



Gobierno del Estado de Aguascalientes  
Coordinación Estatal de Planeación y Proyectos

Análisis Costo Beneficio de  
Construcción del Paso a Desnivel Inferior en el Cruce de Av.  
Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio,  
Aguascalientes

Aguascalientes, Ags. Julio 2018



**IAMSA**

Ingeniería Aplicada Mexicana S.A. de C.V.

**Ingeniería Aplicada Mexicana S.A. de C.V.**

Tabachín # 351

Las Arboledas, CP 20020

Aguascalientes, Ags.

(449) 996.9196 móvil 449 111.2469

[www.iamproyectos.com](http://www.iamproyectos.com)

## Índice

I.	Resumen ejecutivo .....	1
1.1	Objetivo del programa .....	1
1.2	Problemática identificada .....	1
1.3	Descripción del proyecto.....	1
1.4	Horizonte de evaluación.....	2
1.5	Descripción de los principales costos del proyecto.....	2
1.6	Descripción de los principales beneficios del proyecto .....	4
1.7	Riesgos asociados al proyecto .....	4
1.8	Indicadores de rentabilidad.....	4
1.9	Conclusiones.....	4
II.	Situación Actual del proyecto.....	6
2.1	Diagnóstico de la situación actual .....	6
2.2	Análisis de la oferta existente .....	11
2.3	Análisis de la demanda actual .....	14
2.4	Interacción de la oferta - demanda.....	18
III.	Situación sin el proyecto .....	20
3.1	Optimizaciones .....	20
3.2	Análisis de la oferta .....	21
3.3	Análisis de la demanda.....	22
3.4	Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda .....	25
3.5	Alternativas de solución .....	28
IV.	Situación con el proyecto .....	37
4.1	Descripción del proyecto.....	37
4.2	Alineación estratégica .....	42
4.3	Ubicación del proyecto.....	43
4.4	Calendario de actividades .....	46
4.5	Monto de inversión .....	48
4.6	Fuente de financiamiento .....	50
4.7	Capacidad instalada.....	50



4.8	Metas anuales y totales de producción .....	52
4.9	Vida útil.....	53
4.10	Descripción de los aspectos más relevantes .....	53
4.11	Análisis de la oferta .....	54
4.12	Análisis de la demanda.....	56
4.13	Interacción Oferta – Demanda .....	57
V.	Evaluación del proyecto .....	59
5.1	Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto .....	59
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto .....	62
5.3	Cálculo de indicadores de rentabilidad .....	64
5.4	Análisis de sensibilidad.....	65
5.5	Análisis de riesgo .....	67
VI.	Conclusiones y recomendaciones .....	68
VII.	Anexos .....	69
VIII.	Bibliografía.....	70



## Índice Tablas

Tabla 1. 1 Descripción de las principales características del proyecto .....	2
Tabla 1.2 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2018) .....	2
Tabla 1. 3 Indicadores de rentabilidad para el proyecto (pesos de 2018) .....	4
Tabla 2. 1 Movimientos vehiculares.....	6
Tabla 2. 2 Dimensiones del cruceo .....	11
Tabla 2.3 Datos de la oferta en situación actual .....	12
Tabla 2.4 Velocidad de operación por tipo de movimiento (km/hr) .....	14
Tabla 2.5 Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en la zona de análisis .....	14
Tabla 2.6 Composición vehicular por movimiento.....	15
Tabla 2. 7 Tasa de crecimiento anual de vehículos .....	17
Tabla 2.8 Interacción Oferta – Demanda (Pesos 2018).....	18
Tabla 2.9 Comparación velocidades y tiempo en situación actual (Pesos 2018).....	19
Tabla 3. 1 Costo estimado de las optimizaciones (pesos de 2018) .....	20
Tabla 3. 2 Dimensiones del cruceo en situación sin proyecto .....	21
Tabla 3. 3 Datos de la oferta en situación sin proyecto .....	21
Tabla 3.4 Composición vehicular por movimiento en la situación sin proyecto.....	22
Tabla 3.5 Proyección del TDPA por cada movimiento con congestión sin proyecto .....	23
Tabla 3.6 Proyección del TDPA por cada movimiento en sin congestión sin proyecto .....	23
Tabla 3. 7 Proyección del TDPA total por cada movimiento sin proyecto .....	25
Tabla 3. 8 Velocidad de operación por tipo de movimiento .....	26
Tabla 3. 9 Tiempos de operación por tipo de movimiento .....	26
Tabla 3.10 Costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto para el primer año de operación (pesos 2018) .....	26
Tabla 3. 11 Proyección de los Costos Generalizados de viaje por cada movimiento (Pesos 2018) .....	27
Tabla 3.12 Costo de inversión de la alternativa 1 (pesos de 2018) .....	28
Tabla 3. 13 Costos de mantenimiento de la Alternativa 1 (Sin IVA Pesos 2018) .....	29
Tabla 3.14 Costo de inversión de la alternativa 2 (pesos de 2018).....	31
Tabla 3.15 Costos de mantenimiento de la Alternativa 2 (Sin IVA Pesos 2018) .....	33
Tabla 3.16 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 1 (pesos de 2018).....	34
Tabla 3.17 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 2 (pesos de 2018).....	35
Tabla 4. 1 Tipo de programas y proyectos de inversión.....	37
Tabla 4. 2 Características de físicas con proyecto .....	37
Tabla 4. 3 Descripción de los componentes del proyecto.....	38



Tabla 4. 4 Componentes del proyecto (pesos de 2018).....	41
Tabla 4.5 Ubicación geográfica del proyecto .....	46
Tabla 4.6 Propuesta de calendario de ejecución del proyecto (pesos de 2018).....	47
Tabla 4.7 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2018) .....	48
Tabla 4. 8 Fuente de financiamiento del proyecto (pesos de 2018) .....	50
Tabla 4. 9 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto.....	50
Tabla 4.10 Metas esperadas.....	52
Tabla 4. 11 Datos de la oferta en situación con proyecto.....	54
Tabla 4. 12 Velocidad de operación por tipo de movimiento en situación con proyecto, consideradas al primer año de operación del proyecto .....	55
Tabla 4. 13 Composición vehicular por movimiento con proyecto.....	56
Tabla 4. 14 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto.....	56
Tabla 4.15 Comparación de costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto al primer año de operación del proyecto (pesos 2018).....	57
Tabla 5.1 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2018) .....	59
Tabla 5. 2 Costos de conservación y mantenimiento (Sin IVA pesos de 2018).....	61
Tabla 5. 3 Configuración del valor del tiempo (pesos de 2018) .....	62
Tabla 5. 4 Variables para el cálculo del Costo de Operación Vehicular (pesos de 2018).....	63
Tabla 5.5 Indicadores de rentabilidad calculados para el presente proyecto (pesos 2018).....	65
Tabla 5.6 Variación en la rentabilidad ante incrementos en la inversión inicial (pesos 2018).....	66
Tabla 5.9 Variación en la rentabilidad ante cambios en el flujo vehicular (pesos 2018).....	66
Tabla 5.10 Puntos de inflexión en la rentabilidad del proyecto.....	67
Tabla 5.11 Análisis de riesgo .....	67



## Índice Figuras

Figura 1 Movimientos vehiculares en el Cruce de Av. Aguascalientes poniente y Av. Antiguo Camino a San Ignacio.....	7
Figura 2 Flujo Av. Aguascalientes Norte – Sur y Flujo Incorporación Av. Aguascalientes Norte a Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente .....	8
Figura 3 Flujo Av. Aguascalientes Sur – Norte y Flujo Incorporación Av. Aguascalientes Sur a Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente .....	8
Figura 4 Flujo Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente y flujo Incorporación Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente hacia Av. Aguascalientes Sur.....	9
Figura 5 Flujo Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente y flujo Incorporación Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente hacia Av. Aguascalientes Norte .....	9
Figura 6. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio.....	10
Figura 7. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio.....	10
Figura 8 Nuevos desarrollos en la zona Poniente que tienen como acceso el Antiguo Camino a San Ignacio .....	11
Figura 9 Mapa de la situación del cruce actualmente con dimensiones .....	12
Figura 10 Movimientos Relevantes analizados .....	13
Figura 11. Comportamiento horario del flujo vehicular en la Av. Aguascalientes Poniente en el cruce con Av. Antiguo Camino a San Ignacio.....	16
Figura 12. Puntos de conflicto en una intersección de 4 ramas .....	17
Figura 13. Detalle de apoyos centrales Alternativa 1.....	30
Figura 14. Perfil de la Alternativa 1 .....	30
Figura 15 Planta Geométrica de la Alternativa 2 Paso a Desnivel Inferior .....	33
Figura 16 Sección tipo de la alternativa 2 .....	33
Figura 17 Escala de valores del IRI y las Características de los pavimentos.....	39
Figura 18 Planta General del Puente Inferior.....	40
Figura 19 Sección transversal tipo de puente inferior .....	40
Figura 20. Ubicación regional.....	43
Figura 21. Ubicación del municipio .....	44
Figura 22. Localización del proyecto .....	44
Figura 23. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio.....	45
Figura 24. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, vista hacia el sur, tomadas con un Dron el día 5 de marzo de 2018 .....	45
Figura 25 Planta General del Puente Inferior.....	55
Figura 26 Sección transversal tipo de puente inferior .....	55



## I. Resumen ejecutivo

### 1.1 Objetivo del programa

El presente proyecto tiene por objetivo mejorar la velocidad, seguridad y condiciones de operación a los usuarios de la Av. Aguascalientes Pte. (Segundo Anillo) en su cruce con la Av. Antiguo Camino a San Ignacio, así como dar mayor capacidad a la intersección mediante la construcción de un paso a desnivel, para disminuir demoras y costos de operación al tránsito que converge en dicho punto.

Con la construcción de este paso a desnivel se contribuye al cumplimiento de la estrategia definida en el Plan Nacional de Infraestructura de “dar atención especial a la construcción de libramientos y accesos para facilitar la continuidad del flujo vehicular”. Además de contribuir a la modernización de las Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, en la ciudad de Aguascalientes, siendo primordial para mejorar la movilidad de los flujos vehiculares de la región.

Adicionalmente, este proyecto contribuye al cumplimiento del objetivo 4.9 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 de “Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica”.

### 1.2 Problemática identificada

La problemática que se presenta actualmente es el conflicto vehicular generado en el cruce de la Av. Aguascalientes Poniente en su cruce con Av. Antiguo Camino a San Ignacio, en donde se presenta un cruce con flujo a nivel en ambas direcciones, y que aun cuando está operado por semáforos y cuenta con adecuaciones geométricas a fin de facilitar los movimientos direccionales, el volumen vehicular que atiende hace problemática su operación, provocando demoras que se reflejan en la formación de filas teniendo que esperar en ocasiones hasta tres ciclos del semáforo para poder cruzar dicho punto, lo que conlleva a la reducción de la velocidad de viaje.

A lo anterior hay que sumar la dificultad que se presenta al realizar las maniobras que deben de hacer los vehículos para incorporarse o desincorporarse de la Av. Aguascalientes.

Es importante mencionar que la Av. Aguascalientes representa una de las principales vialidades no solo para la ciudad de Aguascalientes, sino para su Zona Metropolitana, pues es un anillo periférico que rodea a la totalidad de la ciudad.

Por otro lado, la Av. Antiguo Camino a San Ignacio es una vialidad que conecta una zona de reciente crecimiento ubicada al poniente de la ciudad, lo cual la convierte en la principal vía de circulación para las personas que se tienen que desplazar a los centros de estudio, trabajo o comercio.

### 1.3 Descripción del proyecto

El proyecto contempla la construcción de un paso a desnivel de 520 m de longitud, con dos calzadas inferiores de 7.0 m cada una para albergar a 4 carriles, 2 por sentido con de 3.5 m cada uno, un camellón central de 1.5 m. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico con un área de 7,280 m<sup>2</sup>, se contará además con 8,280 m de alineamiento horizontal y la colocación de 62 piezas de alineamiento vertical.

Para el desalojo del agua pluvial que se captará en la parte inferior del puente, se construirá un colector pluvial de 750 m con diámetro de 90 cm, que conducirá el agua hasta el Río San Pedro, toda vez que el nivel al que se ubicará está por debajo del sistema de drenaje en la zona.

Serán colocadas 25 luminarias con su correspondiente poste en las rampas de acceso, así como 95 luminarias en la parte techada fijadas en la loza de techo, finalmente un sistema de semaforización constituido por 12 piezas.

Tabla 1. 1 Descripción de las principales características del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del puente (m)	520
Número de carriles Centrales (dos por sentido)	4
Ancho de carriles en el paso inferior (m)	3.75
Ancho de camellón central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m <sup>2</sup> )	7,280
Alineamiento horizontal (m)	8,280
Señalamiento vertical (pza.)	62
Semáforos	12
Colector Pluvial (m)	750
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	60
Luminarias con poste	25
Luminarias sostenidas en techo	95
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

#### 1.4 Horizonte de evaluación

El horizonte de evaluación del proyecto es de 31 años, en tanto que la vida útil del proyecto es por un periodo de 30 años, debido a que el primer año es para su construcción.

#### 1.5 Descripción de los principales costos del proyecto

Tabla 1.2 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2018)



**Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes**

Partidas	Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo sin IVA	Costo con IVA	
Preliminares	Preliminares	m2	14,560	134.42	1,957,155.20	2,270,300.03	
Subestructura	Construcción de Muros laterales de concreto hidráulico con armado de acero estructural de 6 a 2 m de altura, ubicados en rampas de acceso al paso inferior	m2	855	1,308.12	1,118,442.60	1,297,393.42	
Subestructura	Pila de 90 cm de diámetro x 10 m de longitud, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarne y acarreo.s de concreto hidráulico.	pza	860	55,741.44	47,937,641.40	55,607,664.02	
Subestructura	Construcción de pilas de apoyo intermedio para soporte de estructura del puente.a base de columnas de concreto hidráulico, reforzadas de 13.70 m de altura y 0.80 m de espesor. Construidas en sitio.	pza	31	59,659.84	1,849,455.04	2,145,367.85	
Superestructura	Superestructura a base de 50 trabes de acero de 0.70 m de altura, lamina clavadeck y concreto hidráulico	m2	4,005	7,458.52	29,871,372.60	34,650,792.22	
Superestructura	Losa plana en súper estructura de 20 cm de peralte, fabricada con concreto f'c=300 kg/cm2 r.n. agreg.max. 20 mm (3/4"), incluye: cimbra acabado aparente, descimbra, habilitado de 90 kg de acero de refuerzo de 5/8" y 1/2" x m3 de concreto, materiales, mano de obra y equipo.	m2	4,005	973.12	3,897,345.60	4,520,920.90	
Pavimento hidráulico	Pavimento a base de concreto con acero armado, con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	m2	7,280	813.55	5,922,644.00	6,870,267.04	
Drenaje pluvial	Construcción de drenaje pluvial para el desalojo del agua al interior del paso a desnivel a base de tubería de PEAD de 91 cm de diámetro Tipo ADS con incluidas rejillas de captación, pozos de visita y vertedero	m	750	1,848.00	1,386,000.00	1,607,760.00	
Coladeras pluviales	Coladera pluvial de acero con rejilla de 1 m * 0.64	pza	28	1,250.00	35,000.00	40,600.00	
Pozos de visita	Pozos de visita de 60 cm *150 cm de 1.5 a 5.0 m de profundidas, incluyendo tapa y brocal	pza	20	7,325.98	146,519.60	169,962.74	
Señalamiento Horizontal	Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras	m	8,280	12.48	103,334.40	119,867.90	
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza	62	914.25	56,683.50	65,752.86	
Semaforización	Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	pza	12	108,816.66	1,305,799.96	1,514,727.95	
Alumbrado	Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	m	520	431.60	224,432.00	260,341.12	
Alumbrado	Poste de alumbrado cónico metálico de 11 m con luminaria tipo urbana de LED de 110 w atts; incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	25	8,386.92	209,673.00	243,220.68	
Alumbrado	Suministro e instalación de luminario de pared o techo, en interior del paso a desnivel, luminaria tipo urbana de vapor de sodio de 500 w ; incluye, soportes, bases y conexiones necesarias	pza	95	3,405.54	323,526.30	375,290.51	
Parapeto	Parapeto metálico de t-34.1.4 de acero galvanizado. Incluye: recubrimiento y aplicación de pintura.	m	836	2,036.35	1,702,388.60	1,974,770.78	
					Subtotal	98,047,413.79	113,735,000.00
1 al Millar Auditoría Superior de la Federación						115,000.00	
1% Gasto de Administración						1,150,000.00	
Monto Solicitado						115,000,000.00	

Fuente: Proyecto Ejecutivo

## 1.6 Descripción de los principales beneficios del proyecto

Con la construcción de este paso a desnivel se mejorarán las condiciones de circulación del tránsito local así como del tránsito de largo itinerario. Con esta solución se obtienen una serie de ventajas para los usuarios, las cuales 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
- Mejorar los niveles de servicio

## 1.7 Riesgos asociados al proyecto

El principal riesgo que presenta este proyecto es el de la disponibilidad de la totalidad de los recursos para la conclusión de la obra en el tiempo y forma previsto.

Otros riesgos asociados al proyecto son los siguientes:

- La demanda social de obras adicionales al momento de la construcción
- Retrasos en la entrega por problemas técnicos y fenómenos inflacionarios, los cuales podrían incrementar su costo y los tiempos de ejecución

## 1.8 Indicadores de rentabilidad

Tabla 1. 3 Indicadores de rentabilidad para el proyecto (pesos de 2018)

Indicador	Monto
Inversión social	98,047,413.79
Inversión privada con IVA	113,735,000.00
1 al Millar Auditoría Superior de la Federación	115,000.00
1% Gasto de Administración	1,150,000.00
Monto Solicitado (Fondo de Proyectos de Desarrollo Regional)	115,000,000.00
Valor Actual Neto (VAN)	223,555,302
Tasa Interna de Retorno (TIR)	23.31%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	21.03 %

Fuente: Elaboración propia

## 1.9 Conclusiones

Con la construcción del paso a desnivel, se contribuye a mejorar las condiciones viales en las avenidas implicadas, así como en sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico, y además:

- Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.
- Se incrementará notablemente la seguridad de los usuarios.

Este proyecto cumple su propósito de mejorar el nivel de servicio de esa vialidad lo que permitirá un desplazamiento con mayores velocidades, contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular y tiempos de recorrido, lo que se traduce en una mayor competitividad del transporte carretero de la región.

## II. Situación Actual del proyecto

### 2.1 Diagnóstico de la situación actual

La Ciudad de Aguascalientes cuenta con una red vial importante, con carreteras que son vías de comunicación nacional y estatal, asimismo, cuenta con tres anillos periféricos, el primero de estos alguna vez fuera el periférico de la ciudad, llamada en memoria de la Convención Revolucionaria, "Avenida Convención de 1914" ahora es una avenida relativamente céntrica.

El segundo anillo llamado en honor de la ciudad "Avenida Aguascalientes", hizo las veces de periférico también y el crecimiento de la ciudad hizo que quedara en medio de muchas colonias y fraccionamientos. Y por último el tercer anillo, llamado en alusión al cambio de centuria "Avenida Siglo XXI", que recientemente fue concluida.

El cruce actual es a nivel semaforizado, sobre Av. Aguascalientes Poniente (2do Anillo) se cuentan con 4 carriles por sentido, siendo utilizado el de la extrema izquierda para dar vueltas, en lo que respecta y Av. Antiguo Camino a San Ignacio se cuenta con 2 calzadas de circulación con 3 carriles de circulación.

Actualmente opera como un entronque a nivel con dispositivos de control, sin embargo el alto flujo vehicular en la zona genera problemas de embotellamientos afectando significativamente los costos de transporte.

En el cruce de las Av. Aguascalientes Poniente y Av. Antiguo Camino a San Ignacio se han identificado 12 movimientos.

Tabla 2. 1 Movimientos vehiculares

Número	Movimiento
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte
9	Vuelta derecha Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente
10	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Norte
11	Vuelta derecha Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente
12	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Sur

Fuente SOP

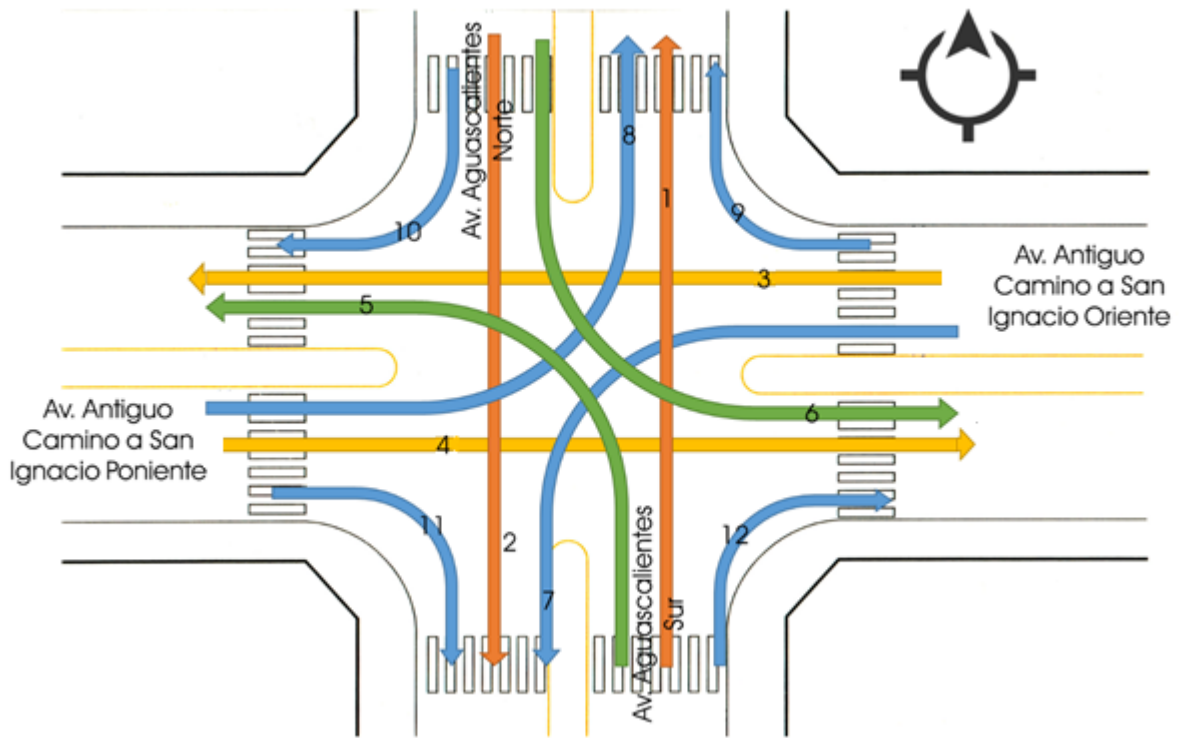


Figura 1 Movimientos vehiculares en el Cruce de Av. Aguascalientes poniente y Av. Antiguo Camino a San Ignacio

Sin embargo, para el presente análisis no se considerarán relevantes las vueltas a la derecha, toda vez que estas no presentarán modificación en la situación operativa con la puesta en marcha del proyecto.

Los movimientos relevantes para el presente estudios se presentan en las siguientes imágenes.

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, Aguascalientes



Figura 2 Flujo Av. Aguascalientes Norte – Sur y Flujo Incorporación Av. Aguascalientes Norte a Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente



Figura 3 Flujo Av. Aguascalientes Sur – Norte y Flujo Incorporación Av. Aguascalientes Sur a Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Densivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes



Figura 4 Flujo Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente y flujo Incorporación Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente hacia Av. Aguascalientes Sur



Figura 5 Flujo Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente y flujo Incorporación Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente hacia Av. Aguascalientes Norte





Figura 6. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio



Figura 7. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio



El Antiguo Camino a San Ignacio, se ha convertido en una de las principales vialidades de acceso a los nuevos fraccionamientos que se están desarrollando en la zona poniente de la ciudad.

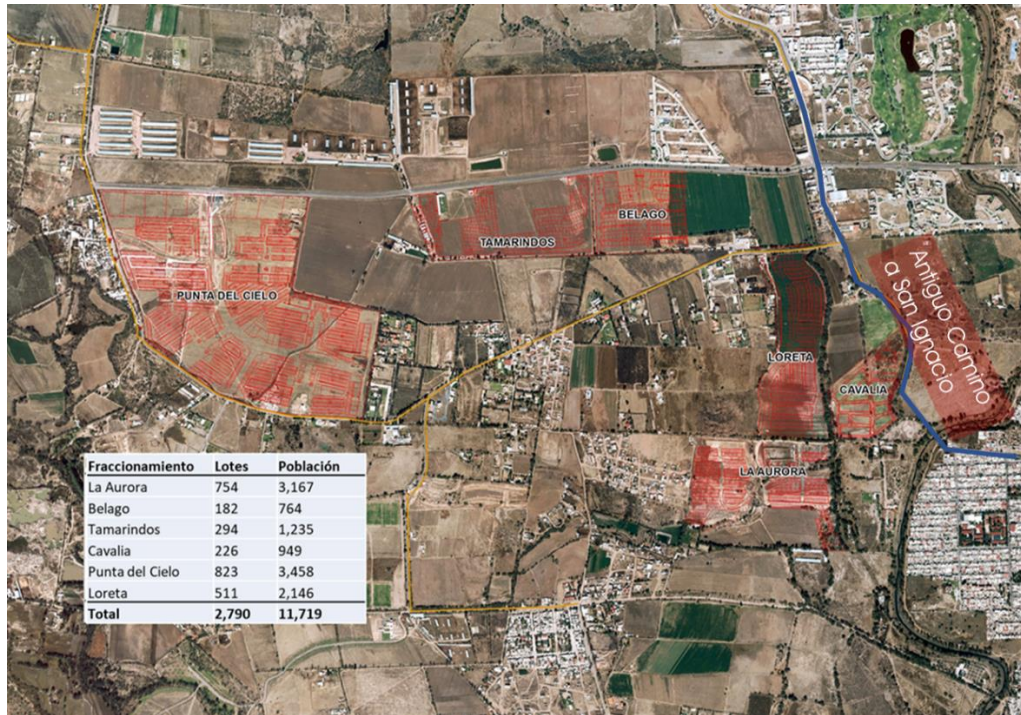


Figura 8 Nuevos desarrollos en la zona Poniente que tienen como acceso el Antiguo Camino a San Ignacio

## 2.2 Análisis de la oferta existente

El cruce que forman la Av. Aguascalientes Poniente y Av. Antiguo Camino a San Ignacio es a nivel y operado con semáforos. La totalidad del cruce se encuentra pavimentado con concreto hidráulico.

Tabla 2. 2 Dimensiones del cruce

Vialidad	Sección	Ancho Total de sección	Ancho de camellón (m)	Ancho total de banquetas (m)	Ancho total cuerpo 1 (m)	Carriles cuerpo 1	Ancho promedio carriles cuerpo 1	Ancho total cuerpo 2 (m)	Carriles cuerpo 2	Ancho promedio carriles cuerpo 2
Av. Aguascalientes	Norte	36.2	4.5	5.30	14.60	4.00	3.65	11.80	4.00	2.95
Av. Aguascalientes	Sur	39.8	5.4	5.90	12.50	4.00	3.13	16.00	5.00	3.20
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	Oriente	29.4	1.4	5.80	12.60	4.00	3.15	9.60	4.00	2.40
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	Poniente	28.0	2	5.10	9.50	3.00	3.17	11.40	4.00	2.85

Nota: en la zona del cruce ambas Avenidas cuentan con un carril adicional para la vuelta izquierda que se aloja en lo que normalmente es el camellón central. Fuente SOP

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Cuando se construyó esta vialidad, se tuvo que ajustar a la disponibilidad de espacio, toda vez que ya se encontraban algunas fincas establecidas por lo cual las secciones no coinciden en su ancho, por lo cual la sección sur de la Av. Aguascalientes, cuenta con una sección más ancha que la parte norte.

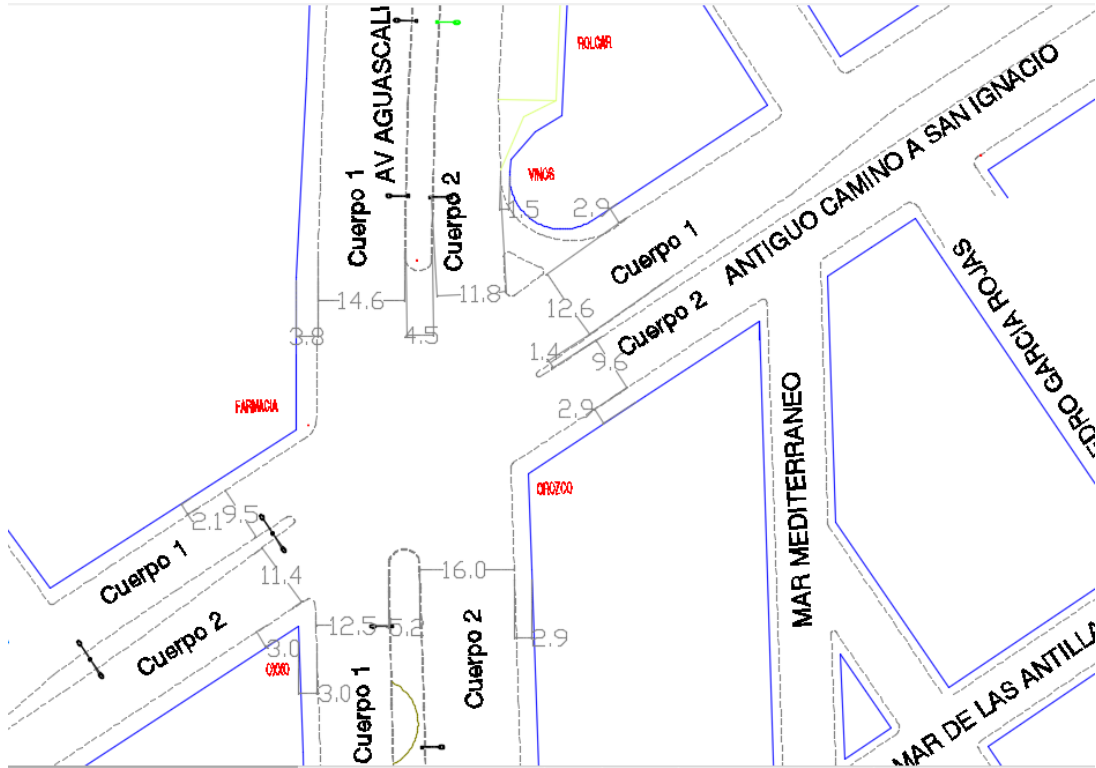


Figura 9 Mapa de la situación del cruce actualmente con dimensiones

Tal como se ha mencionado con anterioridad, éste cruce es a nivel y ya cuenta con adecuaciones geométricas a fin de facilitar los movimientos direccionales. Asimismo, la intersección está controlada por semáforos que se encuentran operando mediante un esquema de sincronización que comprende toda la avenida.

Tabla 2.3 Datos de la oferta en situación actual

Número de movimiento	Movimiento	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	3	3.20	9.60	5
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	2	3.65	7.30	5
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	2	3.15	6.30	7
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	2	2.85	5.70	7
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	1	3.20	3.20	7
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	1	3.65	3.65	7

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antigo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	1	3.15	3.15	7
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	1	2.85	2.85	7
9	Vuelta derecha Av. Antigo Camino a San Ignacio Oriente	1	3.15	3.15	8
10	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Norte	1	3.65	3.65	8
11	Vuelta derecha Av. Antigo Camino a San Ignacio Poniente	1	2.85	2.85	8
12	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Sur	1	3.20	3.20	8

Fuente SOP

Es importante reiterar que los estacionamientos en los carriles de la extrema derecha están restringidos en el cruce, pues estos están destinados a las vueltas derechas, que representan los movimientos 9 a 12.

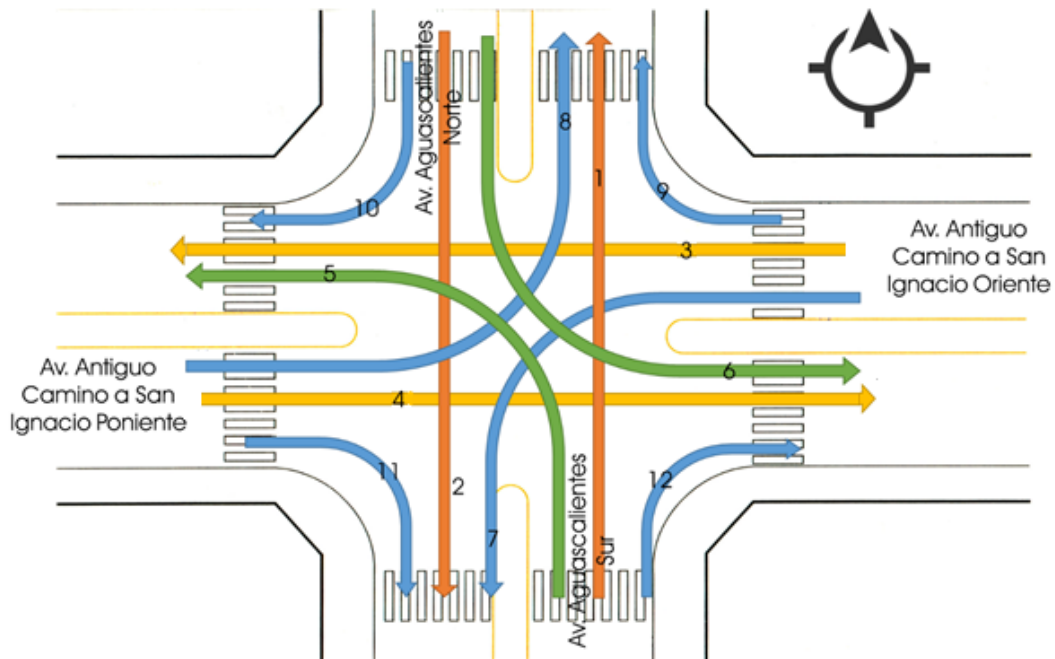


Figura 10 Movimientos Relevantes analizados

Para determinar la velocidad de operación actual se realizó un estudio mediante el método del vehículo flotante, con seis (6) recorridos en los que se realizaron cada uno de los movimientos direccionales. Tres de los recorridos en periodos de alta demanda (con congestión) y los tres restantes en condiciones de baja demanda (sin congestión), las distancias de recorrido se midieron mediante odómetro de alta precisión y se determinaron los tiempos de recorrido para cada uno de movimientos direccionales que se realizan en el cruce.

Es importante señalar que, aunque lo que se miden son tiempos de recorrido, la variable analizada es en realidad la velocidad media de recorrido.

A fin de facilitar la evaluación económica del proyecto, se han determinado las velocidades por movimiento relevante, por lo que para contar con la información adecuada para realizarlo se procedió a agrupar las velocidades en dicho criterio, obteniendo los promedios correspondientes.

Tabla 2.4 Velocidad de operación por tipo de movimiento (km/hr)

Número	Movimiento	Velocidad Promedio	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	42	52
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	42	52
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	35	44
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente – Oriente	35	44
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	28	36
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	28	36
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	28	36
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	28	36

Fuente Elaboración propia

### 2.3 Análisis de la demanda actual

Para determinar el volumen y características del tránsito que circula por la Av. Aguascalientes Poniente en la intersección con Av. Antiguo Camino a San Ignacio, se llevaron a cabo aforos vehiculares, De igual manera se analizaron los movimientos direccionales en el cruce, considerando los aforos vehiculares en intervalos de 15 minutos, por espacio de seis (6) horas.

La determinación de los aforos vehiculares se realizó mediante conteo directo la semana del 22 al 28 de enero del presente año.

Tabla 2.5 Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en la zona de análisis

Número	Movimiento	TDPA	Clasificación (%)		
			A	B	C
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	20,170	94.5	2.5	3.0
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	21,490	94.2	2.6	3.2
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	4,649	95.0	2.7	2.3
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente – Oriente	4,554	95.0	2.7	2.3

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3,557	98.4	1.5	0.1
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3,727	97.8	1.5	0.7
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	2,251	97.6	1.5	0.9
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av Aguascalientes Norte	2,659	95.0	2.7	2.3

Fuente Elaboración propia

Tomando en cuenta que se trata de un cruce de características urbanas, se puede decir que las condiciones de la operación varían considerablemente a lo largo del día, dado que la demanda se concentra en intervalos pico y en las horas valle se tiene una operación más fluida. Por lo anterior, a fin de tener un mejor análisis se dividió la demanda en dos periodos: “con congestión” y “sin congestión”.

Tabla 2.6 Composición vehicular por movimiento

Número	Movimiento	TDPA		Clasificación (%)		
		Con Congestión	Sin Congestión	A	B	C
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	18,459	1,711	94.5	2.5	3.0
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	19,645	1,845	94.2	2.6	3.2
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	4,284	365	95.0	2.7	2.3
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	4,160	394	95.0	2.7	2.3
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3,314	243	98.4	1.5	0.1
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3,415	312	97.8	1.5	0.7
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	2,067	184	97.6	1.5	0.9
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	2,445	214	95.0	2.7	2.3

Fuente Elaboración propia

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

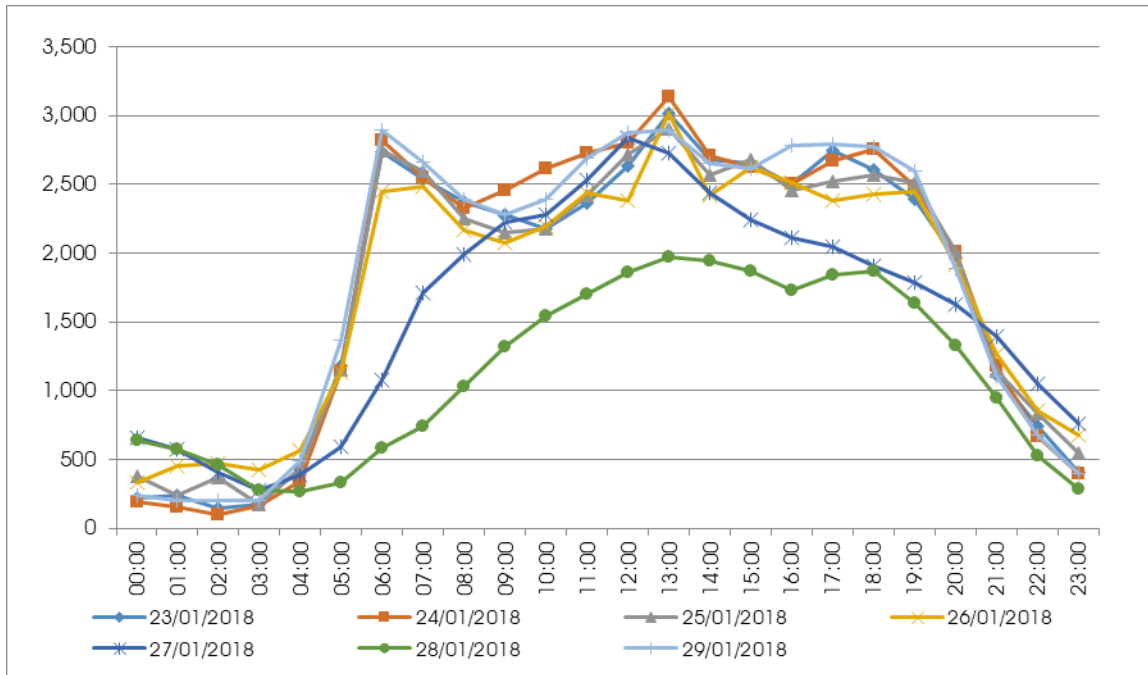


Figura 11. Comportamiento horario del flujo vehicular en la Av. Aguascalientes Poniente en el cruce con Av. Antiguo Camino a San Ignacio

Al tratarse de un cruce operando a nivel, todos los movimientos direccionales implican un riesgo de accidentalidad, básicamente en los puntos en que la trayectoria de cada movimiento direccional se intersecta con la de otro, estos puntos de intersección entre trayectorias en Ingeniería de Tránsito se les llama “puntos de conflictos en intersecciones”, el nivel de riesgo se incrementa de forma directa con el volumen de tránsito que utiliza el entronque.

Para el caso del entronque en análisis al ser de cuatro (4) ramas de doble circulación se tienen 32 puntos de conflictos, de los cuales 16 son de cruce, 8 de convergencia y 8 de divergencia.

Para los términos del presente análisis, se consideró una longitud de 1,000 m (1 Km) para cada uno de los movimientos relevantes en el proyecto, debido a que se considera que esta distancia necesaria para realizar las maniobras de aceleración y desaceleración.

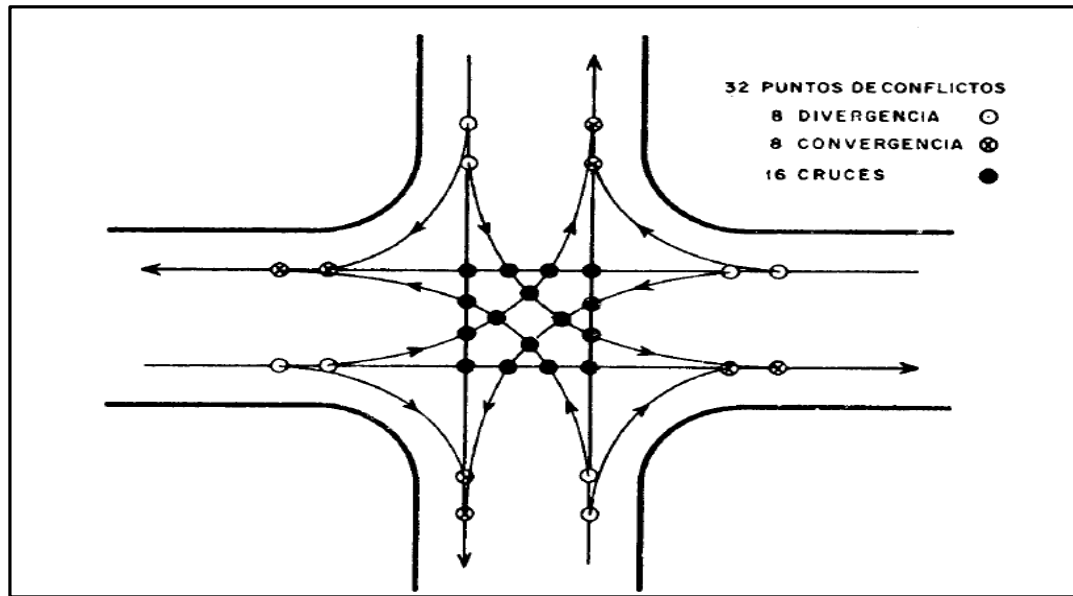


Figura 12. Puntos de conflicto en una intersección de 4 ramas  
(Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT 1991)

En ese sentido y aun cuando todos los movimientos presentan riesgo potencial de accidente, se puede decir que las vueltas derechas presentan menor riesgo al tener sólo tres puntos de conflicto con otros movimientos, que son uno de divergencia y dos de convergencia. Mientras que los movimientos de frente y vueltas izquierdas son más riesgosos al presentar ocho puntos de conflicto, que son cuatro de intersección de trayectoria, dos de convergencia y dos de divergencia.

Para conocer la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA), se analizó el reporte de Vehículos de motor registrados en circulación emitido por el INEGI para el estado de Aguascalientes, considerando del año 2007 al 2016, que es el último año reportado. Se tomó la información proporcionada por el INEGI, toda vez que esta información es generada por Gobierno del Estado quien lleva el registro vehicular y quien lo reporta al INEGI. Por otra parte en la ciudad de Aguascalientes circula del orden del 80 % de la totalidad de los vehículos en el Estado, pues es donde se concentra cerca del 80 % de la población total.

Aunado a lo anterior, la Av. Aguascalientes es uno de los tres anillos periféricos con los que cuenta la ciudad y una de las vialidades con mayor aforo vehicular, por lo que los incrementos en el parque vehicular se ven reflejados de manera directa en esta vialidad.

Se consideró de mayor relevancia este supuesto, toda vez que los puntos de verificación con los que cuenta la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, quienes si presentan datos históricos no se encuentran cerca de este punto y su información pudiera ser menos relevante.

Tabla 2. 7 Tasa de crecimiento anual de vehículos

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Año	Nacional	Aguascalientes
2007	7.4 %	8.2 %
2008	9.5 %	5.8 %
2009	5.5 %	3.7 %
2010	2.4 %	4.6 %
2011	5.2 %	3.1 %
2012	4.8 %	2.2 %
2013	5.4 %	3.7 %
2014	3.5 %	3.7 %
2015	5.8 %	5.7 %
2016	6.7 %	5.3 %

Fuente INEGI Vehículos de motor registrados en circulación

Los datos históricos registrados para los años 2007 al 2016, dan como resultado una tasa del 4.6 % anual para el estado de Aguascalientes, mientras que a nivel nacional la tasa promedio fue del 5.6 %; sin embargo, para realizar un análisis conservador se decidió adoptar la tasa de 3.5 % anual como TCMA del proyecto.

#### 2.4 Interacción de la oferta - demanda

Para el análisis de capacidad se utilizó la metodología y parámetros del Manual de Capacidad Vial de la SCT. Asimismo, con base a la TCMA seleccionada, 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 hacer el proyecto. Los datos base para calcular el nivel de servicio se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 2.8 Interacción Oferta – Demanda (Pesos 2018)

Tramo	Movimiento	CGV (\$/veh)	
		Con congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	3.29	2.53
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	3.32	2.55
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	3.70	3.02
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente – Oriente	3.52	2.87
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3.56	2.87
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3.59	2.90
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	3.59	2.90
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	3.85	3.12

Fuente Elaboración propia



Tabla 2.9 Comparación velocidades y tiempo en situación actual (Pesos 2018)

Tramo	Movimiento	Velocidad (km/hr)		Tiempo (hr)	
		Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	42	52	0.0238	0.0192
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	42	52	0.0238	0.0192
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	35	44	0.0286	0.0227
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente Incorporación de Av.	35	44	0.0286	0.0227
5	Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente Incorporación de Av.	28	36	0.0357	0.0278
6	Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente Incorporación de Camino San	28	36	0.0357	0.0278
7	Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur Incorporación de Camino San	28	36	0.0357	0.0278
8	Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	28	36	0.0357	0.0278

Fuente Elaboración propia

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Capacidad Vial, en la Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, se presentan un nivel que opera en prácticamente un nivel D, provocando que los usuarios experimentan demoras superiores a los 85 segundos por vehículo.

### III. Situación sin el proyecto

#### 3.1 Optimizaciones

Las medidas de optimización, son medidas de bajo costo o administrativas que buscan mejorar las condiciones de la situación actual de tal manera que no se atribuyan beneficios que pudieran obtenerse a menor costo.

En caso de que el proyecto no se realice, se harían trabajos de mejora al señalamiento horizontal y vertical del tramo, con el fin de dar mayor seguridad a los usuarios. Además a efecto de mejorar el estado superficial del tramo se aplicarían una serie de trabajos al pavimento, iniciando con un bacheo superficial con concreto asfáltico en subtramos aislados, y en casos donde se presenta mayores deformaciones se tendrán que reponer las losas de concreto.

Por último se realizará el pintado del alineamiento horizontal y la complementación del señalamiento vertical para agilizar el tránsito vehicular en la zona.

Tabla 3. 1 Costo estimado de las optimizaciones (pesos de 2018)

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Pintado de raya	m	2000	12.56	25,120.00
Violetas e indicadores de alineamiento	pza.	1000	185.46	185,460.00
Señalamiento vertical	pza.	25	2458.38	61,459.50
Bacheo	m <sup>2</sup>	325	235.65	76,586.25
Rehabilitación parcial de losas de concreto	m <sup>2</sup>	435	545	237,075.00
Carpeta de un riego con emulsión modificada con polímeros	m <sup>2</sup>	2630	345.75	909,322.50
			Subtotal	1,495,023.25
			IVA	239,203.72
			Total	1,734,226.97

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a precios índice

Por el tipo de trabajos planteados, se deberán realizar las labores de mantenimiento a la superficie de rodamiento al menos cada 3 años, para que se mantengan los beneficios alcanzados por las medidas de optimización.

Al continuar el crecimiento normal del tránsito aumentará el número de usuarios en el tramo y con el mejoramiento del señalamiento se logrará evitar accidentes; sin embargo, se continuarán generando demoras en los principales cruces, reduciendo el nivel del servicio.

Por lo tanto, con estas acciones no se elevarán de manera significativa las velocidades de operación, debido a que continuará existiendo un proceso acelerado de saturación del tramo, además que el tránsito que circule por él seguirá teniendo conflictos por problemas de congestión.

Por la importancia de estas vialidades para la conectividad de las personas, las condiciones de continuidad, comodidad y seguridad a los usuarios de este cruce, no se consideran óptimas con la situación actual optimizada.

### 3.2 Análisis de la oferta

Las características geométricas, dadas las optimizaciones planteadas, no se modifican; sin embargo, se mejorarían las condiciones del tránsito al contar con una mejor superficie de rodamiento, agilizando el tránsito en la zona.

Tabla 3. 2 Dimensiones del cruce en situación sin proyecto

Vialidad	Sección	Ancho Total de sección	Ancho de camellón (m)	Ancho total de banquetas (m)	Ancho total cuerpo 1 (m)	Carriles cuerpo 1	Ancho promedio carriles cuerpo 1	Ancho total cuerpo 2 (m)	Carriles cuerpo 2	Ancho promedio carriles cuerpo 2
Av. Aguascalientes	Norte	36.2	4.5	5.30	14.60	4.00	3.65	11.80	4.00	2.95
Av. Aguascalientes	Sur	39.8	5.4	5.90	12.50	4.00	3.13	16.00	5.00	3.20
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	Oriente	29.4	1.4	5.80	12.60	4.00	3.15	9.60	4.00	2.40
Av. Antiguo Camino a San Ignacio	Poniente	28.0	2	5.10	9.50	3.00	3.17	11.40	4.00	2.85

Nota: en la zona del cruce ambas Avenidas cuentan con un carril adicional para la vuelta izquierda que se aloja en lo que normalmente es el camellón central. Fuente SOP

Tabla 3. 3 Datos de la oferta en situación sin proyecto

Movimiento	Movimiento	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	3	3.20	9.60	4
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	2	3.65	7.30	4
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	2	3.15	6.30	4
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente Incorporación de Av.	2	2.85	5.70	4
5	Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente Incorporación de Av.	1	3.20	3.20	4
6	Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av.	1	3.65	3.65	4
7	Aguascalientes Sur Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av.	1	3.15	3.15	4
8	Aguascalientes Norte	1	2.85	2.85	4

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Movimiento	Movimiento	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
9	Vuelta derecha Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente	1	3.15	3.15	4
10	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Norte	1	3.65	3.65	4
11	Vuelta derecha Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente	1	2.85	2.85	4
12	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Sur	1	3.20	3.20	4

Fuente Elaboración propia

Al igual que en la situación actual, se restringe el estacionamiento en los carriles de la extrema derecha de cada sentido pues estos son utilizados en la cercanía del cruce para realizar las vueltas derechas mencionadas en los movimientos 9 a 12.

### 3.3 Análisis de la demanda

Dado que los trabajos de optimización presentan un efecto marginal en las condiciones de operación del tramo, además de tratarse de vialidades existentes, la demanda permanece prácticamente constante. En ese sentido, se considera la misma que fue detallada en capítulos anteriores.

Tabla 3.4 Composición vehicular por movimiento en la situación sin proyecto

Número	Movimiento	TDPA		Clasificación (%)		
		Con Congestión	Sin Congestión	A	B	C
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	18,459	1,711	94.5	2.5	3.0
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	19,645	1,845	94.2	2.6	3.2
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	4,284	365	95.0	2.7	2.3
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	4,160	394	95.0	2.7	2.3
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3,314	243	98.4	1.5	0.1
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3,415	312	97.8	1.5	0.7
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	2,067	184	97.6	1.5	0.9
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	2,445	214	95.0	2.7	2.3

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, en la Av. Aguascalientes se presenta un nivel de servicio tipo D, mientras que en la Av. Antiguo Camino a San Ignacio se presentan niveles de

servicio B, y durante las horas pico, se presenta congestión derivado de los ciclos del semáforo. Lo anterior conlleva a que los usuarios tengan una operación con demoras aproximadas de 4 segundos por vehículo.

De acuerdo al TDPA determinado, se procedió a hacer la proyección del flujo vehicular a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la tasa de crecimiento del 3.5 %.

Tabla 3.5 Proyección del TDPA por cada movimiento con congestión sin proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2018	18,459	19,645	4,284	4,160	3,314	3,415	2,067	2,445
2019	19,105	20,333	4,434	4,306	3,430	3,535	2,139	2,531
2020	19,774	21,044	4,589	4,456	3,550	3,658	2,214	2,619
2021	20,466	21,781	4,750	4,612	3,674	3,786	2,292	2,711
2022	21,182	22,543	4,916	4,774	3,803	3,919	2,372	2,806
2023	21,924	23,332	5,088	4,941	3,936	4,056	2,455	2,904
2024	22,691	24,149	5,266	5,114	4,074	4,198	2,541	3,006
2025	23,485	24,994	5,450	5,293	4,216	4,345	2,630	3,111
2026	24,307	25,869	5,641	5,478	4,364	4,497	2,722	3,220
2027	25,158	26,774	5,839	5,670	4,517	4,654	2,817	3,332
2028	26,038	27,711	6,043	5,868	4,675	4,817	2,916	3,449
2029	26,950	28,681	6,255	6,073	4,838	4,986	3,018	3,570
2030	27,893	29,685	6,473	6,286	5,008	5,160	3,123	3,695
2031	28,869	30,724	6,700	6,506	5,183	5,341	3,233	3,824
2032	29,879	31,799	6,934	6,734	5,364	5,528	3,346	3,958
2033	30,925	32,912	7,177	6,969	5,552	5,721	3,463	4,096
2034	32,008	34,064	7,428	7,213	5,746	5,922	3,584	4,240
2035	33,128	35,256	7,688	7,466	5,948	6,129	3,710	4,388
2036	34,287	36,490	7,957	7,727	6,156	6,343	3,839	4,542
2037	35,487	37,768	8,236	7,998	6,371	6,565	3,974	4,701
2038	36,730	39,089	8,524	8,278	6,594	6,795	4,113	4,865
2039	38,015	40,458	8,823	8,567	6,825	7,033	4,257	5,035
2040	39,346	41,874	9,131	8,867	7,064	7,279	4,406	5,212
2041	40,723	43,339	9,451	9,177	7,311	7,534	4,560	5,394
2042	42,148	44,856	9,782	9,499	7,567	7,798	4,720	5,583
2043	43,623	46,426	10,124	9,831	7,832	8,070	4,885	5,778
2044	45,150	48,051	10,478	10,175	8,106	8,353	5,056	5,980
2045	46,730	49,733	10,845	10,531	8,390	8,645	5,233	6,190
2046	48,366	51,473	11,225	10,900	8,683	8,948	5,416	6,406
2047	50,059	53,275	11,618	11,281	8,987	9,261	5,605	6,631
2048	51,811	55,139	12,024	11,676	9,302	9,585	5,802	6,863

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.6 Proyección del TDPA por cada movimiento en sin congestión sin proyecto

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2018	1,711	1,845	365	394	243	312	184	214
2019	1,771	1,910	378	408	252	323	190	221
2020	1,833	1,976	391	422	260	334	197	229
2021	1,897	2,046	405	437	269	346	204	237
2022	1,963	2,117	419	452	279	358	211	246
2023	2,032	2,191	434	468	289	371	219	254
2024	2,103	2,268	449	484	299	384	226	263
2025	2,177	2,347	464	501	309	397	234	272
2026	2,253	2,430	481	519	320	411	242	282
2027	2,332	2,515	497	537	331	425	251	292
2028	2,414	2,603	515	556	343	440	260	302
2029	2,498	2,694	533	575	355	456	269	312
2030	2,585	2,788	552	595	367	471	278	323
2031	2,676	2,885	571	616	380	488	288	335
2032	2,770	2,986	591	638	393	505	298	346
2033	2,867	3,091	612	660	407	523	308	359
2034	2,967	3,199	633	683	421	541	319	371
2035	3,071	3,311	655	707	436	560	330	384
2036	3,178	3,427	678	732	451	580	342	398
2037	3,289	3,547	702	757	467	600	354	411
2038	3,405	3,671	726	784	484	621	366	426
2039	3,524	3,800	752	811	500	643	379	441
2040	3,647	3,933	778	840	518	665	392	456
2041	3,775	4,070	805	869	536	688	406	472
2042	3,907	4,213	833	900	555	712	420	489
2043	4,044	4,360	863	931	574	737	435	506
2044	4,185	4,513	893	964	594	763	450	523
2045	4,332	4,671	924	997	615	790	466	542
2046	4,483	4,834	956	1,032	637	817	482	561
2047	4,640	5,003	990	1,068	659	846	499	580
2048	4,802	5,179	1,024	1,106	682	876	516	601

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. 7 Proyección del TDPA total por cada movimiento sin proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2018	20,170	21,490	4,649	4,554	3,557	3,727	2,251	2,659
2019	20,876	22,243	4,812	4,714	3,682	3,858	2,329	2,752
2020	21,607	23,020	4,980	4,878	3,810	3,992	2,411	2,848
2021	22,363	23,827	5,155	5,049	3,943	4,132	2,496	2,948
2022	23,145	24,660	5,335	5,226	4,082	4,277	2,583	3,052
2023	23,956	25,523	5,522	5,409	4,225	4,427	2,674	3,158
2024	24,794	26,417	5,715	5,598	4,373	4,582	2,767	3,269
2025	25,662	27,341	5,914	5,794	4,525	4,742	2,864	3,383
2026	26,560	28,299	6,122	5,997	4,684	4,908	2,964	3,502
2027	27,490	29,289	6,336	6,207	4,848	5,079	3,068	3,624
2028	28,452	30,314	6,558	6,424	5,018	5,257	3,176	3,751
2029	29,448	31,375	6,788	6,648	5,193	5,442	3,287	3,882
2030	30,478	32,473	7,025	6,881	5,375	5,631	3,401	4,018
2031	31,545	33,609	7,271	7,122	5,563	5,829	3,521	4,159
2032	32,649	34,785	7,525	7,372	5,757	6,033	3,644	4,304
2033	33,792	36,003	7,789	7,629	5,959	6,244	3,771	4,455
2034	34,975	37,263	8,061	7,896	6,167	6,463	3,903	4,611
2035	36,199	38,567	8,343	8,173	6,384	6,689	4,040	4,772
2036	37,465	39,917	8,635	8,459	6,607	6,923	4,181	4,940
2037	38,776	41,315	8,938	8,755	6,838	7,165	4,328	5,112
2038	40,135	42,760	9,250	9,062	7,078	7,416	4,479	5,291
2039	41,539	44,258	9,575	9,378	7,325	7,676	4,636	5,476
2040	42,993	45,807	9,909	9,707	7,582	7,944	4,798	5,668
2041	44,498	47,409	10,256	10,046	7,847	8,222	4,966	5,866
2042	46,055	49,069	10,615	10,399	8,122	8,510	5,140	6,072
2043	47,667	50,786	10,987	10,762	8,406	8,807	5,320	6,284
2044	49,335	52,564	11,371	11,139	8,700	9,116	5,506	6,503
2045	51,062	54,404	11,769	11,528	9,005	9,435	5,699	6,732
2046	52,849	56,307	12,181	11,932	9,320	9,765	5,898	6,967
2047	54,699	58,278	12,608	12,349	9,646	10,107	6,104	7,211
2048	56,613	60,318	13,048	12,782	9,984	10,461	6,318	7,464

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda

De acuerdo con la TCMA seleccionada (3.5 %), misma que se detalla en el diagnóstico de la situación actual, 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 hacer el proyecto.

Se considera que con las mejoras de las condiciones de cruce, se logrará un ligero incremento en las velocidades de tránsito que se verá reflejado en una reducción marginal de los costos generalizados de viaje.

Tabla 3. 8 Velocidad de operación por tipo de movimiento

Número	Movimiento	Velocidad Promedio (km/hr)	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	44	55
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	44	55
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	37	47
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente – Oriente	37	47
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	30	39
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	30	39
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	30	39
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	30	39

Fuente Elaboración propia

Tabla 3. 9 Tiempos de operación por tipo de movimiento

Número	Movimiento	Tiempo Promedio (hr)	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	0.0229	0.0182
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	0.0229	0.0182
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	0.0271	0.0215
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente – Oriente	0.0271	0.0215
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	0.0336	0.0258
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	0.0336	0.0258
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	0.0336	0.0258
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	0.0336	0.0258

Fuente Elaboración propia

Tabla 3.10 Costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto para el primer año de operación (pesos 2018)

Tramo	Movimiento	CGV (\$/veh)	
		Con	Sin Congestión



Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

		congestión	
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	3.24	2.49
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	3.27	2.51
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	3.61	2.95
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente – Oriente	3.43	2.80
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3.46	2.77
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3.49	2.80
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	3.49	2.80
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	3.73	3.00

Fuente Elaboración propia

De acuerdo a las proyecciones del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), los niveles de servicio que se presentarían en condiciones similares a lo que se presenta en la situación actual.

Tabla 3. 11 Proyección de los Costos Generalizados de viaje por cada movimiento (Pesos 2018)

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2018	5.735	5.773	6.562	6.234	6.236	6.282	6.298	6.730
2019	5.743	5.782	6.571	6.243	6.245	6.292	6.307	6.740
2020	5.752	5.790	6.581	6.252	6.255	6.301	6.317	6.750
2021	5.761	5.800	6.592	6.262	6.265	6.311	6.327	6.760
2022	5.771	5.809	6.603	6.273	6.275	6.322	6.337	6.771
2023	5.781	5.820	6.615	6.284	6.286	6.333	6.349	6.783
2024	5.791	5.830	6.627	6.296	6.298	6.345	6.360	6.795
2025	5.803	5.842	6.640	6.308	6.310	6.357	6.372	6.808
2026	5.815	5.854	6.654	6.321	6.323	6.370	6.385	6.822
2027	5.827	5.866	6.668	6.335	6.336	6.383	6.399	6.836
2028	5.840	5.879	6.683	6.349	6.350	6.398	6.413	6.851
2029	5.854	5.893	6.699	6.365	6.365	6.413	6.428	6.867
2030	5.869	5.908	6.716	6.381	6.381	6.429	6.444	6.883
2031	5.884	5.924	6.734	6.398	6.398	6.445	6.461	6.901
2032	5.901	5.941	6.753	6.415	6.416	6.463	6.479	6.920
2033	5.919	5.958	6.773	6.434	6.435	6.482	6.498	6.940
2034	5.937	5.977	6.794	6.455	6.454	6.502	6.518	6.960
2035	5.957	5.997	6.817	6.476	6.475	6.523	6.539	6.983
2036	5.978	6.018	6.841	6.499	6.498	6.546	6.562	7.006
2037	6.000	6.041	6.866	6.523	6.522	6.570	6.586	7.031
2038	6.024	6.065	6.893	6.549	6.547	6.595	6.611	7.058
2039	6.050	6.090	6.922	6.576	6.574	6.622	6.638	7.087
2040	6.077	6.118	6.953	6.606	6.603	6.651	6.667	7.117

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2041	6.107	6.148	6.986	6.637	6.634	6.682	6.699	7.150
2042	6.138	6.179	7.022	6.671	6.667	6.716	6.732	7.184
2043	6.172	6.214	7.060	6.707	6.703	6.751	6.768	7.222
2044	6.209	6.251	7.101	6.746	6.741	6.790	6.806	7.262
2045	6.249	6.291	7.146	6.788	6.782	6.831	6.848	7.306
2046	6.292	6.334	7.194	6.834	6.827	6.876	6.893	7.352
2047	6.339	6.381	7.246	6.883	6.875	6.925	6.941	7.403
2048	6.389	6.432	7.302	6.937	6.927	6.977	6.994	7.458

Fuente Elaboración propia

### 3.5 Alternativas de solución

Con la finalidad de identificar la mejor propuesta para mejorar las condiciones de tránsito en este punto de la ciudad, se analizaron las condiciones técnicas, operativas y económicas de dos alternativas.

#### Alternativa 1 Paso superior

El proyecto contempla la construcción de un puente con dos calzadas superiores para albergar a 4 carriles, 2 por sentido, con una sección total de 17 m de ancho, así como vialidades laterales de 7 m y cada una que permitan los movimientos direccionales.

El puente tendrá una longitud total de 560 m con un claro de 234 m, entre la calle Mar Caspio y la Av. Canal Interceptor a base de traveses de concreto pre esforzado y el resto será utilizado por las rampas de ascenso – descenso, las cuales serán construidas a base de tierra armada.

Los apoyos entre claros consisten en un muro de concreto trapezoidal con un marco al centro con un pórtico y que estructuralmente está formado por dos columnas laterales inclinadas y dos columnas centrales verticales que le dan forma al pórtico, un cabezal superior sobre el que se encuentran los bancos de apoyo que reciben los neoprenos donde se sustentan las traveses y tres topes sísmicos intermedios. Una contratrabe inferior que está sustentada en una zapata corrida de 100 cm de peralte.

*Tabla 3.12 Costo de inversión de la alternativa 1 (pesos de 2018)*

Partidas	Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo
Preliminares	Preliminares	m2	9,520	134.42	1,279,678.40
Subestructura	Construcción de soportes de forma trapezoidal con un arco al centro formando un portico de concreto hidráulico con estructura de acero de refuerzo	pza	8	681,457.00	5,451,656.00
Muros estructurales	Construcción de estribos de tierra armada y muros estructurales de concreto hidráulico en módulos hexagonales	m2	4,930	1308.12	6,449,031.60

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Superestructura	Superestructura a base de 28 trabes de concreto preesforzado de 0.70 m de altura, y losa planta sobre estructura concreto hidráulico de f'c 300 kg	m2	4,560	17,355.70	79,141,992.00
Pavimento hidráulico	Pavimento a base de concreto con módulo de ruptura mínimo de 45 reforzado con acero armado, autonivelante con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	m2	9,520	813.55	7,744,996.00
Señalamiento Horizontal	Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras en el puente	m	9,254	12.48	115,489.92
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza	62	914.25	56,683.50
Semaforización	Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales consistente en estructuras para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	pza	12	108,816.86	1,305,802.31
Parapeto	Construcción de parapeto metálico	m	1120	2,036.35	2,280,712.00
Alumbrado	Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	m	520	431.60	224,432.00
Alumbrado	Suministro e instalación de alumbrado público en los accesos e interior del paso a desnivel incluye, postes, bases y luminarias necesarios para su correcto funcionamiento	pza	125	8,386.92	1,048,365.00
				Subtotal	105,098,838.73
				IVA	16,815,814.20
				Total Disponible	121,914,652.92
1 al Millar Auditoría Superior de la Federación					123,270.63
1% Gasto de Administración					1,232,706.30
Monto Solicitado					123,270,629.86

Fuente: Proyecto Ejecutivo

Tabla 3. 13 Costos de mantenimiento de la Alternativa 1 (Sin IVA Pesos 2018)

Actividad	Unidad	Cantidad	Monto	Periodicidad
Mantenimiento rutinario	\$/km/carril	45,300	181,200	Anual
Mantenimiento Periódico (cada 5 años)	\$/km/carril	425,000	1,700,000	Año 5, 10, 20, 25
Reparación mayor de losas de concreto (cada 15 años)	\$/km/carril	1,250,000	5,000,000	Año 15

Fuente. Elaboración Propia



- El espacio que se requiere para albergar la totalidad de los movimientos y retornos que requiere el cruce, obliga el tener que hacer un puente más largo.
- Pudiera presentarse inconformidad en los propietarios de los predios o comercios aledaños a la ubicación del puente
- Costos de inversión elevados pues al combinarse la topografía del terreno con las rampas de acceso al puente, se presenta pendientes más pronunciadas

#### Alternativa 2 Paso a Densivel Inferior

Paso inferior vehicular de 2 calzadas centrales de 7.75 m y un camellón central de 1.5 m, con 2 carriles de circulación para albergar los movimientos direccionales, la longitud total del puente es de 520 m, contemplando los accesos separadas por un camellón central y dos carriles laterales por calzada a nivel, ampliándose a cuatro carriles a nivel en el entronque para movimientos de retorno y vuelta derecha continuos con precaución, y vuelta izquierda.

Para evitar la acumulación de agua de lluvia en la parte inferior del paso a densivel, se requiere de la construcción de una red de drenaje pluvial que permita su desalojo, para conducir el agua hasta el Río San Pedro, pues límite inferior del puente se encuentra por debajo de la cota de los alcantarillados existentes.

Tabla 3.14 Costo de inversión de la alternativa 2 (pesos de 2018)

**Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes**

Partidas	Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo sin IVA	Costo con IVA	
Preliminares	Preliminares	m2	14,560	134.42	1,957,155.20	2,270,300.03	
Subestructura	Construcción de Muros laterales de concreto hidráulico con armado de acero estructural de 6 a 2 m de altura, ubicados en rampas de acceso al paso inferior	m2	855	1,308.12	1,118,442.60	1,297,393.42	
Subestructura	Pila de 90 cm de diámetro x 10 m de longitud, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarne y acarreo.s de concreto hidráulico.	pza	860	55,741.44	47,937,641.40	55,607,664.02	
Subestructura	Construcción de pilas de apoyo intermedio para soporte de estructura del puente.a base de columnas de concreto hidráulico, reforzadas de 13.70 m de altura y 0.80 m de espesor. Construidas en sitio.	pza	31	59,659.84	1,849,455.04	2,145,367.85	
Superestructura	Superestructura a base de 50 trabes de acero de 0.70 m de altura, lamina glavadeck y concreto hidráulico	m2	4,005	7,458.52	29,871,372.60	34,650,792.22	
Superestructura	Losa plana en súper estructura de 20 cm de peralte, fabricada con concreto f'c=300 kg/cm2 r.n. agreg.max. 20 mm (3/4"), incluye: cimbra acabado aparente, descimbra, habilitado de 90 kg de acero de refuerzo de 5/8" y 1/2" x m3 de concreto, materiales, mano de obra y equipo.	m2	4,005	973.12	3,897,345.60	4,520,920.90	
Pavimento hidráulico	Pavimento a base de concreto con acero armado, con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	m2	7,280	813.55	5,922,644.00	6,870,267.04	
Drenaje pluvial	Construcción de drenaje pluvial para el desalojo del agua al interior del paso a desnivel a base de tubería de PEAD de 91 cm de diámetro Tipo ADS con incluidas rejillas de captación, pozos de visita y vertedero	m	750	1,848.00	1,386,000.00	1,607,760.00	
Coladeras pluviales	Coladera pluvial de acero con rejilla de 1 m* 0.64	pza	28	1,250.00	35,000.00	40,600.00	
Pozos de visita	Pozos de visita de 60 cm *150 cm de 1.5 a 5.0 m de profundidas, incluyendo tapa y brocal	pza	20	7,325.98	146,519.60	169,962.74	
Señalamiento Horizontal	Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras	m	8,280	12.48	103,334.40	119,867.90	
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza	62	914.25	56,683.50	65,752.86	
Semaforización	Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	pza	12	108,816.66	1,305,799.96	1,514,727.95	
Alumbrado	Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	m	520	431.60	224,432.00	260,341.12	
Alumbrado	Poste de alumbrado cónico metálico de 11 m con luminaria tipo urbana de LED de 110 watts; incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	25	8,386.92	209,673.00	243,220.68	
Alumbrado	Suministro e instalación de luminario de pared o techo, en interior del paso a desnivel, luminaria tipo urbana de vapor de sodio de 500 w; incluye, soportes, bases y conexiones necesarias	pza	95	3,405.54	323,526.30	375,290.51	
Parapeto	Parapeto metálico de t-34.1.4 de acero galvanizado. Incluye: recubrimiento y aplicación de pintura.	m	836	2,036.35	1,702,388.60	1,974,770.78	
					Subtotal	98,047,413.79	113,735,000.00
1 al Millar Auditoría Superior de la Federación						115,000.00	
1% Gasto de Administración						1,150,000.00	
Monto Solicitado						115,000,000.00	

Fuente: Elaboración propia a base de precios índice

Tabla 3.15 Costos de mantenimiento de la Alternativa 2 (Sin IVA Pesos 2018)

Actividad	Unidad	Cantidad	Monto	Periodicidad
Mantenimiento rutinario	\$/km/carril	45,300	181,200	Anual
Mantenimiento Periódico (cada 5 años)	\$/km/carril	425,000	1,700,000	Año 5, 10, 20, 25
Reparación mayor de losas de concreto (cada 15 años)	\$/km/carril	1,250,000	5,000,000	Año 15

Fuente. Elaboración Propia

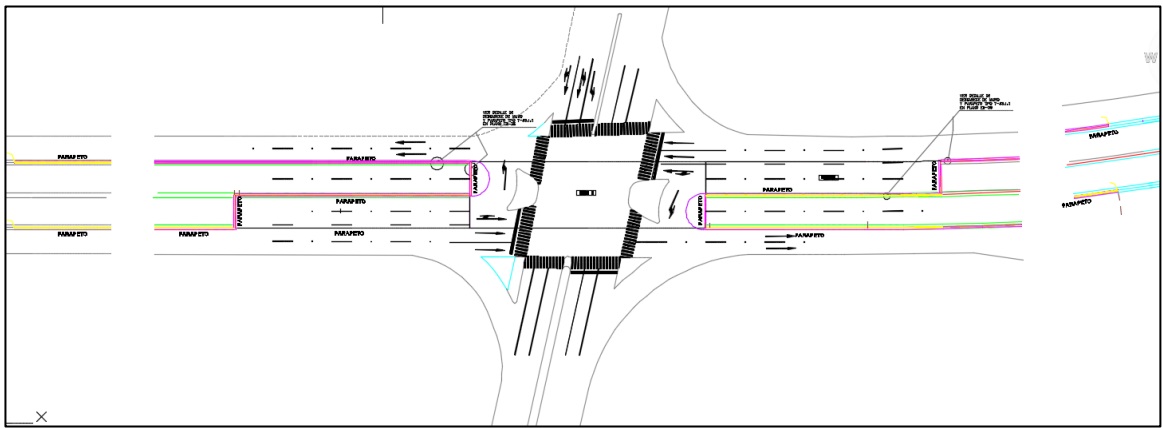


Figura 15 Planta Geométrica de la Alternativa 2 Paso a Desnivel Inferior

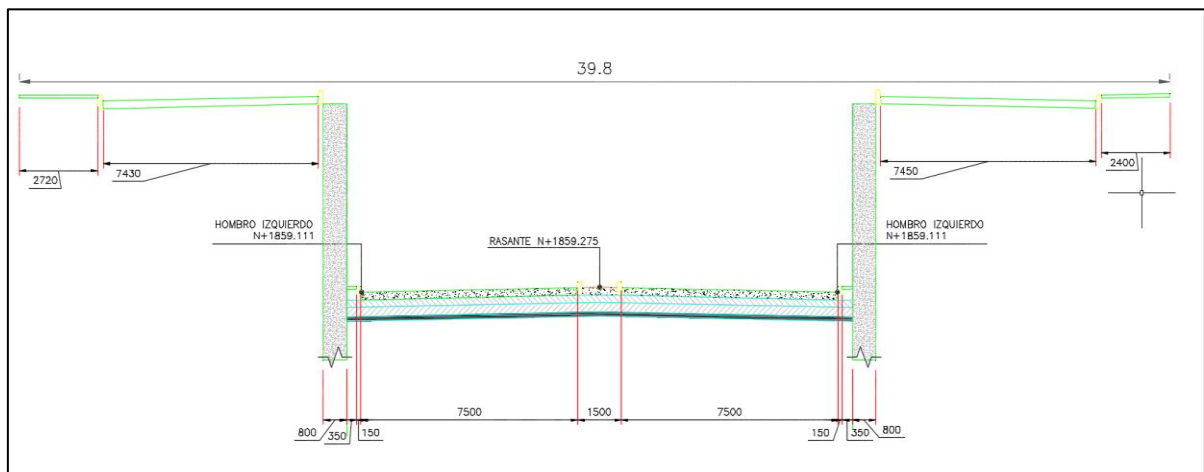


Figura 16 Sección tipo de la alternativa 2

### Ventajas

- La ampliación a cuatro carriles laterales en el entronque a nivel permitirá utilizar dos de ellos para el retorno continuo con precaución y la vuelta izquierda semafORIZADA, y los otros dos para la vuelta derecha continua con precaución y continuar de frente en el cruce semafORIZADO, evitando que los movimientos continuos de retorno y vuelta derecha sean obstaculizados.

- Se permite el flujo vehicular continuo de Av. Aguascalientes poniente.
- Esta alternativa permitirá la vuelta izquierda con mayor fluidez del flujo vehicular de Av. Aguascalientes en ambos sentidos para entrar a la Av. Antiguo Camino a San Ignacio en sus direcciones oriente y poniente, según sea el caso.
- Esta alternativa permite retorno continuo de ambos sentidos, sin afectar el flujo vehicular sobre los carriles laterales a nivel.

#### Desventajas

- Se requiere hacer obras de desalojo de agua pluvial incrementando el costo.

Para mantener la óptima operación de la infraestructura planteada en ambas alternativas se requiere de establecer un plan de mantenimiento, que se ha determinado de acuerdo a precios paramétricos establecido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y divide en mantenimiento periódico que se realiza quinquenalmente, conservación mayor a realizarse cada quince años, reparaciones específicas y reconstrucción.

Estas se han calculado sobre precios paramétricos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

A fin de llegar a esta conclusión de manera objetiva y cuantitativa para determinar cuál es la mejor opción, se consideró al Costo Anual Equivalente como indicador de referencia, toda vez que en su cálculo incluye los costos en los que se incurre tanto de inversión como de operación a lo largo de todo el horizonte de evaluación.

Tabla 3.16 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 1 (pesos de 2018)

Año	Inversión	Costos por molestias	Rutinario	Periódico	Reparación mayor de losas de concreto	Costo total
0	105,098,839	16,704,506		0.0	0	121,803,345
1			181,200	0.0	0	181,200
2			181,200	0.0	0	181,200
3			181,200	0.0	0	181,200
4			181,200	0.0	0	181,200
5			181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
6			181,200	0.0	0	181,200
7			181,200	0.0	0	181,200
8			181,200	0.0	0	181,200
9			181,200	0.0	0	181,200
10			181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
11			181,200	0.0	0	181,200
12			181,200	0.0	0	181,200



Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

13	181,200	0.0	0	181,200
14	181,200	0.0	0	181,200
15	181,200	0.0	5,000,000	5,181,200
16	181,200	0.0	0	181,200
17	181,200	0.0	0	181,200
18	181,200	0.0	0	181,200
19	181,200	0.0	0	181,200
20	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
21	181,200	0.0	0	181,200
22	181,200	0.0	0	181,200
23	181,200	0.0	0	181,200
24	181,200	0.0	0	181,200
25	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
26	181,200	0.0	0	181,200
27	181,200	0.0	0	181,200
28	181,200	0.0	0	181,200
29	181,200	0.0	0	181,200
30	181,200	0.0	0	181,200
CAE	\$12,230,845.61			
CAN	126,829,048.94			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.17 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 2 (pesos de 2018)

Año	Inversión	Costos por molestias	Rutinario	Periódico	Reparación mayor de losas de concreto	Costo total
0	98,047,414	16,704,506		0.0	0	114,751,920
1			181,200	0.0	0	181,200
2			181,200	0.0	0	181,200
3			181,200	0.0	0	181,200
4			181,200	0.0	0	181,200
5			181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
6			181,200	0.0	0	181,200
7			181,200	0.0	0	181,200
8			181,200	0.0	0	181,200
9			181,200	0.0	0	181,200
10			181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
11			181,200	0.0	0	181,200
12			181,200	0.0	0	181,200
13			181,200	0.0	0	181,200
14			181,200	0.0	0	181,200
15			181,200	0.0	5,000,000	5,181,200
16			181,200	0.0	0	181,200

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

17	181,200	0.0	0	181,200
18	181,200	0.0	0	181,200
19	181,200	0.0	0	181,200
20	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
21	181,200	0.0	0	181,200
22	181,200	0.0	0	181,200
23	181,200	0.0	0	181,200
24	181,200	0.0	0	181,200
25	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
26	181,200	0.0	0	181,200
27	181,200	0.0	0	181,200
28	181,200	0.0	0	181,200
29	181,200	0.0	0	181,200
30	181,200	0.0	0	181,200
CAE	\$11,550,836.65			
CAN	119,777,624.00			

Fuente: Elaboración propia

La alternativa 2 representa una solución de largo plazo permitiendo el incremento de las velocidades de operación vehicular, además generará ahorros para los usuarios en tiempos de recorrido y en operación vehicular, lo cual redundará en un incremento en la calidad de vida de los habitantes de la zona de influencia.

La alternativa 2 es la que presenta un Costo Anual Equivalente menor, toda vez que representa costos de inversión y operación menores a la Alternativa 1.

Por lo anterior, se considera la Alternativa 2 como la mejor opción a desarrollar y es el proyecto a evaluarse en los siguientes capítulos.

## IV. Situación con el proyecto

### 4.1 Descripción del proyecto

El proyecto de construcción del paso a desnivel inferior en Av. Aguascalientes Poniente y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, es un proyectos de infraestructura económica.

Tabla 4. 1 Tipo de programas y proyectos de inversión

Proyecto de infraestructura económica	X
Proyecto de infraestructura social	
Proyecto de infraestructura gubernamental	
Proyecto de inmuebles	
Programa de adquisiciones	
Programa de mantenimiento	
Otros proyectos de inversión	
Otros programas de inversión	

Fuente: Elaboración propia

Paso inferior vehicular de 2 calzadas centrales de 7.75 m y un camellón central de 1.5 m, con 2 carriles de circulación para albergar los movimientos direccionales, la longitud total del puente es de 520 m, contemplando los accesos separadas por un camellón central y dos carriles laterales por calzada a nivel, ampliándose a cuatro carriles a nivel en el entronque para movimientos de retorno y vuelta derecha continuos con precaución, y vuelta izquierda. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico con un área de 7,280 m<sup>2</sup>, se contará además con 8,280 m de alineamiento horizontal y la colocación de 62 piezas de alineamiento vertical.

Para el desalojo del agua pluvial que se captará en la parte inferior del puente, se construirá un colector pluvial con diámetro de 90 cm, que conducirá el agua hasta el Río San Pedro el cual se ubica a de 750 m de donde se encuentra el puente, toda vez que el nivel al que se ubicará está por debajo del sistema de drenaje en la zona.

Serán colocadas 25 luminarias con su correspondiente poste en las rampas de acceso, así como 95 luminarias en la parte techada fijadas en la loza de techo, (tenemos 520 mts. de longitud total de puente menos 140 mts. techados nos da 380 mts. de accesos, como los postes con luminaria van en cada calzada tenemos 760 mts. entre 30 mts. de separación nos da las 25 luminarias, en cada calzada tenemos 140 mts. techados, total 280 mts. y lleva una luminaria a cada 3 mts. en cada calzada, más al inicio y final nos da las 95 luminarias en túnel).

Finalmente un sistema de semaforización constituido por 12 piezas.

Tabla 4. 2 Características de físicas con proyecto

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Número de movimiento	Movimiento	Carriles	Ancho de carril (m)	Ancho total (m)	IRI
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	2	3.75	7.50	3
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	2	3.75	7.50	3
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	2	3.15	6.30	4
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	2	2.85	5.70	4
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	1	3.20	3.20	4
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	1	3.65	3.65	4
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	1	3.15	3.15	4
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	1	2.85	2.85	4
9	Vuelta derecha Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente	1	3.15	3.15	4
10	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Norte	1	3.65	3.65	4
11	Vuelta derecha Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente	1	2.85	2.85	4
12	Vuelta derecha Av. Aguascalientes Sur	1	3.20	3.20	4

Fuente SOP

La totalidad de las direccionalidades contarán con pavimento hidráulico.

Tabla 4. 3 Descripción de los componentes del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del puente (m)	520
Número de carriles Centrales (dos por sentido)	4
Ancho de carriles en el paso inferior (m)	3.75
Ancho de camellón central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m <sup>2</sup> )	7,280
Alineamiento horizontal (m)	8,280
Señalamiento vertical (pza.)	62
Semáforos	12
Colector Pluvial (m)	750
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	60
Luminarias con poste	25
Luminarias sostenidas en techo	95

Estado físico  
 Índice de Rugosidad (IRI m/km)

Bueno  
 3

Nota: Se considera un IRI para pavimentos de buena calidad de acuerdo con el IMT

Se considera un pavimento hidráulico con índice de rugosidad internacional (IRI) de 3 m/km, adecuado para pavimentos nuevos, según lo propuesto por el Banco Mundial y el Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

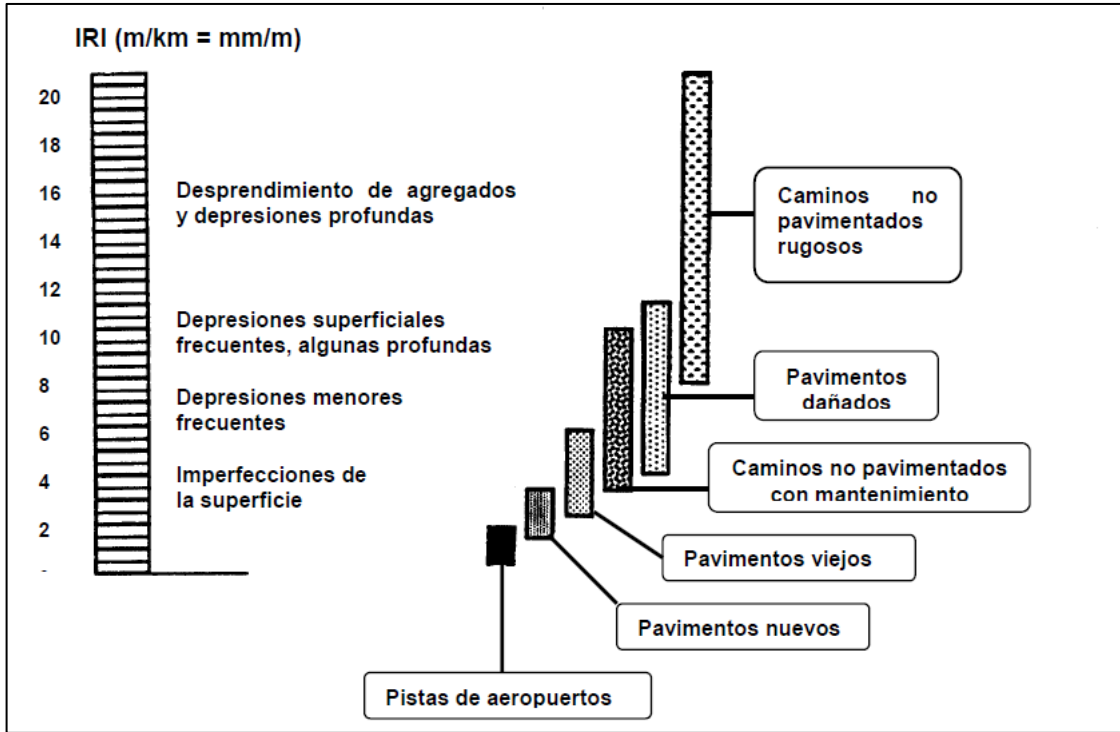


Figura 17 Escala de valores del IRI y las Características de los pavimentos

Debido a que es una intersección semaforizada, cuenta con las fases necesarias para el paso peatonal además del señalamiento horizontal como línea de parada para los vehículos en pintura color blanco y líneas tipo cebra para delimitar paso peatonal.

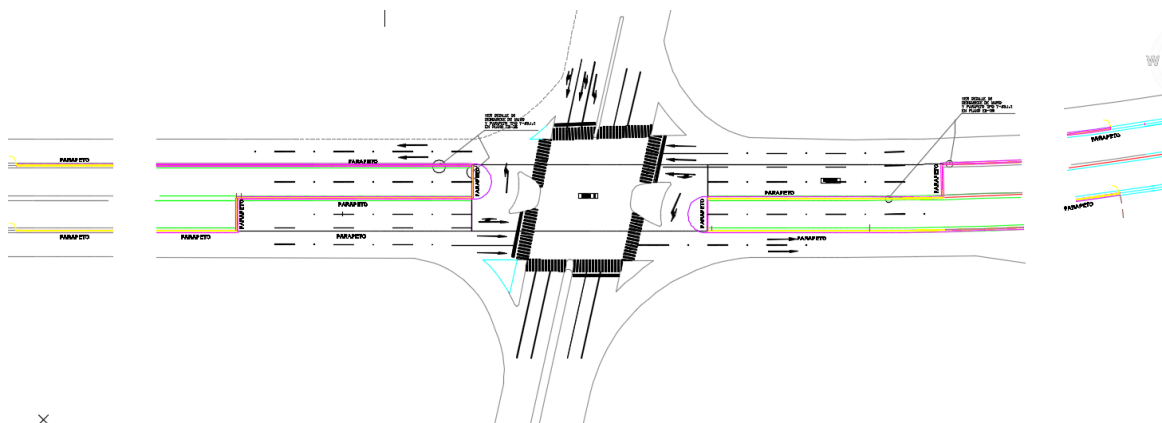


Figura 18 Planta General del Puente Inferior

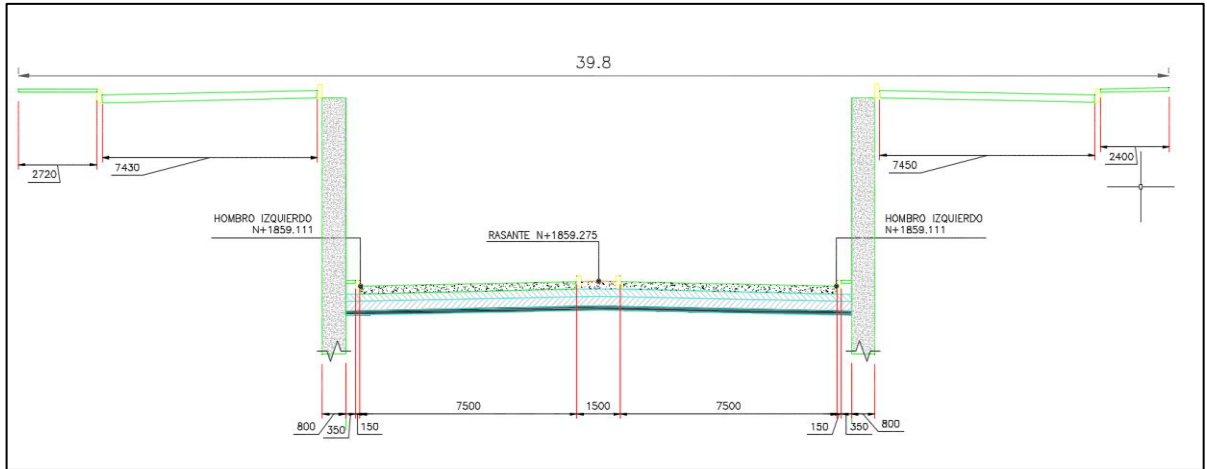


Figura 19 Sección transversal tipo de puente inferior

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Tabla 4. 4 Componentes del proyecto (pesos de 2018)

Partidas	Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo sin IVA	Costo con IVA
Preliminares	Preliminares	m2	14,560	134.42	1,957,155.20	2,270,300.03
Subestructura	Construcción de Muros laterales de concreto hidráulico con armado de acero estructural de 6 a 2 m de altura, ubicados en rampas de acceso al paso inferior	m2	855	1,308.12	1,118,442.60	1,297,393.42
Subestructura	Pila de 90 cm de diámetro x 10 m de longitud, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarnar y acarreo.s de concreto hidráulico.	pza	860	55,741.44	47,937,641.40	55,607,664.02
Subestructura	Construcción de pilas de apoyo intermedio para soporte de estructura del puente.a base de columnas de concreto hidráulico, reforzadas de 13.70 m de altura y 0.80 m de espesor. Construidas en sitio.	pza	31	59,659.84	1,849,455.04	2,145,367.85
Superestructura	Superestructura a base de 50 traveses de acero de 0.70 m de altura, lamina clavadeck y concreto hidráulico	m2	4,005	7,458.52	29,871,372.60	34,650,792.22
Superestructura	Losa plana en súper estructura de 20 cm de peralte, fabricada con concreto f'c=300 kg/cm2 r.n. agreg.max. 20 mm (3/4"), incluye: cimbra acabado aparente, descimbra, habilitado de 90 kg de acero de refuerzo de 5/8" y 1/2" x m3 de concreto, materiales, mano de obra y equipo.	m2	4,005	973.12	3,897,345.60	4,520,920.90
Pavimento hidráulico	Pavimento a base de concreto con acero armado, con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	m2	7,280	813.55	5,922,644.00	6,870,267.04
Drenaje pluvial	Construcción de drenaje pluvial para el desalojo del agua al interior del paso a desnivel a base de tubería de PEAD de 91 cm de diámetro Tipo ADS con incluidas rejillas de captación, pozos de visita y vertedero	m	750	1,848.00	1,386,000.00	1,607,760.00
Coladeras pluviales	Coladera pluvial de acero con rejilla de 1 m * 0.64	pza	28	1,250.00	35,000.00	40,600.00
Pozos de visita	Pozos de visita de 60 cm *150 cm de 1.5 a 5.0 m de profundidas, incluyendo tapa y brocal	pza	20	7,325.98	146,519.60	169,962.74
Señalamiento Horizontal	Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras	m	8,280	12.48	103,334.40	119,867.90
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza	62	914.25	56,683.50	65,752.86
Semaforización	Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	pza	12	108,816.66	1,305,799.96	1,514,727.95
Alumbrado	Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	m	520	431.60	224,432.00	260,341.12
Alumbrado	Poste de alumbrado cónico metálico de 11 m con luminaria tipo urbana de LED de 110 watts; incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	25	8,386.92	209,673.00	243,220.68
Alumbrado	Suministro e instalación de luminario de pared o techo, en interior del paso a desnivel, luminaria tipo urbana de vapor de sodio de 500 w ; incluye, soportes, bases y conexiones necesarias	pza	95	3,405.54	323,526.30	375,290.51
Parapeto	Parapeto metálico de t-34.1.4 de acero galvanizado. Incluye: recubrimiento y aplicación de pintura.	m	836	2,036.35	1,702,388.60	1,974,770.78
				Subtotal	98,047,413.79	113,735,000.00
	1 al Millar Auditoría Superior de la Federación					115,000.00
	1% Gasto de Administración					1,150,000.00
	Monto Solicitado					115,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

#### 4.2 Alineación estratégica

El proyecto contribuye a la consecución del Objetivo 4.9 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 que dice “Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica”.

Para lo anterior este proyecto se alinea al Estrategia 4.9.1 del PND “Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia”.

Línea de acción “Llevar a cabo la construcción de libramientos, incluyendo entronques, distribuidores y accesos”.

Con relación al Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 el proyecto está alineado con el Objetivo 1: “Contar con una infraestructura y una plataforma logística de transportes y comunicaciones modernas que fomenten una mayor competitividad, productividad y desarrollo económico y social”.

Alineándose con la Estrategia 1.1: “Desarrollar a México como plataforma logística con infraestructura de transporte multimodal que genere costos competitivos y valor agregado, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social”.

Línea de acción:

1.1.4 Modernizar y ampliar la infraestructura de transportes de forma que propicie un desarrollo regional equilibrado.

Respecto al el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018, el proyecto está alineado con el Objetivo 1: “Desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social”.

Para lo que se alinea a la Estrategia 1.1 “Modernizar, construir y conservar la red carretera federal, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos, de eficiencia, seguridad y equidad regional”.

Líneas de acción:

- Construir, modernizar y conservar carreteras y autopistas, privilegiando los recorridos de largo itinerario
- Construir infraestructura que permita brindar mayor seguridad a los usuarios



## Plan Estatal de Desarrollo 2016 - 2022

Eje 5 Aguascalientes Responsable, sustentable y limpio

Planear con visión para mejorar el equipamiento social y construir la infraestructura necesaria que incremente la eficiencia en la movilidad y mejore el hábitat integral en la entidad en beneficio de todos quienes habitamos el Estado.

### Programa:

Infraestructura para el desarrollo

### Objetivo:

Crear, ampliar y mejorar la infraestructura para lograr el desarrollo integral de las personal y la planta productiva.

Línea de acción:

1. Consolidar y modernizar las vialidades y carretera en el estado

### 4.3 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la ciudad de Aguascalientes, municipio de Aguascalientes, en el Estado de Aguascalientes.



Figura 20. Ubicación regional

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

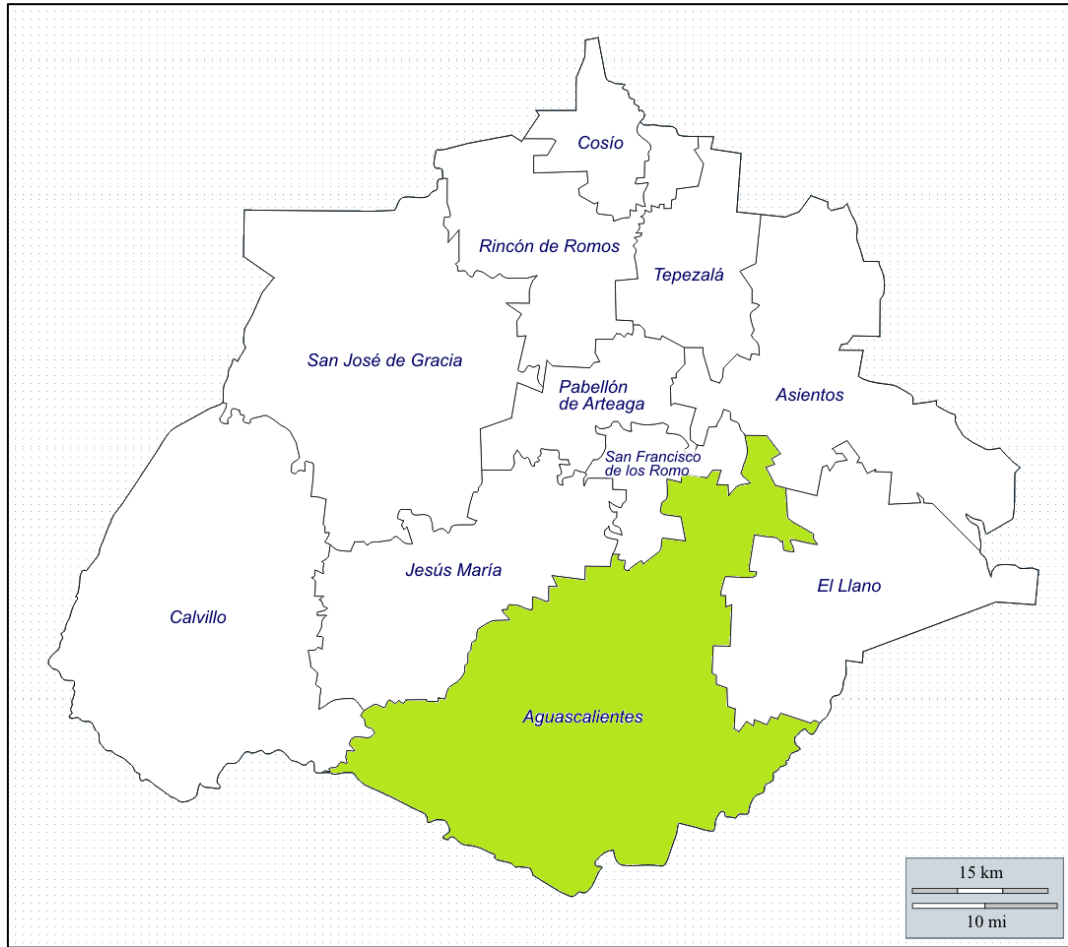


Figura 21. Ubicación del municipio

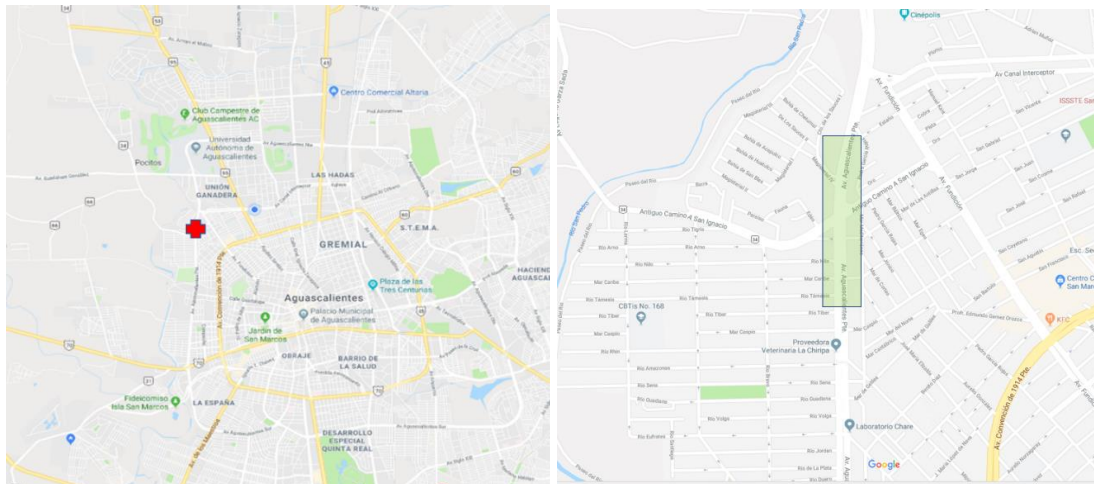


Figura 22. Localización del proyecto  
(Imagen Google Maps)



Figura 23. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio



Figura 24. Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, vista hacia el sur, tomadas con un Dron el día 5 de marzo de 2018

Tabla 4.5 Ubicación geográfica del proyecto

Posición	Coordenadas
Inicio	21.895919, -102.317186
Término	21.900466, -102.316863

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Calendario de actividades

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio, Aguascalientes

Tabla 4.6 Propuesta de calendario de ejecución del proyecto (pesos de 2018)

Avance	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Físico (%)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Financiero (\$)	731,145.00	10,595,543.00	10,595,543.00	17,503,734.00	17,503,734.00	6,908,191.00
Avance	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Físico (%)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	20.0
Financiero (\$)	11,338,191.00	11,338,191.00	8,668,200.00	5,910,019.00	5,910,019.00	6,732,490.00
Avance	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18
Físico (%)	-	-	-	-	-	-
Financiero (\$)	-	-	-	-	-	-
Avance	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24
Físico (%)	-	-	-	-	-	-
Financiero (\$)	-	-	-	-	-	-
Total avance Físico:						100.00 %
Total Avance financiero:						\$113,735,000.00
Cuota al Millar:						\$ 115,000.00
Gastos de administración:						\$ 1,150,000.00
Total Financiero Disponible:						\$ 113,735,000.00
Total Financiero solicitado:						\$ 115,000,000.00

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Monto de inversión

Tabla 4.7 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2018)

**Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes**

Partidas	Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo sin IVA	Costo con IVA	
Preliminares	Preliminares	m2	14,560	134.42	1,957,155.20	2,270,300.03	
Subestructura	Construcción de Muros laterales de concreto hidráulico con armado de acero estructural de 6 a 2 m de altura, ubicados en rampas de acceso al paso inferior	m2	855	1,308.12	1,118,442.60	1,297,393.42	
Subestructura	Pila de 90 cm de diámetro x 10 m de longitud, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarne y acarreo.s de concreto hidráulico.	pza	860	55,741.44	47,937,641.40	55,607,664.02	
Subestructura	Construcción de pilas de apoyo intermedio para soporte de estructura del puente.a base de columnas de concreto hidráulico, reforzadas de 13.70 m de altura y 0.80 m de espesor. Construidas en sitio.	pza	31	59,659.84	1,849,455.04	2,145,367.85	
Superestructura	Superestructura a base de 50 traveses de acero de 0.70 m de altura, lamina clavadeck y concreto hidráulico	m2	4,005	7,458.52	29,871,372.60	34,650,792.22	
Superestructura	Losa plana en súper estructura de 20 cm de peralte, fabricada con concreto f'c=300 kg/cm2 r.n. agreg.max. 20 mm (3/4"), incluye: cimbra acabado aparente, descimbra, habilitado de 90 kg de acero de refuerzo de 5/8" y 1/2" x m3 de concreto, materiales, mano de obra y equipo.	m2	4,005	973.12	3,897,345.60	4,520,920.90	
Pavimento hidráulico	Pavimento a base de concreto con acero armado, con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	m2	7,280	813.55	5,922,644.00	6,870,267.04	
Drenaje pluvial	Construcción de drenaje pluvial para el desalojo del agua al interior del paso a desnivel a base de tubería de PEAD de 91 cm de diámetro Tipo ADS con incluidas rejillas de captación, pozos de visita y vertedero	m	750	1,848.00	1,386,000.00	1,607,760.00	
Coladeras pluviales	Coladera pluvial de acero con rejilla de 1 m * 0.64	pza	28	1,250.00	35,000.00	40,600.00	
Pozos de visita	Pozos de visita de 60 cm *150 cm de 1.5 a 5.0 m de profundidas, incluyendo tapa y brocal	pza	20	7,325.98	146,519.60	169,962.74	
Señalamiento Horizontal	Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras	m	8,280	12.48	103,334.40	119,867.90	
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza	62	914.25	56,683.50	65,752.86	
Semaforización	Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	pza	12	108,816.66	1,305,799.96	1,514,727.95	
Alumbrado	Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	m	520	431.60	224,432.00	260,341.12	
Alumbrado	Poste de alumbrado cónico metálico de 11 m con luminaria tipo urbana de LED de 110 watts; incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	25	8,386.92	209,673.00	243,220.68	
Alumbrado	Suministro e instalación de luminario de pared o techo, en interior del paso a desnivel, luminaria tipo urbana de vapor de sodio de 500 w; incluye, soportes, bases y conexiones necesarias	pza	95	3,405.54	323,526.30	375,290.51	
Parapeto	Parapeto metálico de t-34.1.4 de acero galvanizado. Incluye: recubrimiento y aplicación de pintura.	m	836	2,036.35	1,702,388.60	1,974,770.78	
					Subtotal	98,047,413.79	113,735,000.00
1 al Millar Auditoría Superior de la Federación						115,000.00	
1% Gasto de Administración						1,150,000.00	
Monto Solicitado						115,000,000.00	

Fuente: Proyecto Ejecutivo

#### 4.6 Fuente de financiamiento

Tabla 4. 8 Fuente de financiamiento del proyecto (pesos de 2018)

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales	Fondo de Proyectos de Desarrollo Regional	115,000,000.00	100 %
2. Estatales			
3. Municipales			
4. Otros			
<b>Total</b>		<b>115,000,000.00</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Secretaría de Obras Públicas del Estado de Aguascalientes

#### 4.7 Capacidad instalada

El proyecto consiste en construir un paso a desnivel inferior vehicular sobre la Av. Aguascalientes Poniente que corre de norte a sur y viceversa para alojar 2 carriles de 3.75 m por sentido de circulación y un camellón central de 1.5m, pasando por debajo de la Av. Antiguo Camino a San Ignacio que corre de oriente a poniente y viceversa.

Tabla 4. 9 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto

Año	Movimiento Relevante								Nivel de servicio
	1	2	3	4	5	6	7	8	
2018	20,170	21,490	4,649	4,554	3,557	3,727	2,251	2,659	A
2019	20,876	22,243	4,812	4,714	3,682	3,858	2,329	2,752	A
2020	21,607	23,020	4,980	4,878	3,810	3,992	2,411	2,848	A
2021	22,363	23,827	5,155	5,049	3,943	4,132	2,496	2,948	A
2022	23,145	24,660	5,335	5,226	4,082	4,277	2,583	3,052	A
2023	23,956	25,523	5,522	5,409	4,225	4,427	2,674	3,158	A
2024	24,794	26,417	5,715	5,598	4,373	4,582	2,767	3,269	A
2025	25,662	27,341	5,914	5,794	4,525	4,742	2,864	3,383	A
2026	26,560	28,299	6,122	5,997	4,684	4,908	2,964	3,502	A
2027	27,490	29,289	6,336	6,207	4,848	5,079	3,068	3,624	A
2028	28,452	30,314	6,558	6,424	5,018	5,257	3,176	3,751	B
2029	29,448	31,375	6,788	6,648	5,193	5,442	3,287	3,882	B
2030	30,478	32,473	7,025	6,881	5,375	5,631	3,401	4,018	B
2031	31,545	33,609	7,271	7,122	5,563	5,829	3,521	4,159	B
2032	32,649	34,785	7,525	7,372	5,757	6,033	3,644	4,304	B
2033	33,792	36,003	7,789	7,629	5,959	6,244	3,771	4,455	B
2034	34,975	37,263	8,061	7,896	6,167	6,463	3,903	4,611	B
2035	36,199	38,567	8,343	8,173	6,384	6,689	4,040	4,772	B
2036	37,465	39,917	8,635	8,459	6,607	6,923	4,181	4,940	B
2037	38,776	41,315	8,938	8,755	6,838	7,165	4,328	5,112	B
2038	40,135	42,760	9,250	9,062	7,078	7,416	4,479	5,291	B
2039	41,539	44,258	9,575	9,378	7,325	7,676	4,636	5,476	B
2040	42,993	45,807	9,909	9,707	7,582	7,944	4,798	5,668	B
2041	44,498	47,409	10,256	10,046	7,847	8,222	4,966	5,866	B
2042	46,055	49,069	10,615	10,399	8,122	8,510	5,140	6,072	B
2043	47,667	50,786	10,987	10,762	8,406	8,807	5,320	6,284	B
2044	49,335	52,564	11,371	11,139	8,700	9,116	5,506	6,503	B



Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

2045	51,062	54,404	11,769	11,528	9,005	9,435	5,699	6,732	B
2046	52,849	56,307	12,181	11,932	9,320	9,765	5,898	6,967	B
2047	54,699	58,278	12,608	12,349	9,646	10,107	6,104	7,211	B
2048	56,613	60,318	13,048	12,782	9,984	10,461	6,318	7,464	B

Fuente: Elaboración propia

Teóricamente la capacidad se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una autopista o calle. De manera particular, la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que razonablemente pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

Mediante los análisis de capacidad, también se estima la cantidad máxima de vehículos que el sistema vial puede acomodar mientras se mantiene una determinada calidad de operación, introduciéndose aquí el concepto de Nivel de Servicio.

Las condiciones de operación de los Niveles de Servicio, que se ilustran a continuación, son:

#### **Nivel de Servicio A**

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

#### **Nivel de Servicio B**

Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

#### **Nivel de Servicio C**

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El Nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

#### **Nivel de Servicio D**

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de

comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

#### Nivel de Servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

#### Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.

Tal como se observa en la tabla anterior, al efectuar el análisis de capacidad se encontró que la Av. Aguascalientes Poniente operaría a un nivel de servicio A, que indica una circulación con flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos en la circulación. La libertad de selección de velocidad no se afecta, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia es bueno.

Al comparar estos niveles de servicio con la situación actual, se observa un aumento en la capacidad vial del tramo y una gran mejoría en los niveles de servicio.

#### 4.8 Metas anuales y totales de producción

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

Tabla 4.10 Metas esperadas

Obras por realizar	Unidad	Cantidad
Construcción de paso a desnivel a base de concreto hidráulico	m <sup>2</sup>	7,280
Drenaje pluvial a base de tubería de PEAD Tipo ADS de 91 cm	ml	750
Señalamiento horizontal, pintura de rayas reflejantes sobre pavimento	m	8,280
Señalamiento vertical, colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza.	62
Semáforos (8 semáforos vehiculares y 4 semáforos	pza.	12

Obras por realizar	Unidad	Cantidad
peatonales)		
Alumbrado público exterior (incluye luminaria LED y poste)	pza.	25
Alumbrado público bajo puente (incluye luminaria LED y soporte)	pza.	95

Fuente: Elaboración propia con información del proyecto ejecutivo y la SICOM

#### 4.9 Vida útil

El horizonte de evaluación considerado para el presente análisis es de 31 años, de los cuales el primero es para la ejecución del proyecto y los restantes 30 de vida útil.

#### 4.10 Descripción de los aspectos más relevantes

- Estudios técnicos

Técnicamente el proyecto ejecutivo se realizó de acuerdo a la normatividad vigente de la SCT, así como de la Secretaría de Infraestructura y Comunicaciones del Estado de Aguascalientes.

- Estudios legales

El procedimiento de contratación, ejecución y control de las obras se lleva a cabo con base en lo establecido en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.

La Secretaría de Obras Públicas de Gobierno del Estado, será la instancia encargada de la ejecución y administración de la obra, misma que será entregada al Ayuntamiento de Aguascalientes para su mantenimiento.

Actualmente se cuenta con el derecho de vía necesario debido a que las estructuras se construirán sobre el derecho de vía existente.

- Estudios ambientales

Se cuenta con el estudio de impacto ambiental, presentado y autorizado por parte de las instancias correspondientes.

- Estudios de mercado

Debido a que la obra es en una vía existente, el mercado del proyecto está dado por su tránsito y las vialidades existentes, en ese sentido el análisis de la demanda llevado a cabo en las secciones anteriores se equipara al estudio de mercado y que fue determinado a partir de aforos vehiculares cuantificados en el punto donde se va a desarrollar la infraestructura.

- Estudios específicos

El proyecto se sujeta a los costos paramétricos.

#### 4.11 Análisis de la oferta

El proyecto contempla la construcción de un paso a desnivel de 520 m de longitud, con dos calzadas inferiores de 7.5 m cada una para albergar a 4 carriles, 2 por sentido con de 3.75 m cada uno, un camellón central de 1.5 m,. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico con un área de 7,280 m<sup>2</sup>, se contará además con 8,280 m de alineamiento horizontal y la colocación de 62 piezas de alineamiento vertical.

Para el desalojo del agua pluvial que se captará en la parte inferior del puente, se construirá un colector pluvial de 750 m con diámetro de 90 cm, que conducirá el agua hasta el Río San Pedro, toda vez que el nivel al que se ubicará está por debajo del sistema de drenaje en la zona. Serán colocadas 25 luminarias con su correspondiente poste en las rampas de acceso, así como 95 luminarias en la parte techada fijadas en la loza de techo, finalmente un sistema de semaforización constituido por 12 piezas.

Con la construcción del proyecto, se contará con la oferta suficiente para atender las demandas crecientes en este punto. Los componentes de la oferta con proyecto se presentan a continuación:

Tabla 4. 11 Datos de la oferta en situación con proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del puente (m)	520
Número de carriles centrales (dos por sentido)	4
Ancho de carriles en el paso inferior (m)	3.75
Ancho de camellón central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m <sup>2</sup> )	7,280
Alineamiento horizontal (m)	8,280
Señalamiento vertical (pza.)	62
Semáforos	12
Colector Pluvial (m)	750
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	60
Luminarias con poste	25
Luminarias sostenidas en techo	95
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

Nota: Las velocidades reportadas se refieren a las del automóvil y representan la velocidad promedio de todos los movimientos.

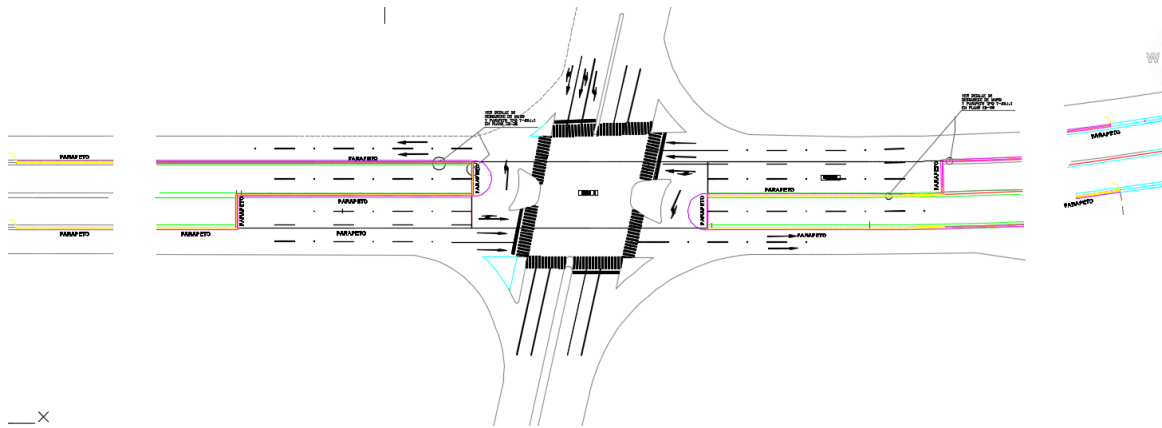


Figura 25 Planta General del Puente Inferior

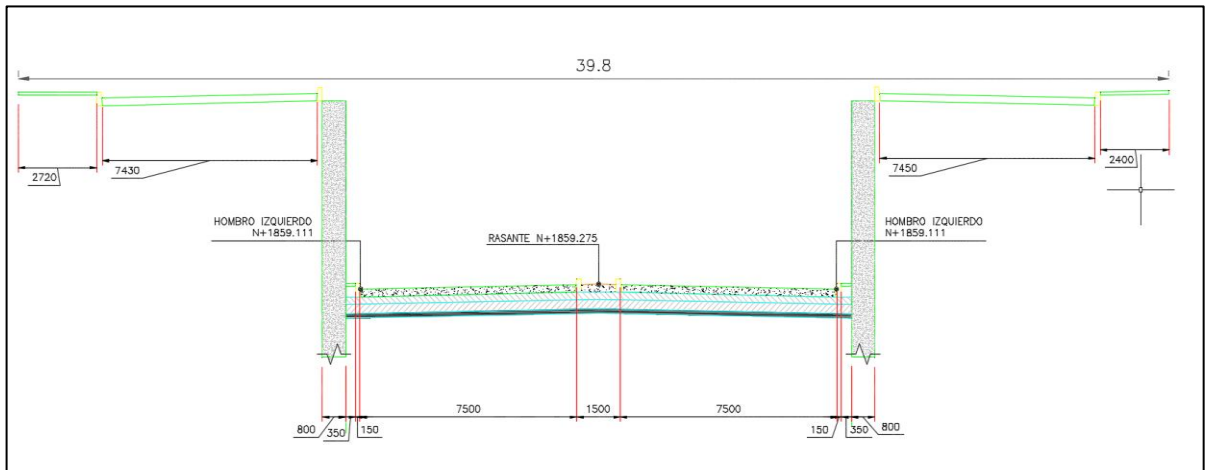


Figura 26 Sección transversal tipo de puente inferior

Tabla 4. 12 Velocidad de operación por tipo de movimiento en situación con proyecto, consideradas al primer año de operación del proyecto

Número	Movimiento	Velocidad Promedio	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	60	60
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	60	60
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	49	50
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	49	50
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	49	50
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	49	50
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	49	50
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	49	50

Fuente Elaboración propia

#### 4.12 Análisis de la demanda

La demanda en la situación con proyecto se conforma exclusivamente por el tránsito asignado (TA, obtenido de los aforos vehiculares), y su valor en el tiempo, por el crecimiento normal de tránsito (CNT, véase determinación de la TCMA en el inciso b del capítulo 3 de este Documento); es decir, no se considera en la asignación de tránsito los que por producto del tránsito generado (TG) o desarrollado (TD) se creen. Así entonces, la demanda en la situación con proyecto asume el mismo comportamiento que el de las situaciones previas. En la tabla siguiente se muestra la demanda considerada para la situación con proyecto, que como se puede observar será la misma que tiene la situación actual.

Tabla 4. 13 Composición vehicular por movimiento con proyecto

Número	Movimiento	TDPA		Clasificación (%)		
		Con Congestión	Sin Congestión	A	B	C
1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	18,459	1,711	94.5	2.5	3.0
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	19,645	1,845	94.2	2.6	3.2
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	4,284	365	95.0	2.7	2.3
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	4,160	394	95.0	2.7	2.3
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3,314	243	98.4	1.5	0.1
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3,415	312	97.8	1.5	0.7
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	2,067	184	97.6	1.5	0.9
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	2,445	214	95.0	2.7	2.3

Fuente: Elaboración propia

Los movimientos direccionales serían similares en volúmenes a la situación sin proyecto, la diferencia sería que los movimientos de frente de la Av. Aguascalientes serían en el paso a desnivel inferior y el resto a nivel.

Además generará un mejoramiento a los centros de población colindante, ya que al considerar éstas adecuaciones se tendrá un acceso más fluido en la zona dado el incremento en la movilidad vehicular en las vialidades colindantes.

Tabla 4. 14 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2018	20,170	21490	4,649	4,554	3,557	3,727	2,251	2,659
2019	20,876	22242	4,812	4,713	3,681	3,857	2,330	2,752
2020	21,607	23021	4,980	4,878	3,810	3,992	2,411	2,848
2021	22,363	23826	5,154	5,049	3,944	4,132	2,496	2,948

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

2022	23,146	24660	5,335	5,226	4,082	4,277	2,583	3,051
2023	23,956	25523	5,522	5,409	4,225	4,427	2,673	3,158
2024	24,794	26417	5,715	5,598	4,372	4,581	2,767	3,269
2025	25,662	27341	5,915	5,794	4,525	4,742	2,864	3,383
2026	26,560	28298	6,122	5,997	4,684	4,908	2,964	3,501
2027	27,490	29289	6,336	6,207	4,848	5,080	3,068	3,624
2028	28,452	30314	6,558	6,424	5,017	5,257	3,175	3,751
2029	29,448	31375	6,787	6,649	5,193	5,441	3,286	3,882
2030	30,478	32473	7,025	6,881	5,375	5,632	3,401	4,018
2031	31,545	33609	7,271	7,122	5,563	5,829	3,520	4,159
2032	32,649	34786	7,525	7,372	5,758	6,033	3,644	4,304
2033	33,792	36003	7,789	7,630	5,959	6,244	3,771	4,455
2034	34,974	37263	8,061	7,897	6,168	6,463	3,903	4,611
2035	36,199	38568	8,343	8,173	6,384	6,689	4,040	4,772
2036	37,466	39917	8,635	8,459	6,607	6,923	4,181	4,939
2037	38,777	41315	8,938	8,755	6,838	7,165	4,328	5,112
2038	40,134	42761	9,251	9,061	7,078	7,416	4,479	5,291
2039	41,539	44257	9,574	9,379	7,325	7,676	4,636	5,476
2040	42,993	45806	9,909	9,707	7,582	7,944	4,798	5,668
2041	44,497	47409	10,256	10,047	7,847	8,222	4,966	5,866
2042	46,055	49069	10,615	10,398	8,122	8,510	5,140	6,071
2043	47,667	50786	10,987	10,762	8,406	8,808	5,320	6,284
2044	49,335	52564	11,371	11,139	8,700	9,116	5,506	6,504
2045	51,062	54403	11,769	11,529	9,005	9,435	5,699	6,731
2046	52,849	56307	12,181	11,932	9,320	9,765	5,898	6,967
2047	54,699	58278	12,608	12,350	9,646	10,107	6,104	7,211
2048	56,613	60,318	13,049	12,782	9,984	10,461	6,318	7,463

Fuente: Elaboración propia

#### 4.13 Interacción Oferta – Demanda

Considerando la entrada en operación del proyecto, mejorará de forma notable la velocidad y condiciones de operación, por lo que las demoras disminuirían drásticamente.

Es importante mencionar que, con la realización del proyecto de infraestructura presentado (oferta) se pretende disminuir accidentes, y mejorar el nivel de servicio de la vialidad para el volumen de tránsito que utiliza por diversas razones esta zona (demanda).

De acuerdo con los datos de tránsito pronosticados, se llevó a cabo un análisis de capacidad del proyecto, para conocer su comportamiento a través del horizonte de evaluación, de donde se observa que el proyecto atenderá la demanda durante el horizonte de planeación con un nivel de servicio aceptable.

Tabla 4.15 Comparación de costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto al primer año de operación del proyecto (pesos 2018)

Tramo	Movimiento	Situación actual		Sin Proyecto		Con Proyecto	
		Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión

Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Desnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San  
Ignacio, Aguascalientes

1	Av. Aguascalientes Sur - Norte	3.30	2.53	3.25	2.49	2.43	2.40
2	Av. Aguascalientes Norte - Sur	3.32	2.55	3.27	2.51	2.44	2.41
3	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Oriente - Poniente	3.71	3.02	3.62	2.95	2.58	2.60
4	Av. Antiguo Camino a San Ignacio Poniente - Oriente	3.52	2.87	3.44	2.81	2.58	2.60
5	Incorporación de Av. Aguascalientes Sur a Camino San Ignacio Poniente	3.57	2.87	3.47	2.78	2.38	2.40
6	Incorporación de Av. Aguascalientes Norte a Camino San Ignacio Oriente	3.59	2.90	3.49	2.80	2.40	2.42
7	Incorporación de Camino San Ignacio Oriente a Av. Aguascalientes Sur	3.60	2.90	3.50	2.81	2.41	2.43
8	Incorporación de Camino San Ignacio Poniente a Av. Aguascalientes Norte	3.85	3.12	3.74	3.00	2.58	2.60

Fuente Elaboración propia



## V. Evaluación del proyecto

Para la realización de este estudio, se apegó en todo momento a lo establecido en los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, publicados por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre de 2013.

### 5.1 Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto

La metodología para calcular los costos de construcción y conservación depende del nivel al que se encuentra el proyecto; es decir, si se tiene a nivel perfil, se utilizan los costos índice por tipo de obra y/o por tipo de terreno, los cuales se multiplican por la longitud aproximada; si se cuenta con el proyecto ejecutivo, los costos se calculan mediante la multiplicación de los costos unitarios de cada componente por el volumen de obra a realizar.

- Costos de inversión

Para efectos de la evaluación económica, se consideró el monto total de inversión sin IVA. La ejecución de proyecto se hará en dos ejercicios presupuestales, al final del cual se estará en condiciones de operar el tramo para satisfacer la demanda de flujo vehicular al nivel de servicio requerido. El monto de inversión considerado para el presente análisis es de \$ 98,047,413.79 que representa el monto SIN IVA.

Tabla 5.1 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2018)

**Análisis Costo Beneficio de Construcción del Paso a Dsnivel Inferior  
en el Cruce de Av. Aguascalientes y Av. Antiguo Camino a San Ignacio,  
Aguascalientes**

Partidas	Componentes	Unidad	Cantidad	PU	Costo sin IVA	Costo con IVA
Preliminares	Preliminares	m2	14,560	134.42	1,957,155.20	2,270,300.03
Subestructura	Construcción de Muros laterales de concreto hidráulico con armado de acero estructural de 6 a 2 m de altura, ubicados en rampas de acceso al paso inferior	m2	855	1,308.12	1,118,442.60	1,297,393.42
Subestructura	Plta de 90 cm de diámetro x 10 m de longitud, construida de concreto premezclado, armada con varilla. Incluye: trazo, perforación previa, colado, armado, descarnado y acarreo.s de concreto hidráulico.	pza	860	55,741.44	47,937,641.40	55,607,664.02
Subestructura	Construcción de pilas de apoyo intermedio para soporte de estructura del puente.a base de columnas de concreto hidráulico, reforzadas de 13.70 m de altura y 0.80 m de espesor. Construidas en sitio.	pza	31	59,659.84	1,849,455.04	2,145,367.85
Superestructura	Superestructura a base de 50 trabes de acero de 0.70 m de altura, lamina glavadeck y concreto hidráulico	m2	4,005	7,458.52	29,871,372.60	34,650,792.22
Superestructura	Losa plana en súper estructura de 20 cm de peralte, fabricada con concreto f'c=300 kg/cm2 r.n. agreg.max. 20 mm (3/4"), incluye: cimbra acabado aparente, descimbra, habilitado de 90 kg de acero de refuerzo de 5/8" y 1/2" x m3 de concreto, materiales, mano de obra y equipo.	m2	4,005	973.12	3,897,345.60	4,520,920.90
Pavimento hidráulico	Pavimento a base de concreto con acero armado, con juntas transversales a cada 4.5m incluye la conformación de base y sub base de materiales graduados	m2	7,280	813.55	5,922,644.00	6,870,267.04
Drenaje pluvial	Construcción de drenaje pluvial para el desalojo del agua al interior del paso a desnivel a base de tubería de PEAD de 91 cm de diámetro Tipo ADS con incluidas rejillas de captación, pozos de visita y vertedero	m	750	1,848.00	1,386,000.00	1,607,760.00
Coladeras pluviales	Coladera pluvial de acero con rejilla de 1 m * 0.64	pza	28	1,250.00	35,000.00	40,600.00
Pozos de visita	Pozos de visita de 60 cm *150 cm de 1.5 a 5.0 m de profundidas, incluyendo tapa y brocal	pza	20	7,325.98	146,519.60	169,962.74
Señalamiento Horizontal	Señalamiento horizontal mediante pintura de carriles separadores, pasos peatonales y rayas canalizadoras	m	8,280	12.48	103,334.40	119,867.90
Señalamiento vertical	Señalamiento vertical mediante colocación de señales informativas, preventivas, restrictivas	pza	62	914.25	56,683.50	65,752.86
Semaforización	Sistema de semaforización exclusiva en los cruces que se mantienen a nivel y cruces peatonales para albergar 8 semáforos vehiculares y 4 semáforo peatonal	pza	12	108,816.66	1,305,799.96	1,514,727.95
Alumbrado	Instalación de línea de alimentación para alumbrado público (cable y ducto)	m	520	431.60	224,432.00	260,341.12
Alumbrado	Poste de alumbrado cónico metálico de 11 m con luminaria tipo urbana de LED de 110 watts; incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	25	8,386.92	209,673.00	243,220.68
Alumbrado	Suministro e instalación de luminario de pared o techo, en interior del paso a desnivel, luminaria tipo urbana de vapor de sodio de 500 w; incluye, soportes, bases y conexiones necesarias	pza	95	3,405.54	323,526.30	375,290.51
Parapeto	Parapeto metálico de t-34.1.4 de acero galvanizado. Incluye: recubrimiento y aplicación de pintura.	m	836	2,036.35	1,702,388.60	1,974,770.78
				Subtotal	98,047,413.79	113,735,000.00
	1 al Millar Auditoría Superior de la Federación					115,000.00
	1% Gasto de Administración					1,150,000.00
	Monto Solicitado					115,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

- Costos de mantenimiento

Para mantener en condiciones adecuadas de operación la carretera objeto de estudio, se consideran los siguientes costos de conservación y mantenimiento: (i) mantenimiento rutinario, que incluye la limpieza y la reparación de pequeños desperfectos de la superficie de rodamiento, este se hace de forma anual (ii) mantenimiento periódico que requiere de atención al sellado de juntas entre las losas de concreto y reparaciones intermedias para prevenir afectaciones mayores los cuales se realizan en los años 5, 10, 20 y 25 (ii) reparación mayor de losas de concreto, que consiste en reparar y reponer toda la estructura del pavimento al año 15. En la siguiente tabla se muestran los costos de conservación y mantenimiento para las situaciones sin y con proyecto en las frecuencias indicadas.

Tabla 5. 2 Costos de conservación y mantenimiento (Sin IVA pesos de 2018)

Año	Rutinario	Periódico	Reparación mayor de losas de concreto	Costo total
0	Rutinario	Periódico	Reparación mayor de losas de concreto	Costo total
1		0.0	0	114,751,920
2	181,200	0.0	0	181,200
3	181,200	0.0	0	181,200
4	181,200	0.0	0	181,200
5	181,200	0.0	0	181,200
6	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
7	181,200	0.0	0	181,200
8	181,200	0.0	0	181,200
9	181,200	0.0	0	181,200
10	181,200	0.0	0	181,200
11	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
12	181,200	0.0	0	181,200
13	181,200	0.0	0	181,200
14	181,200	0.0	0	181,200
15	181,200	0.0	0	181,200
16	181,200	0.0	5,000,000	5,181,200
17	181,200	0.0	0	181,200
18	181,200	0.0	0	181,200
19	181,200	0.0	0	181,200
20	181,200	0.0	0	181,200
21	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
22	181,200	0.0	0	181,200
23	181,200	0.0	0	181,200
24	181,200	0.0	0	181,200
25	181,200	0.0	0	181,200
26	181,200	1,700,000.0	0	1,881,200
27	181,200	0.0	0	181,200
28	181,200	0.0	0	181,200

29	181,200	0.0	0	181,200
30	181,200	0.0	0	181,200

Fuente: Elaboración propia

- Costos de molestias durante la construcción

Se ha estimado un costo de molestias generadas durante la construcción debido al incremento en el tiempo que les lleva a los automovilistas cruzar la zona de construcción, por la reducción de velocidad de 44 a 23 km/hr. En este sentido el monto estimado es de \$ 16,704,505.83 mismo que se ha aplicado flujo de evaluación.

## 5.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto

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

- Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto. En ambos casos, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios. Estos valores se tomaron del Boletín Notas 170 de Enero - Febrero 2018, Artículo 1 del IMT "Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2018"

De acuerdo con esta publicación, el valor del tiempo de los pasajeros para el estado de Aguascalientes, que viajan por motivo de trabajo es de \$ 52.01 y por motivo de placer de \$ 31.20 pesos por hora.

Con base en información obtenida por la SCT en encuestas origen - destino, elaborada por la Dirección General de Servicios Técnicos de la SCT, se considera que en promedio un 65.02 % de los pasajeros viaja con motivo de trabajo y un 34.98 % con motivo de placer, tanto para automóvil como para autobús.

Tabla 5. 3 Configuración del valor del tiempo (pesos de 2018)

Concepto	Valor	Unidad
Valor del tiempo viaje de trabajo	52.01	\$/hr
Valor del tiempo viaje de placer	31.20	\$/hr
Porcentaje de viajeros por motivo de trabajo	65.02	%

Número de pasajeros auto	2.32	pas/veh
Número de pasajeros autobús	20.49	pas/veh
Valor del tiempo de la carga	15.00	\$/hr/ton
Toneladas promedio	2.50	ton/veh

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Mexicano del Transporte

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. El costo por tiempo de viaje toma en cuenta el volumen de vehículos diario (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 costo de operación vehicular

Los costos de operación vehicular unitarios se obtuvieron empleando el submodelo denominado Vehicle Operating Cost (VOC) que es parte del modelo Highway Development and Management (HDM4) desarrollado por el Banco Mundial. Los insumos básicos para las corridas del VOC consideraron los valores reportados por el IMT en su Publicación Técnica 407 “Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas”, sobre las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso. Los parámetros con los que se alimentó el VOC.

Tabla 5. 4 Variables para el cálculo del Costo de Operación Vehicular (pesos de 2018)

Parámetro	Unidad	Automóvil	Autobús	Camión
<b>Utilización del vehículo</b>				
1 No. kilómetros conducidos por año	Km	20,000.00	240,000.00	180,000.00
2 No. horas conducidas por año	Horas	1,716.00	2,860.00	2,860.00
3 Índice de utilización horaria	Fracción	0.60	0.80	0.85
4 Vida útil promedio de servicio	Años	6.00	8.00	8.00
5 ¿Usar vida útil constante?	1=Si 0=No	1.00	1.00	1.00
6 Edad del vehículo en kilómetros	Km	70,000.00	750,000.00	600,000.00
7 Número de pasajeros por vehículo	#	2.00	23.00	0.00
<b>Costos unitarios</b>				
1 Precio del vehículo Nuevo	\$	220,233.00	2,116,800.00	1,102,080.00
2 Costo del combustible	\$/litro	15.75	16.52	16.52
3 Costo de los lubricantes	\$/litro	47.20	248.08	48.08
4 Costo por llanta nueva	\$/llanta	924.00	2,714.04	2,531.76
5 Tiempo de los operarios	\$/hora	23.11	66.19	53.06
6 Tiempo de los pasajeros	\$/hora	0.00	0.00	0.00
7 Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	21.84	56.77	37.66
8 Retención de la carga	\$/hora	0.00	0.00	0.00

Parámetro	Unidad	Automóvil	Autobús	Camión
9 Tasa de interés anual real	%	2.56	2.56	2.56
10 Costos indirectos por vehículo-km	\$	0.35	1.06	1.17

Fuente: "Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas"

Para la situación actual optimizada sin proyecto se consideró una calidad de la superficie de rodamiento correspondiente a la meta del promedio nacional de la red federal de carreteras, así como la eliminación de los reductores de velocidad, y un señalamiento horizontal y vertical en buen estado.

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.

### 5.3 Cálculo de indicadores de rentabilidad

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

- En la situación sin proyecto se considera la situación actual optimizada en cuanto a la calidad de la superficie de rodamiento, eliminación de reductores de velocidad, buen estado físico del señalamiento horizontal y vertical, y una tasa de crecimiento del tránsito del 3.5 % anual durante el periodo de análisis.
- Se consideran costos por molestias, por las características de tránsito urbano.

Valor Actual Neto (VAN):

El VAN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VAN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VAN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VAN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios. Como se menciona anteriormente la tasa social de descuento considerada para el presente proyecto es del 10 %, según lo establecido por la SHCP.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

Se define como la tasa de descuento que hace que el VAN del proyecto sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio del proyecto, es decir, el valor

presente de los beneficios netos del proyecto es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

En este sentido si la TIR calculada para el proyecto es superior a la Tasa Social de Descuento utilizada para el proyecto, nos indica que el proyecto tiene rentabilidad positiva.

Tasa de Rentabilidad Inmediata:

Momento Óptimo de Inversión nos permite identificar en qué momento es más conveniente realizar la inversión para alcanzar una mayor rentabilidad en el proyecto, toda vez que en ocasiones se pueden presentar proyectos que aun cuando tengan un VAN positivo, de postergar la inversión, se incrementaría la rentabilidad del mismo.

Para determinar el Momento Óptimo de Inversión, se realizó el cálculo de la Tasa de Rendimiento Inmediata (TRI) la cual nos indica que el MOI se presenta cuando la TRI calculada para el primer año de operación es igual o mayor que la tasa social de descuento utilizada para la evaluación del proyecto.

Tabla 5.5 Indicadores de rentabilidad calculados para el presente proyecto (pesos 2018)

Indicador	Monto
Inversión social	98,047,413.79
Inversión privada con IVA	113,735,000.00
1 al Millar Auditoría Superior de la Federación	115,000.00
1% Gasto de Administración	1,150,000.00
Monto Solicitado (Fondo de Proyectos de Desarrollo Regional)	115,000,000.00
Valor Actual Neto (VAN)	223,555,302
Tasa Interna de Retorno (TIR)	23.31%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	21.03 %

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4 Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes al proyecto costos de inversión y beneficios sobre los indicadores de rentabilidad socioeconómica, se efectuó el análisis de sensibilidad correspondiente. Lo anterior a fin de obtener los puntos de inflexión ante los cuales el proyecto deja de ser rentable (VAN = 0).

Se analizó el comportamiento del proyecto ante incrementos en el costo de inversión y decrementos en el volumen vehicular considerado para el proyecto, pues se tomó en cuenta que estos factores son los que inciden de mayor manera en la rentabilidad del proyecto.

- Incremento en el costo de inversión

Tabla 5.6 Variación en la rentabilidad ante incrementos en la inversión inicial (pesos 2018)

Variación	Inversión (millones)	TIR (%)	VAN (miles pesos)	TRI (%)
1.4	137.26	18.58%	184,336	15.02%
1.3	127.45	19.54%	194,141	16.18%
1.2	117.65	20.63%	203,946	17.52%
1.1	107.84	21.87%	213,751	19.12%
1.0	98.04	23.31%	223,555	21.03%
0.9	88.24	25.01%	233,360	23.37%
0.8	78.43	27.04%	243,165	26.29%
0.7	68.63	29.52%	252,970	30.04%

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior, el proyecto es muy poco sensible a incrementos en los costos de la inversión inicial, soportando un incremento hasta del 228 % lo que representa una inversión de 321.59 millones, sin que deje de ser rentable.

- Cambios en el flujo vehicular

Al igual que en el concepto anterior, la rentabilidad del proyecto se comporta muy poco sensible a cambios en el Tránsito Diario Promedio Anual considerado en el presente estudio, siendo el proyecto rentable hasta con un TDPA del 30 % del considerado.

Tabla 5.7 Variación en la rentabilidad ante cambios en el flujo vehicular (pesos 2018)

Variación	TDPA Base	TIR (%)	VAN (miles pesos)	TRI (%)
1.4	88,280	29.15%	352,053.12	29.45%
1.3	81,974	27.76%	319,928.67	27.35%
1.2	75,668	26.32%	287,804.21	25.24%
1.1	69,363	24.84%	255,679.76	23.14%
1	63,057	23.31%	223,555.30	21.03%
0.9	56,751	21.72%	191,430.85	18.92%
0.8	50,446	20.07%	159,306.39	16.82%
0.7	44,140	18.33%	127,181.94	14.71%
0.6	37,834	16.49%	95,057.48	12.60%

Fuente: Elaboración propia

Con la finalidad de tener mayor información sobre la fortaleza del proyecto ante cambios en sus variables de inversión y operación, se procedió a determinar los puntos de inflexión con lo que el proyecto dejaría de ser rentable.



Tabla 5.8 Puntos de inflexión en la rentabilidad del proyecto

Variable	Variación respecto a su valor original
Inversión	Incremento en 228 %
Demanda (TDPA)	Decremento de 70 %

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la inversión, se observa que de presentarse un incremento del 228 %, el monto alcanzaría los 321.59 millones de pesos, y el proyecto continuaría siendo rentable; sin embargo, no sería el momento óptimo de inversión toda vez que su Tasa de Rendimiento Inmediato TRI sería por debajo de la tasa de retorno.

## 5.5 Análisis de riesgo

Con la finalidad de identificar los factores de riesgo que pudieran incidir en la realización u operación del proyecto, se procedió a realizar un análisis de riesgo.

Tabla 5.9 Análisis de riesgo

Descripción	Impacto	Probabilidad	Medidas de Mitigación
Riesgo de que el proyecto no sea rentable si la demanda es menor a la esperada.	El proyecto deja de ser rentable si el TPDA es un 70 % menor al esperado.	Baja	Efectuar las proyecciones del tránsito de forma conservadora, analizar el comportamiento que ha tenido el TPDA en el tramo a través del tiempo.
Incremento sensible en el monto de inversión.	Un incremento del 228. % en el monto de inversión provoca que el proyecto deje de ser rentable.	Baja	Se debe realizar un adecuado proceso de supervisión de la obra y seguimiento de avances físicos y financieros. Esto permitirá identificar desviaciones respecto a lo programado a fin de evitar sobrecostos
Posibilidad de demandas sociales, oposición vecinal y de los comercios de la zona respecto al proyecto, ante la posibilidad de molestias por las obras o pérdidas económicas en el periodo de obras	Retrasos en el inicio y/o ejecución de las obras, desfases respecto a programa con sus respectivos sobrecostos. Posibilidad de pagos por indemnización a afectados.	Baja	Realizar campañas de información a la sociedad, principalmente a los pobladores de la zona de obras; a fin de concientizarlos de los beneficios del proyecto. Es importante una adecuada selección de los encargados de estas tareas a fin de que tengan el perfil idóneo y la experiencia necesaria.

Fuente: Elaboración propia

## VI. Conclusiones y recomendaciones

Con la construcción del Paso a Densivel, se contribuye a mejorar las condiciones viales en las Avenidas implicadas, así como en sus áreas de influencia, impulsando el desarrollo social y económico, y además:

- Se obtendrán importantes ahorros en los costos de operación vehicular.
- Se incrementará notablemente la seguridad de los usuarios.

Este proyecto cumple su propósito de mejorar el nivel de servicio de esa vialidad lo que permitirá un desplazamiento con mayores velocidades, contribuyendo en la disminución de los costos de operación vehicular y tiempos de recorrido, lo que se traduce en una mayor competitividad del transporte carretero de la región.

## VII. Anexos

- a) Hoja de cálculo para la determinación de los indicadores de rentabilidad

## VIII. Bibliografía

1. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Raúl Coss Bu, Editorial Limusa, 2006.
2. Boletín Notas Número 153, marzo-abril de 2015, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García, Instituto Mexicano del Transporte.
3. Costos de operación Base de los Vehículos Representativos del Transporte Interurbano 2014; José Antonio Arroyo Osorno, Roberto Aguerrebere Salido, Guillermo Torres Vargas; IMT Publicación Técnica 407.
4. Criterios de Evaluación de Proyectos, Nassir Sapag Chain, Mc Graw Hill, 1993.
5. Datos Viales de 1999 a 2014, Secretaría de Comunicaciones y Transportes
6. Estimating Vehicle Operating Costs, Rodrigo S. Archondo Callao y Asif Faiz, World Bank Technical Paper Number 234, Washington, D. C. 1994.
7. Evaluación de proyectos, Gabriel Baca Urbina, Editorial Mc Graw Hill, 2000.
8. Gestión de Infraestructura Vial, Hernán de Solminihaç Tampier; Universidad Católica de Chile, 1998.
10. La Conservación de Carreteras en México, la experiencia reciente, Cedric Iván Escalante Sauri, Asociación Mexicana de Ingeniería en Vías Terrestres A. C., 2002.
11. Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. DOF del 30 de diciembre de 2013.
12. Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C. 2006.
13. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT, 1991.
14. Metodología General para la Evaluación de Proyectos, CEPEP Secretaría de Hacienda y Crédito Público, México, D. F. 2008.
15. Propuesta metodológica para la estimación del valor del tiempo de los usuarios de la infraestructura carretera en México, el caso del transporte de pasajeros, Dr. Guillermo Torres Vargas y Salvador Hernández García. IMT Publicación Técnica 291. 2006.
16. The Little Book of Profiling, Michael W. Sayers and Steven M. Karamihas, University Of Michigan, 1998.