libramientos para disminuir los volúmenes de tránsito en las vialidades urbanas y acceso a las ciudades.

Programa de Gobierno Municipal 2018 -2021 Irapuato

Eje 2. Movilidad: Mejora de la movilidad del Municipio a través de fomentar la cultura vial, mejorar la infraestructura vial y eficientar el transporte, para un Irapuato moderno.

Objetivo M-2. Irapuato Moderno: Mejorar la movilidad del Municipio.

Meta M 2.2 Modernizar la infraestructura vial.

Estrategia. Realizando mejoras y mantenimiento de la infraestructura vial actual.

Acciones o Proyectos.

Realizar acciones de mejora y mantenimiento vial mayor y menor en vialidades, caminos, puentes peatonales y vehiculares.

Plan Municipal de Desarrollo 2013-2040

Ámbito 5: Infraestructura y servicios.

Componente 5.1: Movilidad Integral.

Objetivo particular 5.1.1: Construir una red integral de vías de comunicación.

Componente 5.3: Servicios Básicos.

Objetivo particular 5.3.1: Garantizar una gestión efectiva y de calidad de los servicios básicos.

c) Localización geográfica

El proyecto en análisis se localiza en el municipio de Irapuato, en el estado de Guanajuato.

Ilustración 18.- Ubicación regional del proyecto



Fuente: Elaboración propia

El proyecto se ubica en la periferia del centro de la ciudad, el km 0+000 ubicado en la glorieta Niños Héroes en la intersección de la avenida Torres Landa con el bulevar Díaz Ordaz, tiene las coordenadas 20.680241°, -101.347463°. El km 1+560 se ubica en la glorieta de San Antonio, en la intersección de la avenida con la Calle Calzada de los Insurgentes, tiene las coordenadas 20.671045°, -101.355646°.

Ilustración 19.- Microlocalización del proyecto ejecutivo



Fuente: Elaboración propia

d) Calendario de actividades

Calendario de programación de las principales acciones por realizar para generar los componentes del proyecto:

Tabla 13.- Calendario de actividades 2019

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Demoliciones y preliminares					
Drenaje Sanitario					
Drenaje Pluvial					
Descargas Domiciliarias					
Instalación Hidráulica					
Tomas Domiciliarias					
Terracerías					
Pavimentos					
Guarniciones y Banquetas					
Imagen Urbana					
Señalización					

Fuente: Proyecto Ejecutivo

El presente calendario de actividades e inversión, no contempla los futuros riesgos asociados al proyecto por retraso en la culminación de la obra. Dichos riesgos pueden deberse a la insuficiencia presupuestal, aumento en el costo de materiales para la modernización del camino, sucesos meteorológicos y demanda de la población de obras adicionales al momento de la pavimentación de la avenida.

e) Monto total de inversión

Tabla 14.- Monto de Inversión

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
Pavimentación	\$37,703,260.73
Guarniciones y Banquetas	\$3,733,418.98
Camellón Central	\$1,835,959.27
Agua Potable	\$714,921.90
Drenaje Pluvial	\$9,045,765.84
Drenaje Sanitario	\$8,788,058.76
Electrificación de media tensión	\$1,095,921.82
Media tensión subterránea	\$5,536,566.68
Señalamiento vertical	\$1,432,211.78
Señalamiento Horizontal	\$1,716,188.96
Semaforización	\$6,171,221.50
Alumbrado Publico	\$2,144,722.48
Imagen Urbana	\$424,924.96
Mobiliario Urbano	\$2,388,263.59
Subtotal de Componentes/Rubros	\$82,731,407.25
Impuesto al Valor Agregado	\$13,237,025.16
Total	\$95,968,432.41

Fuente: Proyecto Ejecutivo

f) Fuentes de financiamiento

Los recursos que permitirán financiar este proyecto son de origen Estatal y Municipal, como se aprecia a continuación:

Tabla 15.- Fuente de Financiamiento

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			
2. Estatales	Estatal y Municipal	\$95,968,432.41	100%
3. Municipales			

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
4. Fideicomisos			
5. Otros			
Total sin IVA		\$95,968,432.41	100%

Fuente: Municipio de Irapuato

g) Capacidad instalada

De acuerdo 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 de acuerdo a las condiciones existentes de variación de velocidad y volúmenes de tránsito se mantiene con un nivel de servicio adecuado en los primeros 10 años del horizonte analizado. Lo cual significa que se tendrán velocidades de circulación altas y estables a lo largo del tramo de la avenida analizada. La velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No hay restricción de las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

Tabla 16.- Comparación situación actual, sin proyecto y son proyecto

Tramo	Situación actual			Situación sin proyecto			Situación sin proyecto		
	Velocidad (km/hr)	Estado Físico	IRI	Velocidad (km/hr)	Estado Físico	IRI	Velocidad (km/hr)	Estado Físico	IRI
1	27.94	Malo	6.55	35.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
2	27.94	Malo	6.55	35.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
3	27.94	Malo	6.55	35.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
4	27.94	Malo	9.37	35.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
5	16.68	Malo	7.82	30.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
6	16.68	Malo	7.82	30.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
7	16.68	Malo	7.82	30.0	Malo	5.0	40.0	Bueno	3.0
8	16.68	Malo	4.5	30.0	Malo	3.5	40.0	Bueno	3.0

Fuente: Elaboración propia

h) Metas anuales y totales de producción

Las metas físicas esperadas con la ejecución del proyecto son las siguientes:

Tabla 17.- Características de los componentes del proyecto

Año	Componente	Meta
-----	------------	------

Año	Componente	Meta
2019	Pavimentación	27,144 m2
2019	Guarniciones	6,240 ml
2019	Banquetas	4,680 m2
2019	Camellón Central	1,404 m2
2019	Alumbrado Público (lámparas)	46 pzas
2019	Alumbrado Público (cableado)	2,887 ml
2019	Señalamiento vertical	218 pzas
2019	Señalamiento Horizontal	6,240 ml
2019	Semaforización	38 pzas
2019	Mobiliario Urbano (Parabús)	8 pzas
2019	Mobiliario Urbano (Banca)	12 pzas

Fuente: Proyecto ejecutivo

i) Vida útil

Tabla 18.- Vida útil del proyecto

Vida útil del PPI	
Vida útil en años	La vida útil del proyecto es por un periodo 30 años, considerando 1 año de construcción.

Fuente: Municipio de Irapuato

j) Descripción de los aspectos más relevantes

Estudios técnicos

La Dirección de Obras Públicas Municipales de Irapuato cuenta con el proyecto ejecutivo de la Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio

Estudios legales

Los trabajos a realizar serán sobre el derecho de vía existente de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, por lo que se cuenta con el 100%.

Estudios ambientales

La Dirección de Obras Públicas Municipales de Irapuato cuenta con una Manifestación de Impacto ambiental, Modalidad General “A” la cual se encuentre en revisión para su posterior validación.

Estudios de mercado

La Dirección de Obras Públicas Municipales de Irapuato en el 2019 realizó el Estudio de Ingeniería Vial de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio para determinar la demanda de la misma.

k) Análisis de la Oferta

La Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, consiste principalmente en la reconstrucción de la estructura de pavimento de 1.56 kilómetros, incluye las terracerías (sub rasante, base hidráulica, y riego de impregnación). La superficie de pavimento será a base de concreto hidráulico de 25 cm de espesor.

El proyecto incluye además la reconstrucción de las banquetas, guarniciones y el camellón central. Conjuntamente la construcción de las instalaciones de agua potable, drenaje pluvial, drenaje sanitario, alumbrado público, línea de media tensión subterránea. Como parte de la operación de la avenida se incluye el señalamiento horizontal, vertical, semaforización, y mobiliario para las paradas del transporte público.

La sección total con proyecto continuará siendo la misma la cual tiene una variación de 19.4 a 21 metros. El ancho de calzada será de 8.7, con la cual el ancho de los 2 carriles de circulación y el de estacionamiento serán un poco más amplios, esto para aumentar el nivel de confianza de los usuarios y por consiguiente las velocidades. Las banquetas tendrán un ancho de 1.5mts, y el camellón tendrá un ancho variable de 0.60 a 1.2 mts.

Tabla 19.- Datos de la oferta en la situación con proyecto de la avenida

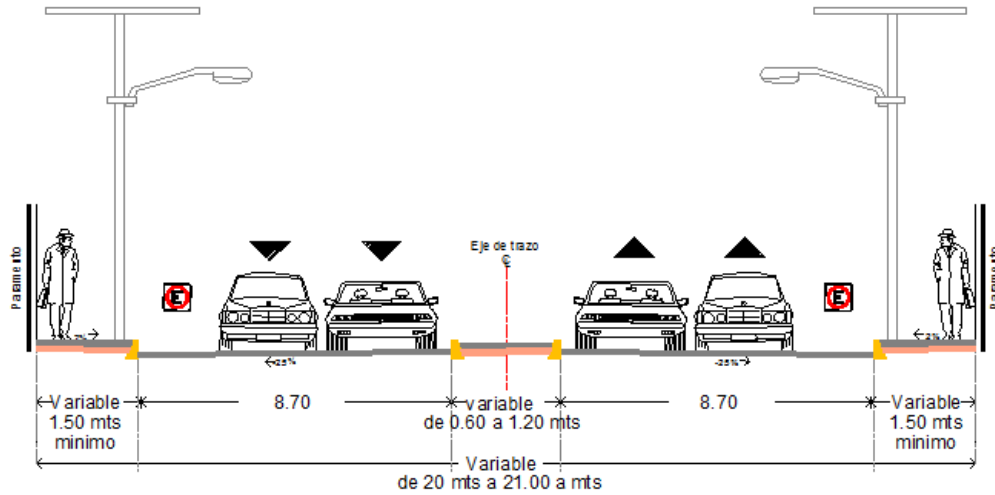
Características	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
-----------------	---------	---------	---------	---------

Longitud (km)	0.40	0.32	0.54	0.30
Tipo de Sección	C6	C6	C6	C6
Sección (m)	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0
Ancho de calzada (m)	8.7	8.7	8.7	8.7
Carriles	2	2	2	2
Estacionamiento	1	1	1	1
Ancho de carril (m)	3.15	3.15	3.15	3.15
Camellón (m)	1.2	1.2	1.2	1.2
Banqueta (m)	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9
Pavimento	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico
IRI promedio	3.0	3.0	3.0	3.0
Estado físico	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Velocidad de operación (km/hr)	40.0	40.0	40.0	40.0
Tiempo de Recorrido (min)	0.60	0.48	0.81	0.45

Características	Tramo 5	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 8
Longitud (km)	0.40	0.32	0.54	0.30
Tipo de Sección	C6	C6	C6	C6
Sección (m)	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0	19.4 a 21.0
Ancho de calzada (m)	8.7	8.7	8.7	8.7
Carriles	2	2	2	2
Estacionamiento	1	1	1	1
Ancho de carril (m)	3.15	3.15	3.15	3.15
Camellón (m)	1.2	1.2	1.2	1.2
Banqueta (m)	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9	1.1 a 1.9
Pavimento	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico
IRI promedio	3.0	3.0	3.0	3.0
Estado físico	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Velocidad de operación (km/hr)	40.0	40.0	40.0	40.0
Tiempo de Recorrido (min)	0.60	0.48	0.81	0.45

Fuente: Estudio de ingeniería de tránsito

Ilustración 20.- Sección transversal del proyecto ejecutivo



SECCION TIPO

Fuente: Proyecto ejecutivo

Ilustración 21.- Tramificación de la demanda en la situación con proyecto



Fuente: Elaboración propia

I) Análisis de la Demanda

Para la situación con proyecto, la demanda es la misma que existe en la situación actual y sin proyecto, ya que no existen cambios sustanciales en la infraestructura que modifiquen los flujos vehiculares en la zona de influencia del proyecto. En la siguiente tabla se muestran los TPDA 2019 para cada uno de los tramos de la Av. Juan José Torres Landa en la situación actual.

Los datos de demanda en la situación con proyecto de los movimientos relevantes se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 20.- Datos de la Demanda en la situación con proyecto de la avenida

ID	Entre Calles	Cuerpo	Cadenamientos	TPDA 2019	Composición Vehicular		
					A	B	C
1	Díaz Ordaz y Guerrero	Derecho	0+000 al 0+400	8,415	88.68%	3.21%	8.11%
2	Guerrero y Emilio Carranza	Derecho	0+400 al 0+720	12,711	87.4%	2.84%	9.76%
3	Emilio Carranza y 5 de Febrero	Derecho	0+720 al 1+260	12,711	87.4%	2.84%	9.76%
4	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes	Derecho	1+260 al 1+560	19,090	92.01%	3.37%	4.62%
5	Díaz Ordaz y Guerrero	Izquierdo	0+000 al 0+400	7,496	86.53%	3.36%	10.11%
6	Guerrero y Emilio Carranza	Izquierdo	0+400 al 0+720	7,496	86.53%	3.36%	10.11%
7	Emilio Carranza y 5 de Febrero	Izquierdo	0+720 al 1+260	5,442	88.56%	4.47%	6.97%
8	5 de Febrero y Calzada de los Insurgentes	Izquierdo	1+260 al 1+560	8,082	93.87%	2.05%	4.08%

m) Interacción Oferta-Demanda

De acuerdo con la tasa de crecimiento estimada del 3.5%, 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 los primeros años del horizonte de evaluación.

Ilustración 22.- Interacción Oferta – Demanda situación con proyecto

Año		Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
0	2019	8,415	A	12,711	A	12,711	A	19,090	A
1	2020	8,668	A	13,093	A	13,093	A	19,663	A
2	2021	8,929	A	13,486	A	13,486	A	20,253	A
3	2022	9,197	A	13,891	A	13,891	A	20,861	B
4	2023	9,473	A	14,308	B	14,308	B	21,487	B
5	2024	9,758	A	14,738	B	14,738	B	22,132	B
6	2025	10,051	A	15,181	B	15,181	B	22,796	B
7	2026	10,353	A	15,637	B	15,637	B	23,480	C
8	2027	10,664	A	16,107	B	16,107	B	24,185	C
9	2028	10,984	A	16,591	B	16,591	B	24,911	C
10	2029	11,314	B	17,089	C	17,089	C	25,659	D
11	2030	11,654	B	17,602	C	17,602	C	26,429	D
12	2031	12,004	B	18,131	C	18,131	C	27,222	D
13	2032	12,365	B	18,675	C	18,675	C	28,039	D
14	2033	12,736	B	19,236	C	19,236	C	28,881	D
15	2034	13,119	B	19,814	C	19,814	C	29,748	D
16	2035	13,513	B	20,409	C	20,409	C	30,641	D
17	2036	13,919	B	21,022	D	21,022	D	31,561	D

Año		Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
18	2037	14,337	B	21,653	D	21,653	D	32,508	D
19	2038	14,768	B	22,303	D	22,303	D	33,484	D
20	2039	15,212	B	22,973	D	22,973	D	34,489	E
21	2040	15,669	B	23,663	D	23,663	D	35,524	E
22	2041	16,140	B	24,373	D	24,373	D	36,590	E
23	2042	16,625	B	25,105	D	25,105	D	37,688	E
24	2043	17,124	C	25,859	D	25,859	D	38,819	E
25	2044	17,638	C	26,635	D	26,635	D	39,984	E
26	2045	18,168	C	27,435	D	27,435	D	41,184	E
27	2046	18,714	C	28,259	D	28,259	D	42,420	E
28	2047	19,276	C	29,107	D	29,107	D	43,693	E
29	2048	19,855	C	29,981	D	29,981	D	45,004	E
30	2049	20,451	C	30,881	D	30,881	D	46,355	E

Año		Tramo 5		Tramo 6		Tramo 7		Tramo 8	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
0	2019	7,496	A	7,496	A	5,442	A	8,082	A
1	2020	7,721	A	7,721	A	5,606	A	8,325	A
2	2021	7,953	A	7,953	A	5,775	A	8,575	A
3	2022	8,192	A	8,192	A	5,949	A	8,833	A
4	2023	8,438	A	8,438	A	6,128	A	9,098	A
5	2024	8,692	A	8,692	A	6,312	A	9,371	A
6	2025	8,953	A	8,953	A	6,502	A	9,653	A
7	2026	9,222	A	9,222	A	6,698	A	9,943	A
8	2027	9,499	A	9,499	A	6,899	A	10,242	B
9	2028	9,784	A	9,784	A	7,106	A	10,550	B
10	2029	10,078	A	10,078	A	7,320	A	10,867	B
11	2030	10,381	A	10,381	A	7,540	A	11,194	B
12	2031	10,693	A	10,693	A	7,767	A	11,530	B
13	2032	11,014	B	11,014	B	8,001	A	11,876	B
14	2033	11,345	B	11,345	B	8,242	A	12,233	B
15	2034	11,686	B	11,686	B	8,490	A	12,600	B
16	2035	12,037	B	12,037	B	8,745	A	12,978	B
17	2036	12,399	B	12,399	B	9,008	A	13,368	B

Año		Tramo 5		Tramo 6		Tramo 7		Tramo 8	
		TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.	TDPA	N.S.
18	2037	12,771	B	12,771	B	9,279	A	13,770	B
19	2038	13,155	B	13,155	B	9,558	A	14,184	B
20	2039	13,550	B	13,550	B	9,845	A	14,610	B
21	2040	13,957	B	13,957	B	10,141	B	15,049	B
22	2041	14,376	B	14,376	B	10,446	B	15,501	B
23	2042	14,808	B	14,808	B	10,760	B	15,967	B
24	2043	15,253	B	15,253	B	11,083	B	16,447	B
25	2044	15,711	B	15,711	B	11,416	B	16,941	C
26	2045	16,183	C	16,183	C	11,759	B	17,450	C
27	2046	16,669	C	16,669	C	12,112	B	17,974	C
28	2047	17,170	C	17,170	C	12,476	B	18,514	C
29	2048	17,686	C	17,686	C	12,851	B	19,070	C
30	2049	18,217	C	18,217	C	13,237	B	19,643	C

Fuente: Elaboración propia

Aunado a lo anterior; se puede decir que la Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio mejorará las condiciones de circulación del tránsito local y de largo itinerario, por lo que se ofrecerán varias ventajas para el usuario que consisten en:

- 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.
- Se colocarán parabus en las paradas oficiales
- Disminuir la posibilidad de accidentes.
- Mejorar los niveles de servicio.
- Mejora en los tiempos de semaforización
- Reducir la contaminación ambiental por gases y por ruido.
- Mejorar la imagen urbana.

Con respecto a la semaforización se contempla la instalación de una red de semáforos centralizados, con tecnología para poder realizar sincronizaciones en tiempo y vía remota, por lo que las condiciones de circulación podrán estar siendo reguladas para disminuir los tiempos

de recorrido y espera que se tienen con los semáforos actuales, que tienen una tecnología obsoleta.

V. Evaluación del PPI

La metodología utilizada para la evaluación económica del proyecto se basa en los lineamientos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, y el método empleado en la evaluación es mediante un “Análisis Costo-Beneficio”.

Este método consiste en comparar las ventajas sociales que ofrecerá el proyecto al usuario, en caso de realizarse, con los costos asociados durante el periodo de análisis.

Con respecto a la infraestructura, al igual que en una carretera, una vía urbana compara los ahorros en los costos de operación vehicular (COV) y el tiempo de recorrido con el proyecto con la inversión y el mantenimiento realizado durante el horizonte temporal del proyecto. Por lo que la situación planteada, la realización del proyecto, surge de contrastar dos escenarios, el llevar a cabo el proyecto o mantener las condiciones actuales.

La comparación entre ambos escenarios está dada por la interacción entre la oferta y la demanda de la infraestructura, donde la oferta representa la construcción de la infraestructura de llevarse a cabo el proyecto, de otra forma la oferta pasaría a ser la condición actual.

Por otra parte, la demanda se refiere al tránsito probable que actualmente se tiene y su evolución a lo largo del tiempo con y sin proyecto, para ello la demanda está sujeta a la oferta disponible.

En el análisis se debe considerar, además de los ahorros de comparar el tiempo realizado con y sin proyecto, de los ahorros por los Costos de Operación Vehicular.

Dado que estas diferencias son presentadas a lo largo del horizonte temporal, cada diferencia presenta valores o impactos distintos en el tiempo, por lo que es necesario que el flujo para cada periodo de tiempo sea comparable, para ello es indispensable que sea plasmado el concepto de que el consumo inmediato es más valioso que el consumo futuro. Para actualizar el flujo, conforme a los lineamientos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la tasa de actualización de los flujos usada fue del 10%.

Para el análisis de la rentabilidad se utilizaron los indicadores generados por la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).

a) Identificación, cuantificación y valoración de costos del PPI

Los costos del proyecto corresponden a la inversión para la pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, dichos costos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 21.- Monto de Inversión

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
Pavimentación	\$37,703,260.73
Guarniciones y Banquetas	\$3,733,418.98
Camellón Central	\$1,835,959.27
Agua Potable	\$714,921.90
Drenaje Pluvial	\$9,045,765.84
Drenaje Sanitario	\$8,788,058.76
Electrificación de media tensión	\$1,095,921.82
Media tensión subterránea	\$5,536,566.68
Señalamiento vertical	\$1,432,211.78
Señalamiento Horizontal	\$1,716,188.96
Semaforización	\$6,171,221.50
Alumbrado Publico	\$2,144,722.48

Monto total de inversión	
Componentes/Rubros	Monto de inversión
Imagen Urbana	\$424,924.96
Mobiliario Urbano	\$2,388,263.59
Subtotal de Componentes/Rubros	\$82,731,407.25
Impuesto al Valor Agregado	\$13,237,025.16
Total	\$95,968,432.41

Fuente: Proyecto Ejecutivo

Los costos de conservación también se toman en cuenta de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 22.- Costos de conservación

Tipos de trabajo	COSTOS/KM/CARRIL	Periodicidad
Conservación normal	\$31,000	Año 1
Reparación superficial de losas de concreto	\$425,000	Año 5
Reparación mayor de losas de concreto	\$1,060,000	Año 10

Fuente: Elaboración propia con base en información paramétrica de SCT.

El costo por molestias durante la construcción también es considerado. Este costo se debe a la pérdida de eficiencia de la zona del proyecto durante el tiempo que dura la construcción. Se calcula obteniendo la diferencia entre los costos generalizados de viaje sin proyecto y con proyecto. En la situación con proyecto, el primer año disminuye la velocidad de operación de la infraestructura por debajo de la velocidad de operación de la situación sin proyecto.

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

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos parámetros: el primero, en el ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y segundo, ahorro en costos de operación vehicular.

Ahorro en tiempo de viaje

Los ahorros en el tiempo de viaje se calculan por el diferencial de velocidades de los usuarios de las situaciones sin y con proyecto. Las velocidades futuras se ven reducidas año con año debido a la saturación que provoca el crecimiento del flujo vehicular.

Otro insumo es el valor económico del tiempo. Para conocer el costo en que incurre cada vehículo al pasar por una carretera es necesario conocer el valor económico del tiempo de los usuarios, así como la cantidad de personas que usan cada tipo de vehículo.

Tabla 23.- Valor del tiempo de los pasajeros y operadores.

Valor del tiempo 2018	
Tipo de usuario	\$/hr
Valor del tiempo de viaje de trabajo	\$50.25
Valor del tiempo de viaje de placer	\$30.15
Porcentaje de viajeros con motivo de trabajo	61.8%
Pasajero (61.8%/38.2%) ponderado trabajo/placer* (\$50.25/\$30.15)	\$42.57
Operador "A"	\$24.92
Operador "B"	\$68.70
Operador "C"	\$56.40

Fuente: Valor del Tiempo Nacional 2018 del Boletín Técnico 170 del IMT (Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (01), 2018)

A continuación, se muestran la tabla de los beneficios anuales para los primeros años de vida del proyecto.

Tabla 24.- Beneficios por ahorro en el tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto.

Costos (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Por tiempo de viaje del tránsito	59,924	49,938	9,986

Fuente.- Elaboración propia.

Ahorro en costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el sub-modelo denominado Vehicle Operating Cost México (VOC-MEX) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos y el proceso que se siguió son siguientes:

1. Aforos con clasificación vehicular: información del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) por composición vehicular para cada tramo carretero.
2. Mediciones de IRI (Índice de Rugosidad Internacional) por kilómetro.
3. Características técnicas de los vehículos nacionales y costos unitarios de los insumos: información obtenida de la Publicación Técnica No. 471 del IMT "Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano".

Una vez que se cuenta con la información básica, la estimación de costos de operación vehicular conlleva las siguientes actividades:

1. Vinculación del TDPA por configuración vehicular y el valor promedio de IRI del año de estudio a la información de cada tramo carretero.
2. Estimación de costos de operación vehicular. El sistema simula los efectos de las características físicas y geométricas del camino en las velocidades de operación, en consumo de combustible, lubricantes, requerimientos de mantenimiento, etc., aplica costos unitarios a las cantidades consumidas de recursos y determina costos totales de operación por cada segmento de carretera considerado.
3. Después de calcular los costos de operación por segmento, se obtienen los costos de operación por tramos carreteros. En una hoja de cálculo que contiene un registro para cada tramo y la sumatoria para cada tramo carretero de los costos de operación vehicular por segmento, finalmente, se calculan los costos de operación vehicular (por vehículo-kilómetro) del flujo vehicular circulando diariamente por cada tramo de carretera considerado.

Tabla 25.- Datos de calibración Modelo VOC.

Calibración de modelo VOC-MEX	Unidad	A	B	C
Precio de vehículo nuevo	\$/vehicular	232,335.00	2'169,720.00	1'116,138.00
Costo de combustible	\$/litro	11.05	11.57	11.57
Costo de lubricantes	\$/litro	27.30	26.65	26.65
Costo de llanta nueva	\$/llanta	970.00	2,790.00	2,605.00
Tiempo del operador	\$/hora	\$39.19	\$66.64	\$53.40
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	22.15	68.70	56.40
Costos indirectos por vehículo-km.	\$/veh-km.	0.36	1.09	1.21
Edad del vehículo en km	km	70,000.00	750,000.00	600,000.00

Fuente: Publicación PT471 del Instituto Mexicano del Transporte 2016.

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

Tabla 26.- Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto.

Costos (miles de pesos)	Sin Proyecto	Con Proyecto	Beneficios
Costos de operación Vehicular	116,750	104,864	11,886

Fuente.- Elaboración propia.

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Considerando un período de análisis de 30 años, con un año de construcción y 29 de operación, los indicadores de rentabilidad del proyecto son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 27.- Indicadores de Rentabilidad

Indicadores de Rentabilidad	
Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$165,020,272.52
Tasa interna de retorno (TIR)	27.4%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	26.4%

Fuente.- Elaboración propia

Con base en estos indicadores, se observa que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico, pues genera la utilidad necesaria, durante 29 años de operación, en comparación con el monto de la inversión, con una tasa de descuento del 10%.

d) Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad tiene el objetivo de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, como el Valor presente Neto (VPN), la Tasa interna de retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI).

Aparte de las variaciones porcentuales, también se calcula el valor de la variable que hace que el VPN se haga cero (TIR = 10%), esto con el objetivo de observar cual es la variación máxima que el proyecto aceptaría para ser aun rentable con cada una de las variables.

Se realizaron los análisis correspondientes con cambios en la inversión obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 28.- Análisis de sensibilidad al monto de la inversión.

Variación	Inversión	TIR	VPN	TRI
1.4	115.82	20.6%	131,928	18.9%
1.3	107.55	22.0%	140,201	20.3%
1.2	99.28	23.5%	148,474	22.0%
1.1	91.00	25.3%	156,747	24.0%
1.0	82.73	27.4%	165,020	26.4%
0.9	74.46	29.9%	173,293	29.4%
0.8	66.19	32.9%	181,567	33.0%
0.7	57.91	36.6%	189,840	37.8%
0.6	49.64	41.4%	198,113	44.1%

Fuente.- Elaboración propia

Se realizaron los análisis correspondientes a las variaciones vehiculares que pudieran existir en la red carretera obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 29.- Análisis de sensibilidad al incremento y decremento de los volúmenes vehiculares.

TDPA	Variación	VPN	TRI	TIR
114,020.20	1.4	172,760	31.5%	30.4%
105,875.90	1.3	166,776	27.7%	28.3%
97,731.60	1.2	174,446	35.1%	30.0%
89,587.30	1.1	172,656	28.4%	29.0%
81,443.00	1.0	165,020	26.4%	27.4%
73,298.70	0.9	142,127	19.2%	23.8%
65,154.40	0.8	110,962	15.3%	20.1%
57,010.10	0.7	71,693	6.0%	16.0%
48,865.80	0.6	(54,220)	2.7%	7.0%

Fuente.- Elaboración propia

Como se puede observar, los indicadores muestran que el proyecto es rentable cuando la inversión se incrementa hasta un 300%, y cuando el TDPA se reduce en hasta 35%.

e) Análisis de riesgos

Los principales riesgos asociados al proyecto durante la fase de modernización son los siguientes:

Tabla 30.- Análisis de riesgos

Descripción	Impacto
Poca experiencia y seriedad del contratista.	Incremento de costos para el contratista y posibles problemas con la dependencia contratante, alargamiento de los periodos de ejecución
Incremento en el costo de la obra debido a eventos de fuerza mayor	Retrasos en la construcción. Incremento de los periodos de ejecución.
Falta de recursos	Falta de liquidez del contratista y por ende crecimiento en los plazos de ejecución y reducción en la calidad.
Demanda social	Demanda social por el incremento en los tiempos de traslado debido a la obra.
Incrementos en los costos de conservación y rehabilitación, reconstrucción (gasolina, diésel, productos derivados del petróleo)	Reducción de los beneficios del proyecto cuando los costos se incrementan.

Fuente.- Elaboración propia

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto de la Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio, en el municipio de Irapuato es socio-económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debido a los 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.

Los insumos importantes para la evaluación económica del proyecto son los costos de operación vehicular y los montos de inversión correspondientes a la situación con y sin proyecto. Los costos de operación vehicular se refieren a los de los usuarios de la infraestructura y a los asociados con el valor del tiempo de los pasajeros, en las condiciones con y sin proyecto. Aun cuando es posible considerar otros costos exógenos asociados con los accidentes, con el ruido y con la degradación del medio ambiente, no existen datos cuantitativos confiables para hacerlo, por lo que no se han incluido en la evaluación que se presenta en este documento.

Se obtendrán beneficios de transitabilidad para los usuarios locales como son:

- Aumento en las velocidades.
- Reducción de tiempos de recorrido.
- Disminución de los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Ofrecer comodidad y seguridad para los usuarios.
- Optimizar el nivel de servicio.
- Disminución en la tasa de accidentes.
- Aminorar la contaminación ambiental por gases y por ruido.

Se dotará de en mejor calidad el acceso de la población beneficiada a los servicios básicos, como son:

- Salud
- Educación
- Agua potable
- Energía eléctrica.
- Drenaje.

Por lo tanto, se sugiere llevar a cabo el proyecto de la Pavimentación de la Av. Juan José Torres Landa en el tramo de la glorieta de los Niños Héroes a la glorieta de San Antonio. Se recomienda iniciar la construcción el año 2019. La recomendación se basa en que los resultados de la evaluación exponen indicadores de rentabilidad positivos de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 31.- Indicadores de rentabilidad.

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	\$165,020,272.52
Tasa interna de retorno (TIR)	27.4%
Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)	26.4%

Fuente.- Elaboración propia.

VII. Anexos

Número del Anexo	Concepto del Anexo	Descripción
Anexo A	Análisis de la Oferta y la Demanda	Contiene el análisis de la oferta y demanda en la situación actual, sin proyecto y con proyecto.
Anexo B	Estudios Técnicos	
Anexo C	Estudios Legales	
Anexo D	Estudios Ambientales	
Anexo E	Estudios de Mercado	
Anexo F	Estudios Específicos	
Anexo G	Memoria de cálculo con los costos, beneficios e indicadores de rentabilidad del PPI	
Anexo H	Análisis de Sensibilidad	

VIII. Bibliografía

- Boletín Notas 170, Artículo 1, ENERO-FEBRERO de 2018, de los Boletines emitidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT)
- 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.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (01). (2018). Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, Publicación 170. Sanfandila, Queretaro.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (02). (2012). Actualización de la metodología para estimar el valor del tiempo de los usuarios de la red carretera nacional. Publicación 381.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (04). (2014). Estado superficial y costos de operación en carreteras. Sanfandila, Queretaro, Mexico.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 01 de Junio de 2011, de <http://www.inegi.org.mx/>
- Catálogo de Localidades: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>
- Enciclopedia de los Municipios: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia>
- Estimaciones del CONAPO con base en INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion_2010_por_entidad_federativa_y_municipio

Responsables de la Información

Entidad: Guanajuato

Área Responsable:

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

Nombre	Cargo*	Firma	Fecha

Versión	Fecha
1	

*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.

Ilustraciones

Ilustración 1.- Ubicación del Municipio de Irapuato.....	8
Ilustración 2.- Corredores Industriales en el Municipio de Irapuato.....	10
Ilustración 3.- Ubicación del segundo cinturón Vial de Irapuato.....	11
Ilustración 4.- Ubicación de Hospitales y Escuelas cercanas a la zona en estudio	12
Ilustración 5.- Corte transversal tipo de la avenida en estudio	20
Ilustración 6.- Reporte Fotográfico levantamiento del IRI.....	21
Ilustración 7.- Reporte fotográfico del levantamiento de velocidades	22
Ilustración 8.- Localización de la tramificación situación actual.....	25
Ilustración 9.- Ubicación de las estaciones de aforo.....	28
Ilustración 10.- Comportamiento del volumen vehicular cada cuarto de hora.....	30

Ilustración 11.- Tramificación de la demanda en la situación actual.....	31
Ilustración 12.- Tramificación de la demanda en la situación sin proyecto.....	39
Ilustración 13.- Sección transversal del proyecto ejecutivo	46
Ilustración 14.- Planta geométrica del cad. 0+000 al 0+320.....	46
Ilustración 15.- Planta geométrica del cad. 0+840 al 1+180.....	46
Ilustración 16.- Estructura de pavimento del proyecto	47
Ilustración 17.- Ubicación de instalaciones.....	47
Ilustración 18.- Ubicación regional del proyecto	51
Ilustración 19.- Microlocalización del proyecto ejecutivo	52
Ilustración 20.- Sección transversal del proyecto ejecutivo	57
Ilustración 21.- Tramificación de la demanda en la situación con proyecto	58
Ilustración 22.- Interacción Oferta – Demanda situación con proyecto.....	60

Tablas

Tabla 1.- Parámetros del IRI.....	21
Tabla 2.- Identificación de tramificación situación actual	24
Tabla 3.- Datos de la Oferta en la situación actual de la avenida	25
Tabla 4.- Datos de la Demanda en la situación actual de la avenida.....	32
Tabla 5.- Nomenclatura para la Clasificación Vehicular.....	32
Tabla 6.- Tasa de Crecimiento de las estaciones de la SCT.....	33
Tabla 7.- Interacción Oferta – Demanda situación actual	34
Tabla 8.- Optimizaciones.....	37
Tabla 9.- Datos de la oferta en la situación sin proyecto de la avenida	38
Tabla 10.- Datos de la Demanda en la situación sin proyecto de la avenida.....	40
Tabla 11.- Interacción Oferta – Demanda situación sin proyecto	41
Tabla 12.- Análisis de alternativas (cantidades en pesos)	44
Tabla 13.- Calendario de actividades 2019	52
Tabla 14.- Monto de Inversión.....	53

Tabla 15.- Fuente de Financiamiento	53
Tabla 16.- Comparación situación actual, sin proyecto y con proyecto	54
Tabla 17.- Características de los componentes del proyecto	54
Tabla 18.- Vida útil del proyecto	55
Tabla 19.- Datos de la oferta en la situación con proyecto de la avenida	56
Tabla 20.- Datos de la Demanda en la situación con proyecto de la avenida	59
Tabla 21.- Monto de Inversión.....	64
Tabla 22.- Costos de conservación.....	65
Tabla 23.- Valor del tiempo de los pasajeros y operadores.....	66
Tabla 24.- Beneficios por ahorro en el tiempo de viaje para el primer año de operación del proyecto....	66
Tabla 25.- Datos de calibración Modelo VOC.	67
Tabla 26.- Beneficios por ahorro en costos de operación para el primer año de operación del proyecto.	67
Tabla 27.- Indicadores de Rentabilidad	68
Tabla 28.- Análisis de sensibilidad al monto de la inversión.....	68
Tabla 29.- Análisis de sensibilidad al incremento y decremento de los volúmenes vehiculares.	69
Tabla 30.- Análisis de riesgos	69
Tabla 31.- Indicadores de rentabilidad.	71