



Gobierno del Estado de Aguascalientes

Secretaría de Obras Públicas

Análisis Costo Beneficio de

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de
la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Aguascalientes, Ags. Noviembre 2019



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

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	3
1.6	Descripción de los principales beneficios del proyecto	3
1.7	Riesgos asociados al proyecto	4
1.8	Indicadores de rentabilidad.....	4
1.9	Conclusiones.....	4
II.	Situación Actual del proyecto	5
2.1	Diagnóstico de la situación actual.....	5
2.2	Análisis de la oferta existente	8
2.3	Análisis de la demanda actual	9
2.4	Interacción de la oferta - demanda	13
III.	Situación sin el proyecto	17
3.1	Optimizaciones	17
3.2	Análisis de la oferta	18
3.3	Análisis de la demanda	18
3.4	Diagnóstico de la interacción Oferta – Demanda	21
3.5	Alternativas de solución.....	23
IV.	Situación con el proyecto.....	31
4.1	Descripción del proyecto	31
4.2	Alineación estratégica	37
4.3	Ubicación del proyecto	39
4.4	Calendario de actividades	41
4.6	Fuente de financiamiento.....	42
4.7	Capacidad instalada	43
4.9	Vida útil	45
4.10	Descripción de los aspectos más relevantes	45
4.11	Análisis de la oferta	46
4.12	Análisis de la demanda	47
4.13	Interacción Oferta – Demanda.....	49
V.	Evaluación del proyecto	50
5.1	Identificación, cuantificación y valoración de los costos del proyecto	50
5.2	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del proyecto	52
5.3	Cálculo de indicadores de rentabilidad	54
5.4	Análisis de sensibilidad	56
5.5	Análisis de riesgo	57
VI.	Conclusiones y recomendaciones	59
VII.	Anexos	60
VIII.	Bibliografía	61



Índice Tablas

Tabla 1. 1 Descripción de las principales características del proyecto	2
Tabla 1.2 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2019).....	3
Tabla 1. 3 Indicadores de rentabilidad para el proyecto (pesos de 2019)	4
Tabla 2. 1 Intersecciones y movimiento analizados	7
Tabla 2.2 Dimensiones de los cruces	8
Tabla 2.3 Velocidad de operación por tipo de movimiento (km/hr)	9
Tabla 2.4 Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en la zona de análisis	9
Tabla 2.5 Composición vehicular por movimiento.....	11
Tabla 2.6 Tasa de crecimiento anual de vehículos.....	13
Tabla 2.7 Interacción Oferta – Demanda (Pesos 2019).....	14
Tabla 2.8 Comparación velocidades y tiempo en situación actual	14
Tabla 3. 1 Costo estimado de las optimizaciones (pesos de 2019)	17
Tabla 3.2 Dimensiones del cruce en situación sin proyecto.....	18
Tabla 3.3 Composición vehicular por movimiento en la situación sin proyecto	18
Tabla 3.4 Proyección del TDPA por cada movimiento sin congestión sin proyecto	19
Tabla 3.5 Proyección del TDPA por cada movimiento en con congestión sin proyecto	20
Tabla 3. 6 Proyección del TDPA total por cada cruce sin proyecto.....	20
Tabla 3. 7 Velocidad de operación por cruce en situación sin proyecto	22
Tabla 3. 8 Tiempos de operación por tipo de movimiento	22
Tabla 3.9 Costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto para el primer año de operación (pesos 2019)	22
Tabla 3.10 Descripción de las principales características del proyecto.....	23
Tabla 3.11 Costo de inversión de la alternativa 1 Viaducto Superior (pesos de 2019)	23
Tabla 3. 12 Costos de mantenimiento de la Alternativa 1 (pesos Sin IVA 2019)	25
Tabla 3.13 Costo de inversión de la alternativa 2 (pesos de 2019)	26
Tabla 3.14 Costos de mantenimiento de la Alternativa 2 (Sin IVA Pesos 2019).....	27
Tabla 3.15 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 1 (pesos de 2019).....	29
Tabla 3.16 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 2 (pesos de 2019).....	30
Tabla 4. 1 Tipo de programas y proyectos de inversión	31
Tabla 4.2 Descripción de las principales características del proyecto.....	31
Tabla 4.3 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2019).....	37
Tabla 4.4 Ubicación geográfica del proyecto	41
Tabla 4.5 Propuesta de calendario de ejecución del proyecto (pesos de 2019)	41
Tabla 4.6 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2019).....	42



Tabla 4. 7 Fuente de financiamiento del proyecto (pesos de 2019).....	42
Tabla 4. 8 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto	43
Tabla 4. 9 Descripción de las principales características del proyecto	47
Tabla 4.10 Velocidad de operación por tipo de movimiento en situación con proyecto, consideradas al primer año de operación del proyecto	47
Tabla 4. 11 Composición vehicular por movimiento con proyecto	48
Tabla 4. 12 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto	48
Tabla 4.13 Comparación de costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto al primer año de operación del proyecto (pesos 2019)	49
Tabla 5.1 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2019).....	50
Tabla 5. 2 Costos de conservación y mantenimiento (Sin IVA pesos de 2019)	51
Tabla 5. 3 Configuración del valor del tiempo (pesos de 2019)	53
Tabla 5. 4 Variables para el cálculo del Costo de Operación Vehicular (pesos de 2019)	54
Tabla 5.5 Indicadores de rentabilidad calculados para el presente proyecto (pesos 2019)	56
Tabla 5.6 Variación en la rentabilidad ante incrementos en la inversión inicial (pesos 2019) ...	56
Tabla 5.7 Variación en la rentabilidad ante cambios en el flujo vehicular (pesos 2019).....	57
Tabla 5.8 Puntos de inflexión en la rentabilidad del proyecto	57
Tabla 5.9 Análisis de riesgo.....	57



Índice Figuras

Figura 1 Ubicación de los tres anillos de circunvalación y de los puentes y pasos a desnivel en Av. Aguascalientes.....	5
Figura 2 Intersecciones de Av. Aguascalientes en la zona sur de la ciudad.....	6
Figura 3 Movimientos vehiculares analizados en el Distribuidor Américas	7
Figura 4 Cruce de Av. Aguascalientes Sur con las Av. Belisario Dominguez y Enrique Olivares Santana.....	8
Figura 5 Cruce de Av. Aguascalientes con Av. Las Américas y Quinta Avenida	8
Figura 6 Aforo Vehicular en el cruce de Av. Aguascalientes y Av. Las Américas y Quinta Avenida	10
Figura 7 Aforo Vehicular en el cruce de Av. Aguascalientes y Av. Enrique Olivares Santana..	11
Figura 8. Comportamiento horario del flujo vehicular en el cruce de Av. Aguascalientes y Av. Las Américas	12
Figura 9. Puntos de conflicto en una intersección de 4 ramas.....	12
Figura 10 . Niveles de servicio en la zona	16
Figura 11. Perspectiva de la Alternativa 1	25
Figura 12. Planta superior de la Alternativa 1	25
Figura 13 Perspectiva de la Alternativa 2 Paso a Desnivel Inferior	27
Figura 14 Perspectiva de la alternativa 2	28
Figura 15 Escala de valores del IRI y las Características de los pavimentos.....	32
Figura 16 Perspectiva aérea del proyecto.....	33
Figura 17 Bifurcación de ambos viaductos	33
Figura 18 Detalle de direccionalidad en Av. Aguascalientes.....	34
Figura 19 Rampas de Ascenso y Descenso en Av. Aguascalientes.....	34
Figura 20 Rampas de Ascenso y Descenso en Av. Aguascalientes.....	35
Figura 21 Andadores Peatonales en la parte inferior de los viaductos.....	35
Figura 22 Áreas verde	36
Figura 23 Glorieta Av Las Américas y Av Aguascalientes	36
Figura 24 Planta arquitectónica proyecto ejecutivo	37
Figura 25. Ubicación regional	39
Figura 26. Ubicación del municipio	40
Figura 27 . Localización del proyecto.....	40
Figura 28. Localización del proyecto.....	41



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 Sur. (Segundo Anillo), en su cruce con las Av. Belisario Domínguez, Av. Enrique Olivares Santana, Av. Américas y Quinta Avenida así como dar mayor capacidad a la intersección mediante la Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes para disminuir demoras y costos de operación al tránsito que converge en dicho punto, además de abundar en la conformación la Av. Aguascalientes en un viaducto de flujo continuo, lo cual vendrá a mejorar la conectividad de toda la ciudad.

Con la construcción de este distribuidor Vial 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 Las Américas, en la ciudad de Aguascalientes, siendo primordial para mejorar la movilidad de los flujos vehiculares de la región.

1.2 Problemática identificada

La Av. Aguascalientes es un anillo periférico de la ciudad, lo que permite interconectar los diferentes zonas. En su tramo sur confluye con las Av. Belisario Domínguez, Av. Enrique Olivares Santana, Av. Américas y Quinta Avenida cuyas intersecciones se presentan en una distancia de tan solo poco más de 1400 m, todas ellas a nivel , 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.

Aunado 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, sobresaliendo la confluencia de la Av. Las Américas.

La Av. Las Américas, inicia a partir de este punto con dirección al centro de la ciudad, por lo cual representa la vía de acceso de una importante cantidad de vehículos a la zona comercial y de servicios más importante de la ciudad.

1.3 Descripción del proyecto

El proyecto contempla la construcción de un distribuidor vial que se divide en dos grandes calzadas. La primera de ellas sobre Av. Aguascalientes Sur, conformando un viaducto elevado, el cual sobrepasa las confluencias con las Av. Quinta Avenida, Av. Enrique Olivares Santana y Av. Belisario Domínguez, el cual contará con 4 carriles de 3.5 m cada uno, con dos carriles por sentido con dos calzadas inferiores de 7.5 m cada una para albergar 2 carriles por sentido con de 3.75 m cada uno, una barrera de protección central de 1.5 m. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico. Este viaducto cuenta con una longitud total de 1420 m con sección de 15.5 m de ancho.

A partir del viaducto antes descrito, se bifurca otro viaducto elevada que continua para brindar flujo continuo a los vehículos que se incorporan a la Av. Las Américas, con dirección sur norte. Esta sección cuenta con una longitud total de 380 m con sección de 7.0 metros para albergar dos carriles de 3.5 metros

En la parte inferior del Distribuidor Las Américas, se contará con andadores peatonales, ciclo vías,

Tabla 1. 1 Descripción de las principales características del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del viaducto 1	1420
Longitud del viaducto 2	380
Número de carriles viaducto Av Aguascalientes	4
Número de carriles viaducto Av Las Américas	2
Ancho de carriles	3.5
Ancho de barrera central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m ²)	23960
Alineamiento horizontal (m)	10,670
Señalamiento vertical (pza.)	70
Semáforos	8
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	70
Luminarias con poste	390
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 2019)

Descripción	Importe
Preliminares	5,040,582.38
Pilotes de cimentación en estribos	1,413,304.14
Pilotes de cimentación en pilas centrales	2,258,143.71
Zapatatas de estribos	1,898,305.96
Zapatatas en zona de viaducto	47,129,325.20
Zapatatas en zona de dovelas metálicas	9,781,538.49
Pedestales en estribos	1,061,702.66
Columnas en zona de viaducto	27,080,852.56
Columnas en zona de dovelas metálicas	4,980,184.96
Corona y pantalla de estribos	385,679.47
Cabezales en zona de viaducto	69,503,444.21
Cabezales en zona de dovelas metálicos	6,438,438.70
Bancos de apoyo en estribos y zona de viaducto	8,065,475.19
Bancos de apoyo en viaducto y puente sobre rotonda	9,718,611.07
Trabes pretensadas	94,351,840.29
Diafragmas y trabes metálicas	81,238,379.40
Losas para zona de viaducto y zona de dovelas metálicas	19,194,680.32
Juntas de calzada	10,139,985.82
Losas de acceso en rampas	4,270,620.54
Guarniciones y parapeto	19,523,756.28
Terracerías, pavimentos y muro mecánicamente estabilizado en rampas	21,366,678.36
Terracerías y pavimentos en vialidades a nivel	5,053,094.55
Mobiliario urbano	2,905,588.64
Señalamiento	6,502,219.99
Alumbrado público	11,547,045.25
Semaforización	2,571,425.00
Varios	717,027.89
Subtotal	474,137,931.03
IVA	75,862,068.97
Total	550,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

1.6 Descripción de los principales beneficios del proyecto

Con la construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez) se mejorarán las condiciones de circulación del tránsito local así como el de largo itinerario utiliza la Av. Aguascalientes, como anillo periférico para cruzar la ciudad. Este proyecto vendrá a mejorar la conectividad en una importante zona del sur de la ciudad, además de crearse espacios de esparcimiento y movilidad no motorizada.

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
- Mejoramiento de esquemas de movilidad no motorizada
- Conformación de áreas peatonales y de esparcimiento

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 2019)

Indicador	Monto
Inversión social	474,137,931.03
Inversión privada con IVA	550,000,000.00
Valor Actual Neto (VAN)	861,387,889.53
Tasa Interna de Retorno (TIR)	22.87%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	20.24 %

Fuente: Elaboración propia

1.9 Conclusiones

Con construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), 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.

Ante el crecimiento en el flujo vehicular en la ciudad y principalmente en los anillos de circunvalación, se comenzó se han hecho esfuerzos para transformar la Av. Aguascalientes y convertirla en un viaducto de flujo continuo, lo que permitirá mejorar la movilidad motorizada en prácticamente toda la ciudad.



Figura 1 Ubicación de los tres anillos de circunvalación y de los puentes y pasos a desnivel en Av. Aguascalientes

A lo largo de la Av. Aguascalientes se cuentan con 16 pasos a desnivel operando y actualmente se encuentra uno en construcción. En los últimos 3 años se han construido tres pasos a desnivel, lo que ha venido a mejorar la conectividad en toda la zona poniente de la ciudad.

En la parte sur de la ciudad, a lo largo de la Av. Aguascalientes se encuentran las intersecciones con las Av. Belisario Domínguez, Av. Enrique Olivares Santana, Av. Las Américas y Blvd, Quinta Avenida. Todas estas intersecciones son a nivel y se ubican en una distancia de 1400 metros. Si bien todas cuentan con sistema de semaforización, se presentan reducciones en la velocidad de tránsito y demoras al circular en esta zona.



Figura 2 Intersecciones de Av. Aguascalientes en la zona sur de la ciudad

Para realizar un análisis integral de las condiciones que se presentan actualmente en la zona, se identificaron las características de cada uno de estos cruces, en lo correspondiente a aforos vehiculares, velocidad de circulación, etc.

Durante la conformación de la Av. Aguascalientes, se fueron aprovechando las intersecciones con algunas vialidades existentes con la finalidad de mejorar la conectividad. Es el caso de el punto de encuentro entre las Av. Aguascalientes y Av Las Américas.

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Tabla 2. 1 Intersecciones y movimiento analizados

Número	Intersecciones
1	Av. Aguascalientes y Américas
2	Av. Quinta Avenida
3	Av. Américas
4	Av. Aguascalientes sur Direccional
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares
6	Av. Enrique Olivares
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez
8	Av. Belisario Domínguez

Fuente SOP

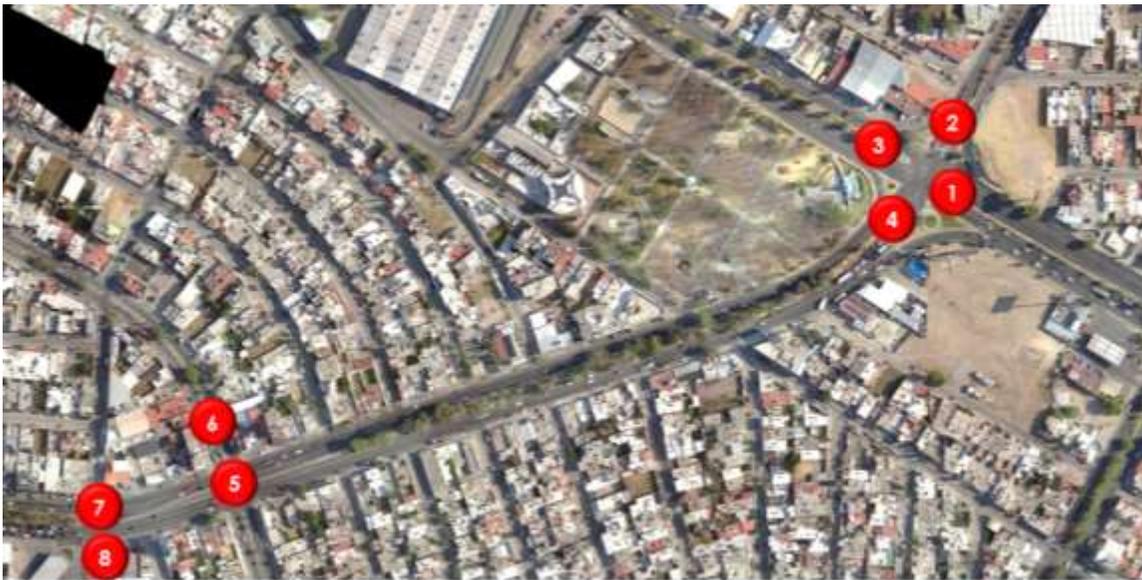


Figura 3 Movimientos vehiculares analizados en el Distribuidor Américas

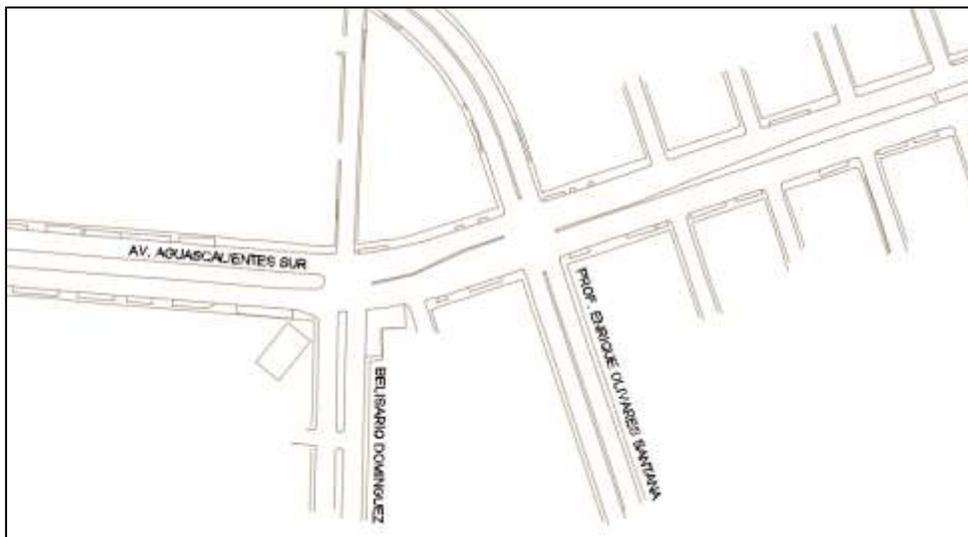


Figura 4 Cruceos de Av. Aguascalientes Sur con las Av. Belisario Dominguez y Enrique Olivares Santana

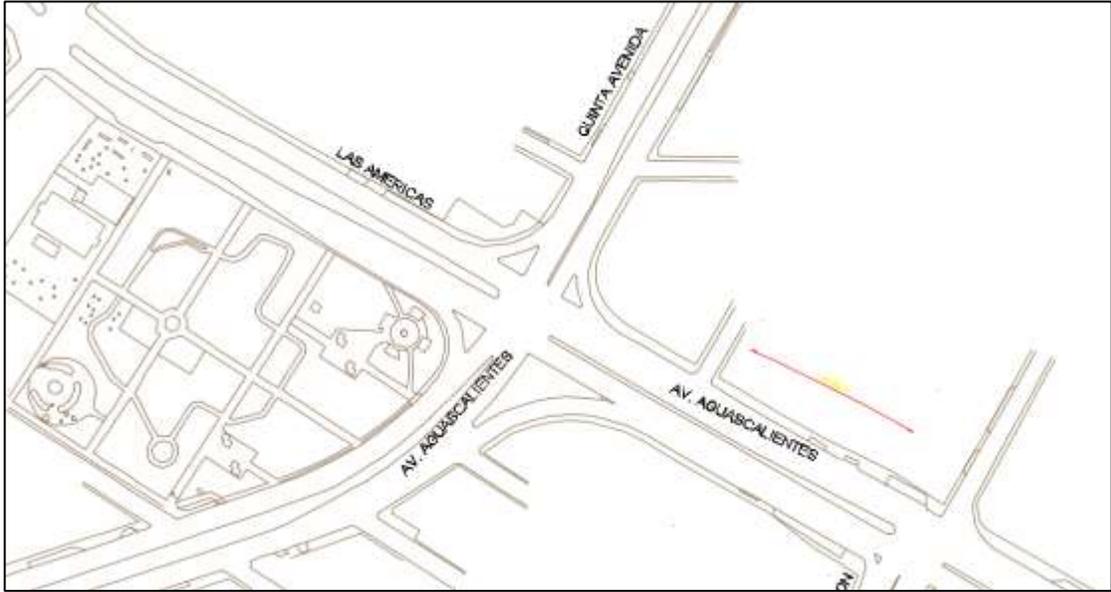


Figura 5 Cruceos de Av. Aguascalientes con Av. Las Américas y Quinta Avenida

2.2 Análisis de la oferta existente

Al realizar el análisis de cada uno de los crucesos en la zona se determinó la oferta existente

Tabla 2.2 Dimensiones de los crucesos

Vialidad	Intersección	Ancho Total de sección (m)	Número de carriles	Camellón (m)	Ancho de carriles (m)
Av. Aguascalientes	Américas	22	6	2	3.5
Quinta Avenida	Av. Aguascalientes	20	6	1	3.15
Américas	Av. Aguascalientes	31	6	2	3.5
Av. Aguascalientes	Direccional	3.5	1	0	3.5
Av. Aguascalientes	Enrique Olivares Santana	30	8	2	3.5
Enrique Olivares Santana	Av. Aguascalientes	19	6	1	3.1
Av. Aguascalientes	Belisario Domínguez	30	8	2	3.5
Belisario Dominguez	Av. Aguascalientes	25	6	4	3.5

Fuente SOP

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 crucero.

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 2.3 Velocidad de operación por tipo de movimiento (km/hr)

Número	Movimiento	Velocidad Promedio	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av Aguascalientes y Las Américas	42	52
2	Av Quinta Avenida	38	47
3	Av. Américas	42	52
4	Av. Aguascalientes Direccional	39	51
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	42	52
6	Av. Enrique Olivares	36	41
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	42	52
8	Av. Belisario Domínguez	36	41

Fuente Elaboración propia

2.3 Análisis de la demanda actual

Para determinar el volumen y características del tránsito que circula por la Av. Aguascalientes en la zona del Distribuidor Las Américas se llevaron a cabo aforos vehiculares, De igual manera se analizaron los movimientos direccionales en el crucero, 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 primer quincena del mes de agosto del presente año.

Tabla 2.4 Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en la zona de análisis

Número	Movimiento	TDPA	Clasificación (%)		
			A	B	C
1	Av Aguascalientes y Las Américas	19,114	97.0	1.2	1.8
2	Av Quinta Avenida	12,346	97.7	1.4	0.9
3	Av. Américas	16,726	97.1	1.3	1.7
4	Av. Aguascalientes Direccional	14,312	97.4	2.1	0.5
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	15,192	97.4	1.5	1.1
6	Av. Enrique Olivares	9,339	98.3	1.3	0.4
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	15,387	97.0	1.2	1.8
8	Av. Belisario Domínguez	8,326	97.3	2.2	0.5

Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Fuente Elaboración propia



Figura 6 Aforo Vehicular en el cruce de Av. Aguascalientes y Av. Las Américas y Quinta Avenida



Figura 7 Aforo Vehicular en el cruce de Av. Aguascalientes y Av. Enrique Olivares Santana

Tomando en cuenta que se trata de cruces urbanos y considerando la importancia de las vialidades para la conectividad de la , 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 2.5 Composición vehicular por movimiento

Número	Movimiento	TDPA		Clasificación (%)		
		Con Congestión	Sin Congestión	A	B	C
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	15,290	3,824	97.0	1.2	1.8
2	Av. Quinta Avenida	10,201	2,145	97.7	1.4	0.9
3	Av. Américas	13,781	2,945	97.1	1.3	1.7
4	Av. Aguascalientes Direccional	12,325	1,987	97.4	2.1	0.5
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	13,428	1,764	97.4	1.5	1.1
6	Av. Enrique Olivares	8,215	1,124	98.3	1.3	0.4
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	13,645	1,742	97.0	1.2	1.8
8	Av. Belisario Domínguez	7,342	984	97.3	2.2	0.5

Fuente Elaboración propia

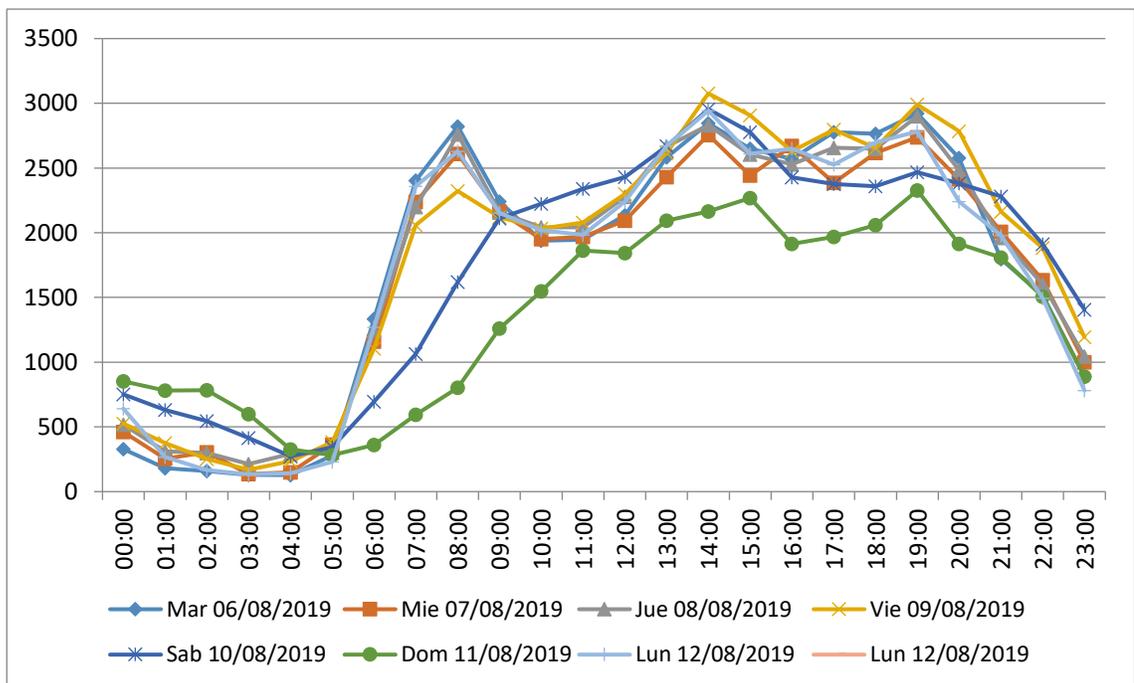


Figura 8. Comportamiento horario del flujo vehicular en el cruce de Av.
Aguascalientes y Av. Las Américas

Al tratarse de cruces 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.

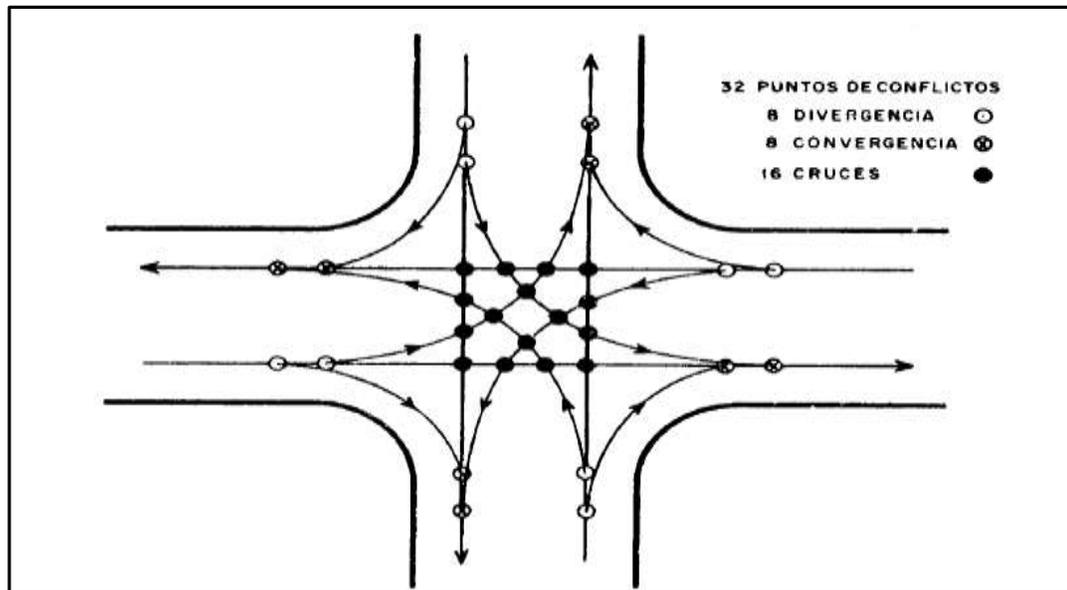


Figura 9. Puntos de conflicto en una intersección de 4 ramas
(Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, SCT 1991)

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 2.6 Tasa de crecimiento anual de vehículos

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 2.7 Interacción Oferta – Demanda (Pesos 2019)

Tramo	Movimiento	CGV (\$/veh)	
		Con congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	5.37	4.00
2	Av. Quinta Avenida	5.37	4.00
3	Av. Américas	5.37	4.40
4	Av. Aguascalientes Direccional	5.37	4.42
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	5.37	4.42
6	Av. Enrique Olivares	5.37	4.42
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	5.37	4.42
8	Av. Belisario Domínguez	5.37	4.42

Fuente Elaboración propia

Tabla 2.8 Comparación velocidades y tiempo en situación actual

Tramo	Movimiento	Velocidad (km/hr)		Tiempo (hr)	
		Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	42	52	0.0238	0.0192
2	Av. Quinta Avenida	38	47	0.0265	0.0214
3	Av. Américas	42	52	0.0227	0.0192
4	Av. Aguascalientes Direccional	39	51	0.0256	0.0196
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	42	52	0.0238	0.0192
6	Av. Enrique Olivares	36	41	0.0280	0.0242
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	42	52	0.0238	0.0192
8	Av. Belisario Domínguez	36	41	0.0280	0.0242

Fuente Elaboración propia

Los niveles de servicio sirven para medir la calidad del flujo vehicular, ésta medida se considera una medida cualitativa que describe las condiciones de operación del flujo, y de la percepción por los usuarios que se encuentran en ese momento en la red. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia, la seguridad vial y las demoras. De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, etc.

Entre los externos están las características fijas, tales como el ancho de los carriles, la distancia libre lateral, acotamientos, pendientes, etc. Existen diferentes niveles de análisis, para el presente estudio se realizó un análisis semiurbano que considera carretera libre, autopistas y calles dentro de una población considerando diferentes características como número básico de carriles, sentidos, anchos de carril, acotamientos, volúmenes de tránsito, flujos en hora de máxima demanda, porcentaje de vehículos pesados, etc. Estos datos están basados en los atributos operacionales, por lo que la precisión de esta aplicación es intermedia, más aún por la incertidumbre que existe en pronósticos de la demanda futura de tránsito. El manual de capacidad vial HCM 2000 del TRB ha establecido seis niveles de servicio denominados A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor.

En función del nivel de servicio estará el número de vehículos por unidad de tiempo que puede admitir la carretera o calle, al cual se le denomina flujo de servicio. Este flujo va aumentando a medida que el nivel de servicio va siendo de menor calidad, hasta llegar al nivel E, o capacidad del tramo de carretera o calle.

Tradicionalmente se ha considerado la velocidad el principal indicador para identificar el nivel de servicio, sin embargo, se introducen otros factores como densidad y demora. La descripción de los servicios es:

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 circulación. Con alta libertad para seleccionar la velocidad deseada y maniobrar dentro del tránsito. La comodidad y conveniencia proporcionada por la circulación es excelente. La frecuencia de rebase es alta.

Nivel de servicio B: Está aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes en la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada aunque disminuye la capacidad de maniobra. La presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno. La demanda por rebase es más significativa. Por encima de esta tasa de flujo, el número de grupos vehiculares se incrementa significativamente.

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 velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida, la comodidad y conveniencia desciende notablemente. Aumenta notablemente la formación de grupos de vehículos. Existen más zonas de no rebase, por lo que la capacidad de rebase disminuye. El flujo es estable, pero se presenta congestión debido a vehículos que realizan maniobras de vuelta o a la circulación de vehículos lentos.

Nivel de servicio D: Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, la comodidad y conveniencia son bajas, los incrementos de flujo ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas. El Flujo vehicular es inestable. Los volúmenes de tránsito son altos y las maniobras de rebase se tornan difíciles.

Nivel de servicio E: El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad, la velocidad es baja y uniforme, a maniobra es difícil y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”, hay frustración en los conductores, la circulación es inestable debido a aumentos de tráfico o perturbaciones del tránsito que producen colapsos. El rebase es prácticamente imposible y los grupos vehiculares son intensos a medida que se encuentran vehículos lentos u otras interrupciones.

Nivel de servicio F: Representa condiciones de flujo forzado. Hay formación de colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los cuellos de botella. Representa flujo congestionado con demandas vehiculares que exceden la capacidad. Las velocidades son muy variables.



Figura 10 . Niveles de servicio en la zona

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 2019)

Concepto	Costo
Pintado de raya	502,400.00
Vialetas e indicadores de alineamiento	3,709,200.00
Señalamiento vertical	1,229,190.00
Bacheo	1,531,725.00
Rehabilitación parcial de losas de concreto	3,556,125.00
Carpeta de un riego con emulsión modificada con polímeros	13,639,837.50
Subtotal	24,168,477.50
IVA	3,866,956.40
Total	28,035,433.90

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 crucero, 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 crucero en situación sin proyecto

Vialidad	Intersección	Ancho Total de sección (m)	Número de carriles	Camellón (m)	Ancho de carriles (m)
Av. Aguascalientes	Américas	22	6	2	3.5
Quinta Avenida	Av. Aguascalientes	20	6	1	3.15
Américas	Av. Aguascalientes	31	6	2	3.5
Av. Aguascalientes	Direccional	3.5	1	0	3.5
Av. Aguascalientes	Enrique Olivares Santana	30	8	2	3.5
Enrique Olivares Santana	Av. Aguascalientes	19	6	1	3.1
Av. Aguascalientes	Belisario Domínguez	30	8	2	3.5
Belisario Dominguez	Av. Aguascalientes	25	6	4	3.5

Fuente SOP

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 3.3 Composición vehicular por movimiento en la situación sin proyecto

Número	Movimiento	TDPA		Clasificación (%)		
		Con Congestión	Sin Congestión	A	B	C
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	15,290	3,824	97.0	1.2	1.8
2	Av. Quinta Avenida	10,201	2,145	97.7	1.4	0.9
3	Av. Américas	13,781	2,945	97.1	1.3	1.7
4	Av. Aguascalientes Direccional	12,325	1,987	97.4	2.1	0.5
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	13,428	1,764	97.4	1.5	1.1
6	Av. Enrique Olivares	8,215	1,124	98.3	1.3	0.4
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	13,645	1,742	97.0	1.2	1.8
8	Av. Belisario Domínguez	7,342	984	97.3	2.2	0.5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo mencionado anteriormente los cruceros analizados sobre la Av. Aguascalientes se presenta un nivel de servicio tipo D, y durante las horas pico, se presenta mayor congestión. Lo anterior conlleva a que los usuarios tengan una operación con demora mayores al circular por esa vialidad.

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 3.4 Proyección del TDPA por cada movimiento sin congestión sin proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2019	3,824	2,145	2,945	1,987	1,764	1,124	1,742	984
2020	3,958	2,220	3,048	2,057	1,826	1,163	1,803	1,018
2021	4,096	2,298	3,155	2,129	1,890	1,204	1,866	1,054
2022	4,240	2,378	3,265	2,203	1,956	1,246	1,931	1,091
2023	4,388	2,461	3,379	2,280	2,024	1,290	1,999	1,129
2024	4,542	2,548	3,498	2,360	2,095	1,335	2,069	1,169
2025	4,701	2,637	3,620	2,443	2,168	1,382	2,141	1,210
2026	4,865	2,729	3,747	2,528	2,244	1,430	2,216	1,252
2027	5,035	2,825	3,878	2,616	2,323	1,480	2,294	1,296
2028	5,212	2,923	4,014	2,708	2,404	1,532	2,374	1,341
2029	5,394	3,026	4,154	2,803	2,488	1,586	2,457	1,388
2030	5,583	3,132	4,300	2,901	2,575	1,641	2,543	1,437
2031	5,778	3,241	4,450	3,002	2,666	1,698	2,632	1,487
2032	5,981	3,355	4,606	3,108	2,759	1,758	2,724	1,539
2033	6,190	3,472	4,767	3,216	2,855	1,819	2,820	1,593
2034	6,407	3,594	4,934	3,329	2,955	1,883	2,918	1,649
2035	6,631	3,719	5,107	3,445	3,059	1,949	3,021	1,706
2036	6,863	3,850	5,285	3,566	3,166	2,017	3,126	1,766
2037	7,103	3,984	5,470	3,691	3,277	2,088	3,236	1,828
2038	7,352	4,124	5,662	3,820	3,391	2,161	3,349	1,892
2039	7,609	4,268	5,860	3,954	3,510	2,237	3,466	1,958
2040	7,875	4,417	6,065	4,092	3,633	2,315	3,588	2,026
2041	8,151	4,572	6,277	4,235	3,760	2,396	3,713	2,097
2042	8,436	4,732	6,497	4,384	3,892	2,480	3,843	2,171
2043	8,731	4,898	6,724	4,537	4,028	2,566	3,978	2,247
2044	9,037	5,069	6,960	4,696	4,169	2,656	4,117	2,325
2045	9,353	5,247	7,203	4,860	4,315	2,749	4,261	2,407
2046	9,681	5,430	7,455	5,030	4,466	2,845	4,410	2,491
2047	10,020	5,620	7,716	5,206	4,622	2,945	4,564	2,578
2048	10,370	5,817	7,986	5,389	4,784	3,048	4,724	2,668
2049	10,733	6,021	8,266	5,577	4,951	3,155	4,889	2,762

Fuente: Elaboración propia con datos del Estudio de aforo

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

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

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2019	15,290	10,201	13,781	12,325	13,428	9,339	13,645	7,342
2020	15,825	10,558	14,263	12,756	13,898	9,666	14,123	7,599
2021	16,379	10,928	14,763	13,203	14,384	10,004	14,617	7,865
2022	16,952	11,310	15,279	13,665	14,888	10,354	15,128	8,140
2023	17,546	11,706	15,814	14,143	15,409	10,717	15,658	8,425
2024	18,160	12,116	16,368	14,638	15,948	11,092	16,206	8,720
2025	18,795	12,540	16,940	15,151	16,506	11,480	16,773	9,025
2026	19,453	12,979	17,533	15,681	17,084	11,882	17,360	9,341
2027	20,134	13,433	18,147	16,230	17,682	12,298	17,968	9,668
2028	20,839	13,903	18,782	16,798	18,301	12,728	18,597	10,006
2029	21,568	14,390	19,439	17,386	18,942	13,174	19,248	10,357
2030	22,323	14,893	20,120	17,994	19,604	13,635	19,921	10,719
2031	23,104	15,414	20,824	18,624	20,291	14,112	20,619	11,094
2032	23,913	15,954	21,553	19,276	21,001	14,606	21,340	11,483
2033	24,750	16,512	22,307	19,950	21,736	15,117	22,087	11,884
2034	25,616	17,090	23,088	20,649	22,497	15,646	22,860	12,300
2035	26,513	17,688	23,896	21,371	23,284	16,194	23,660	12,731
2036	27,441	18,307	24,732	22,119	24,099	16,760	24,488	13,177
2037	28,401	18,948	25,598	22,894	24,942	17,347	25,345	13,638
2038	29,395	19,611	26,494	23,695	25,815	17,954	26,233	14,115
2039	30,424	20,298	27,421	24,524	26,719	18,583	27,151	14,609
2040	31,489	21,008	28,381	25,382	27,654	19,233	28,101	15,120
2041	32,591	21,744	29,374	26,271	28,622	19,906	29,084	15,650
2042	33,731	22,505	30,402	27,190	29,624	20,603	30,102	16,197
2043	34,912	23,292	31,467	28,142	30,661	21,324	31,156	16,764
2044	36,134	24,107	32,568	29,127	31,734	22,070	32,246	17,351
2045	37,399	24,951	33,708	30,146	32,844	22,843	33,375	17,958
2046	38,708	25,825	34,888	31,202	33,994	23,642	34,543	18,587
2047	40,062	26,728	36,109	32,294	35,184	24,470	35,752	19,237
2048	41,465	27,664	37,372	33,424	36,415	25,326	37,004	19,911
2049	42,916	28,632	38,680	34,594	37,690	26,213	38,299	20,607

Fuente: Elaboración propia con datos del Estudio de aforo

Tabla 3. 6 Proyección del TDPA total por cada cruceo sin proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2019	19,114	12,346	16,726	14,312	15,192	9,339	15,387	8,326
2020	19,783	12,778	17,311	14,813	15,724	9,666	15,926	8,617
2021	20,475	13,225	17,917	15,331	16,274	10,004	16,483	8,919
2022	21,192	13,688	18,544	15,868	16,844	10,354	17,060	9,231
2023	21,934	14,167	19,193	16,423	17,433	10,717	17,657	9,554
2024	22,701	14,663	19,865	16,998	18,043	11,092	18,275	9,889
2025	23,496	15,176	20,561	17,593	18,675	11,480	18,915	10,235
2026	24,318	15,708	21,280	18,209	19,328	11,882	19,577	10,593

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2027	25,169	16,257	22,025	18,846	20,005	12,298	20,262	10,964
2028	26,050	16,826	22,796	19,506	20,705	12,728	20,971	11,347
2029	26,962	17,415	23,594	20,188	21,430	13,174	21,705	11,745
2030	27,906	18,025	24,419	20,895	22,180	13,635	22,465	12,156
2031	28,883	18,656	25,274	21,626	22,956	14,112	23,251	12,581
2032	29,893	19,309	26,159	22,383	23,760	14,606	24,065	13,021
2033	30,940	19,984	27,074	23,167	24,591	15,117	24,907	13,477
2034	32,023	20,684	28,022	23,978	25,452	15,646	25,779	13,949
2035	33,143	21,408	29,003	24,817	26,343	16,194	26,681	14,437
2036	34,303	22,157	30,018	25,685	27,265	16,760	27,615	14,942
2037	35,504	22,933	31,068	26,584	28,219	17,347	28,581	15,465
2038	36,747	23,735	32,156	27,515	29,207	17,954	29,582	16,007
2039	38,033	24,566	33,281	28,478	30,229	18,583	30,617	16,567
2040	39,364	25,426	34,446	29,475	31,287	19,233	31,688	17,147
2041	40,742	26,316	35,652	30,506	32,382	19,906	32,798	17,747
2042	42,168	27,237	36,899	31,574	33,515	20,603	33,945	18,368
2043	43,644	28,190	38,191	32,679	34,688	21,324	35,134	19,011
2044	45,171	29,177	39,528	33,823	35,902	22,070	36,363	19,676
2045	46,752	30,198	40,911	35,007	37,159	22,843	37,636	20,365
2046	48,388	31,255	42,343	36,232	38,460	23,642	38,953	21,078
2047	50,082	32,349	43,825	37,500	39,806	24,470	40,317	21,816
2048	51,835	33,481	45,359	38,812	41,199	25,326	41,728	22,579
2049	53,649	34,653	46,946	40,171	42,641	26,213	43,188	23,369

Fuente: Elaboración propia con datos del Estudio de aforo

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. 7 Velocidad de operación por cruce en situación sin proyecto

Número	Movimiento	Velocidad Promedio (km/hr)	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	44	55
2	Av. Quinta Avenida	40	50
3	Av. Américas	46	55
4	Av. Aguascalientes Direccional	41	54
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	44	55
6	Av. Enrique Olivares	37	43
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	44	55
8	Av. Belisario Domínguez	37	43

Fuente Elaboración propia

Tabla 3. 8 Tiempos de operación por tipo de movimiento

Número	Movimiento	Tiempo Promedio (hr)	
		Con Congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	0.0229	0.0182
2	Av. Quinta Avenida	0.0250	0.0202
3	Av. Américas	0.0216	0.0183
4	Av. Aguascalientes Direccional	0.0244	0.0187
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	0.0227	0.0183
6	Av. Enrique Olivares	0.0267	0.0230
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	0.0227	0.0183
8	Av. Belisario Domínguez	0.0267	0.0230

Fuente Elaboración propia

Tabla 3.9 Costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto para el primer año de operación (pesos 2019)

Tramo	Movimiento	CGV (\$/veh)	
		Con congestión	Sin Congestión
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	5.10	4.00
2	Av. Quinta Avenida	5.37	4.00
3	Av. Américas	5.37	4.42
4	Av. Aguascalientes Direccional	5.37	4.42
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	5.37	4.42
6	Av. Enrique Olivares	5.37	4.42
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	5.37	4.42
8	Av. Belisario Domínguez	5.37	4.42

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.

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 distribuidor vial que se divide en dos grandes calzadas. La primera de ellas sobre Av. Aguascalientes Sur, conformando un viaducto elevado, el cual sobrepasa las confluencias con las Av. Quinta Avenida, Av. Enrique Olivares Santana y Av. Belisario Domínguez, el cual contará con 4 carriles de 3.5 m cada uno, con dos carriles por sentido con dos calzadas inferiores de 7.5 m cada una para albergar 2 carriles por sentido con de 3.75 m cada uno, una barrera de protección central de 1.5 m. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico. Este viaducto cuenta con una longitud total de 1420 m con sección de 15.5 m de ancho.

A partir del viaducto antes descrito, se bifurca otro viaducto elevada que continua para brindar flujo continuo a los vehículos que se incorporan a la Av. Las Américas, con dirección sur norte. Esta sección cuenta con una longitud total de 380 m con sección de 7.0 metros para albergar dos carriles de 3.5 metros

Tabla 3.10 Descripción de las principales características del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del viaducto 1	1420
Longitud del viaducto 2	380
Número de carriles viaducto Av Aguascalientes	4
Número de carriles viaducto Av Las Américas	2
Ancho de carriles	3.5
Ancho de barrera central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m ²)	23960
Alineamiento horizontal (m)	10,670
Señalamiento vertical (pza.)	70
Semáforos	8
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	70
Luminarias con poste	390
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

Fuente: Proyecto Ejecutivo

Tabla 3.11 Costo de inversión de la alternativa 1 Viaducto Superior (pesos de 2019)

Descripción	Importe
Preliminares	5,040,582.38
Pilotes de cimentación en estribos	1,413,304.14
Pilotes de cimentación en pilas centrales	2,258,143.71
Zapatas de estribos	1,898,305.96
Zapatas en zona de viaducto	47,129,325.20
Zapatas en zona de dovelas metálicas	9,781,538.49
Pedestales en estribos	1,061,702.66
Columnas en zona de viaducto	27,080,852.56
Columnas en zona de dovelas metálicas	4,980,184.96
Corona y pantalla de estribos	385,679.47
Cabezales en zona de viaducto	69,503,444.21
Cabezales en zona de dovelas metálicas	6,438,438.70
Bancos de apoyo en estribos y zona de viaducto	8,065,475.19
Bancos de apoyo en viaducto y puente sobre rotonda	9,718,611.07
Trabes pretensadas	94,351,840.29
Diafragmas y trabes metálicas	81,238,379.40
Losas para zona de viaducto y zona de dovelas metálicas	19,194,680.32
Juntas de calzada	10,139,985.82
Losas de acceso en rampas	4,270,620.54
Guarniciones y parapeto	19,523,756.28
Terracerías, pavimentos y muro mecánicamente estabilizado en rampas	21,366,678.36
Terracerías y pavimentos en vialidades a nivel	5,053,094.55
Mobiliario urbano	2,905,588.64
Señalamiento	6,502,219.99
Alumbrado público	11,547,045.25
Semaforización	2,571,425.00
Varios	717,027.89
Subtotal	474,137,931.03
IVA	75,862,068.97
Total	550,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

Los costos de mantenimiento se consideran con una distancia de 1000 m toda vez que las maniobras de aceleración, desaceleración y preparación para el cruce de la vialidad, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto, se consideran desde 500 m antes del cruce y 500 m después de los cruces.

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Tabla 3. 12 Costos de mantenimiento de la Alternativa 1 (pesos Sin IVA 2019)

Actividad	Unidad	Monto
Conservación normal	\$/km/carril	29,500
Conservación mayor	\$/km/carril	142,500
Reparaciones	\$/km/carril	775,000
Reconstrucción	\$/km/carril	1,200,000

Fuente. Elaboración Propia



Figura 11. Perspectiva de la Alternativa 1

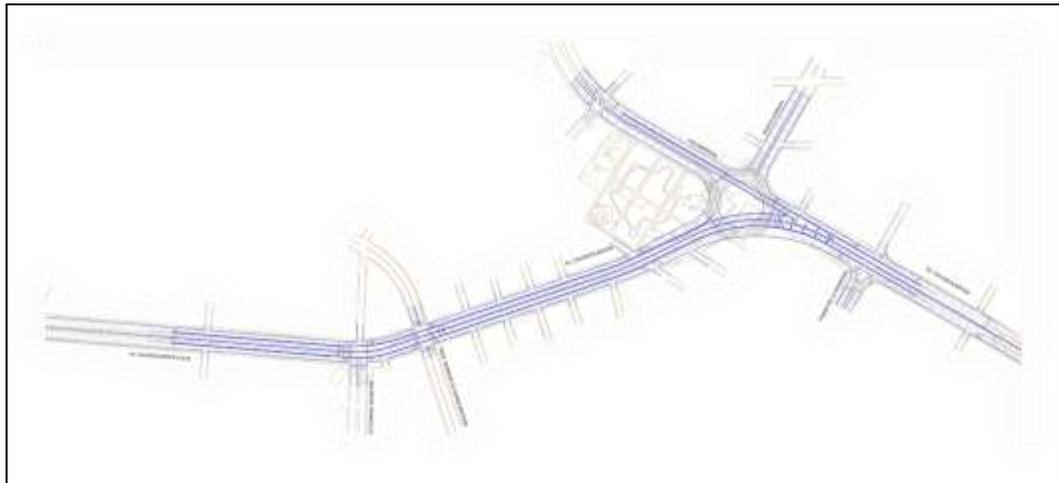


Figura 12. Planta superior de la Alternativa 1

Ventajas

- Permite una mayor conectividad a la Av. Aguascalientes en la zona sur y contribuye a la consolidación de un viaducto de flujo continuo
- Una solución real y de largo plazo

- Buen nivel de servicio a lo largo de su vida útil
- Velocidades mayores en el tramo
- Reducidas afectaciones a predios, pues la mayoría de la obra se hace dentro de donde actualmente se ubica la vialidad.
- El espacio que se crea en la parte inferior del viaducto, permite la conformación de espacios peatonales y áreas recreativas o deportivas, las cuales contarían con protección a las lluvias.

Desventajas

- Reducidas al tránsito durante el proceso de construcción
- Requiere de reconfigurar la totalidad de las áreas verdes existentes, sobre todo en los camellones

Alternativa 2 Paso a Viaducto Inferior

Se analizó la realización del viaducto de manera inferior o subterránea, con lo cual se mantendrían las condiciones actuales a lo largo de la vialidad y se obtendría mayor espacio.

Tabla 3.13 Costo de inversión de la alternativa 2 (pesos de 2019)

Descripción	Importe
Preliminares	5,040,582.38
Pilotes de cimentación en estribos	1,413,304.14
Sistema de drenaje pluvial y modificaciones a las redes existentes	138,162,797
Pilotes de cimentación en pilas centrales	2,258,143.71
Zapatas de estribos	1,898,305.96
Zapatas en zona de viaducto	47,129,325.20
Zapatas en zona de dovelas metálicas	9,781,538.49
Pedestales en estribos	1,061,702.66
Columnas en zona de viaducto	27,080,852.56
Columnas en zona de dovelas metálicas	4,980,184.96
Corona y pantalla de estribos	385,679.47
Cabezales en zona de viaducto	69,503,444.21
Cabezales en zona de dovelas metálicos	6,438,438.70
Bancos de apoyo en estribos y zona de viaducto	8,065,475.19
Bancos de apoyo en viaducto y puente sobre rotonda	9,718,611.07
Trabes pretensadas	94,351,840.29
Diafragmas y trabes metálicas	81,238,379.40
Losas para zona de viaducto y zona de dovelas metálicas	19,194,680.32
Juntas de calzada	10,139,985.82
Losas de acceso en rampas	405,774.27
Guarniciones y parapeto	19,523,756.28
Terracerías, pavimentos y muro mecánicamente estabilizado	21,366,678.36
Terracerías y pavimentos en vialidades a nivel	5,053,094.55

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Descripción	Importe
Mobiliario urbano	2,905,588.64
Andador peatonal	16,125,615.20
Sistema de riego	920,847.65
Señalamiento	6,502,219.99
Alumbrado público	11,547,045.25
Semaforización	2,571,425.00
Varios	717,027.89
Subtotal	625,482,345.00
IVA	100,077,175.20
Total	725,559,520.20

Fuente: Elaboración propia a base de precios índice

Los costos de mantenimiento se consideran con una distancia de 1000 m toda vez que las maniobras de aceleración, desaceleración y preparación para el cruce de la vialidad, tanto en la situación sin proyecto como en la situación con proyecto, se consideran desde 500 m antes del cruce y 500 m después del cruce.

Tabla 3.14 Costos de mantenimiento de la Alternativa 2 (Sin IVA Pesos 2019)

Actividad	Unidad	Monto
Conservación normal	\$/km/carril	29,500
Conservación mayor	\$/km/carril	142,500
Reparaciones	\$/km/carril	775,000
Reconstrucción	\$/km/carril	1,200,000

Fuente. Elaboración Propia

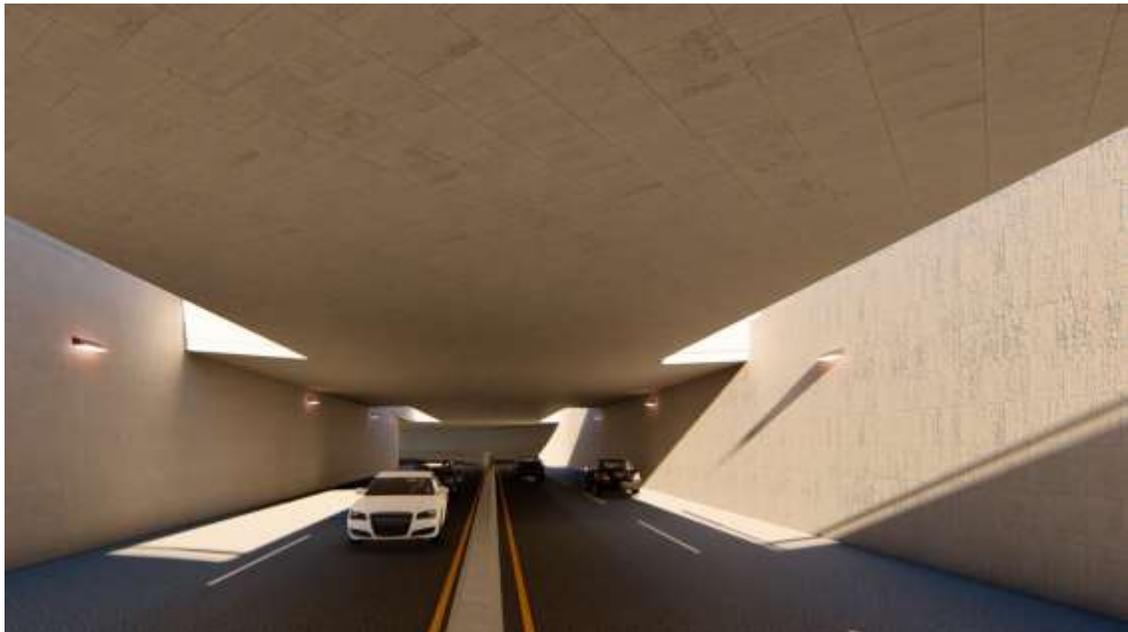


Figura 13 Perspectiva de la Alternativa 2 Paso a Desnivel Inferior



Figura 14 Perspectiva de la alternativa 2

Ventajas

- Mayor aprovechamiento de los espacios para la movilidad.
- Menores afectaciones a los predios aledaños.
- Permite una movilidad continua y una alternativa de solución a largo plazo.
- 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.
- Reconfiguración de las redes de agua potable y alcantarillado que atienden las colonias cercanas.
- Mayores dificultades de maniobras cuando se presentan accidentes al interior.
- Afectaciones durante el periodo de construcción tanto en la zona, como en las vialidades cercanas por mayor tránsito de vehículos pesados durante las excavaciones.
- Mayores costos de inversión

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 3.15 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 1 (pesos de 2019)

Año	Inversión	Costos por molestias	Costos de mantenimiento	Costo total
0	474,137,931	40,821,651		514,959,582
1			1,576,100	1,576,100
2			1,576,100	1,576,100
3			1,576,100	1,576,100
4			6,676,100	6,676,100
5			6,676,100	6,676,100
6			1,576,100	1,576,100
7			1,576,100	1,576,100
8			28,701,100	28,701,100
9			1,576,100	1,576,100
10			6,676,100	6,676,100
11			1,576,100	1,576,100
12			6,563,600	6,563,600
13			1,576,100	1,576,100
14			1,576,100	1,576,100
15			16,576,100	16,576,100
16			43,576,100	43,576,100
17			1,576,100	1,576,100
18			1,576,100	1,576,100
19			1,576,100	1,576,100
20			11,663,600	11,663,600
21			1,576,100	1,576,100
22			1,576,100	1,576,100
23			1,576,100	1,576,100
24			28,701,100	28,701,100
25			6,676,100	6,676,100
26			1,576,100	1,576,100
27			1,576,100	1,576,100
28			6,563,600	6,563,600
29			1,576,100	1,576,100
30			1,576,100	1,576,100
CAE		\$55,014,439.02		
CAN		570,478,052.21		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.16 Costo Anual Equivalente de la Alternativa 2 (pesos de 2019)

Año	Inversión	Costos por molestias	Costos de Mantenimiento	Costo total
0	625,482,345	40,821,650.81		666,303,996
1			1,970,125	1,970,125
2			1,970,125	1,970,125
3			1,970,125	1,970,125
4			8,345,125	8,345,125
5			8,345,125	8,345,125
6			1,970,125	1,970,125
7			1,970,125	1,970,125
8			35,876,375	35,876,375
9			1,970,125	1,970,125
10			8,345,125	8,345,125
11			1,970,125	1,970,125
12			8,204,500	8,204,500
13			1,970,125	1,970,125
14			1,970,125	1,970,125
15			20,720,125	20,720,125
16			54,470,125	54,470,125
17			1,970,125	1,970,125
18			1,970,125	1,970,125
19			1,970,125	1,970,125
20			14,579,500	14,579,500
21			1,970,125	1,970,125
22			1,970,125	1,970,125
23			1,970,125	1,970,125
24			35,876,375	35,876,375
25			8,345,125	8,345,125
26			1,970,125	1,970,125
27			1,970,125	1,970,125
28			8,204,500	8,204,500
29			1,970,125	1,970,125
30			1,970,125	1,970,125
CAE		\$70,947,930.89		
CAN		735,702,083.77		

Fuente: Elaboración propia

La alternativa 1 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 1 es la que presenta un Costo Anual Equivalente menor, toda vez que representa costos de inversión y operación menores a la Alternativa 1. Se considera la Alternativa 1 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 Distribuidor Américas en Av. Aguascalientes, es un proyecto 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

El proyecto contempla la construcción de un distribuidor vial que se divide en dos grandes calzadas. La primera de ellas sobre Av. Aguascalientes Sur, conformando un viaducto elevado, el cual sobrepasa las confluencias con las Av. Quinta Avenida, Av. Enrique Olivares Santana y Av. Belisario Domínguez, el cual contará con 4 carriles de 3.5 m cada uno, con dos carriles por sentido con dos calzadas inferiores de 7.5 m cada una para albergar 2 carriles por sentido con de 3.75 m cada uno, una barrera de protección central de 1.5 m. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico. Este viaducto cuenta con una longitud total de 1420 m con sección de 15.5 m de ancho.

A partir del viaducto antes descrito, se bifurca otro viaducto elevada que continua para brindar flujo continuo a los vehículos que se incorporan a la Av. Las Américas, con dirección sur norte. Esta sección cuenta con una longitud total de 380 m con sección de 7.0 metros para albergar dos carriles de 3.5 metros

En la parte inferior del Distribuidor Las Américas, se contará con andadores peatonales, ciclo vías,

Tabla 4.2 Descripción de las principales características del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del viaducto 1	1420
Longitud del viaducto 2	380
Número de carriles viaducto Av Aguascalientes	4
Número de carriles viaducto Av Las Américas	2
Ancho de carriles	3.5
Ancho de barrera central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70

Concepto	Cantidad
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m ²)	23,960
Alineamiento horizontal (m)	10,670
Señalamiento vertical (pza.)	70
Semáforos	8
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	70
Luminarias con poste	390
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

Fuente Proyecto Ejecutivo

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).

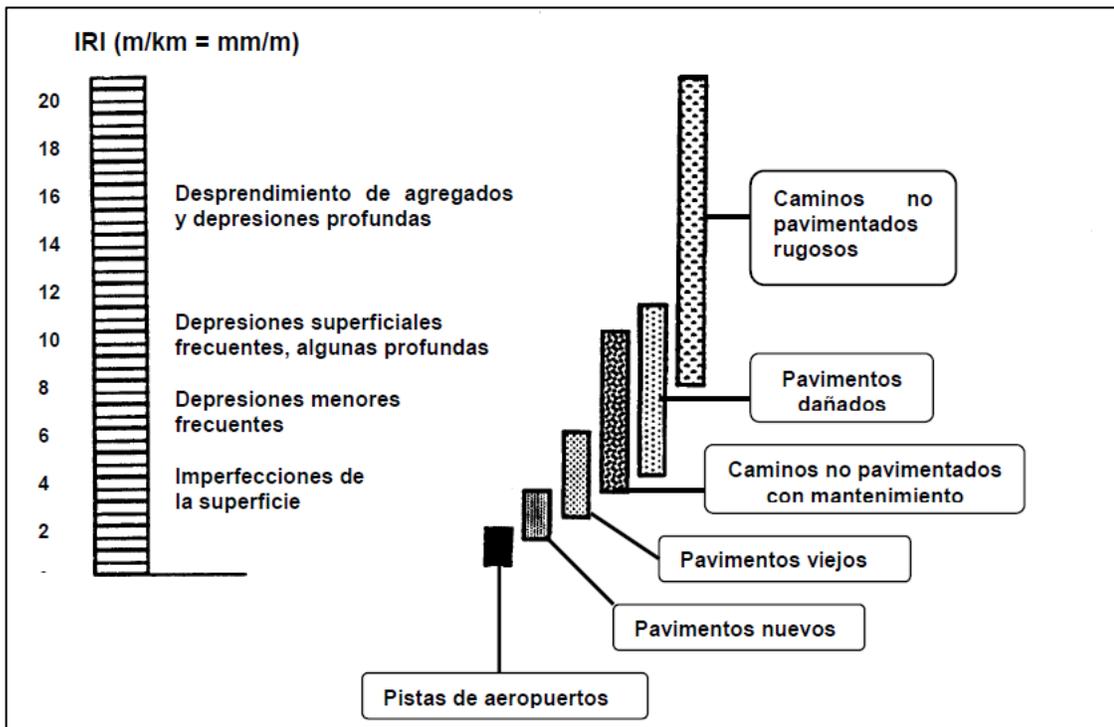


Figura 15 Escala de valores del IRI y las Características de los pavimentos

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.

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes



Figura 16 Perspectiva aérea del proyecto



Figura 17 Bifurcación de ambos viaductos

Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes



Figura 18 Detalle de direccionalidad en Av. Aguascalientes



Figura 19 Rampas de Ascenso y Descenso en Av. Aguascalientes

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes



Figura 20 Rampas de Ascenso y Descenso en Av. Aguascalientes



Figura 21 Andadores Peatonales en la parte inferior de los viaductos

Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes



Figura 22 Áreas verde



Figura 23 Glorieta Av Las Américas y Av Aguascalientes

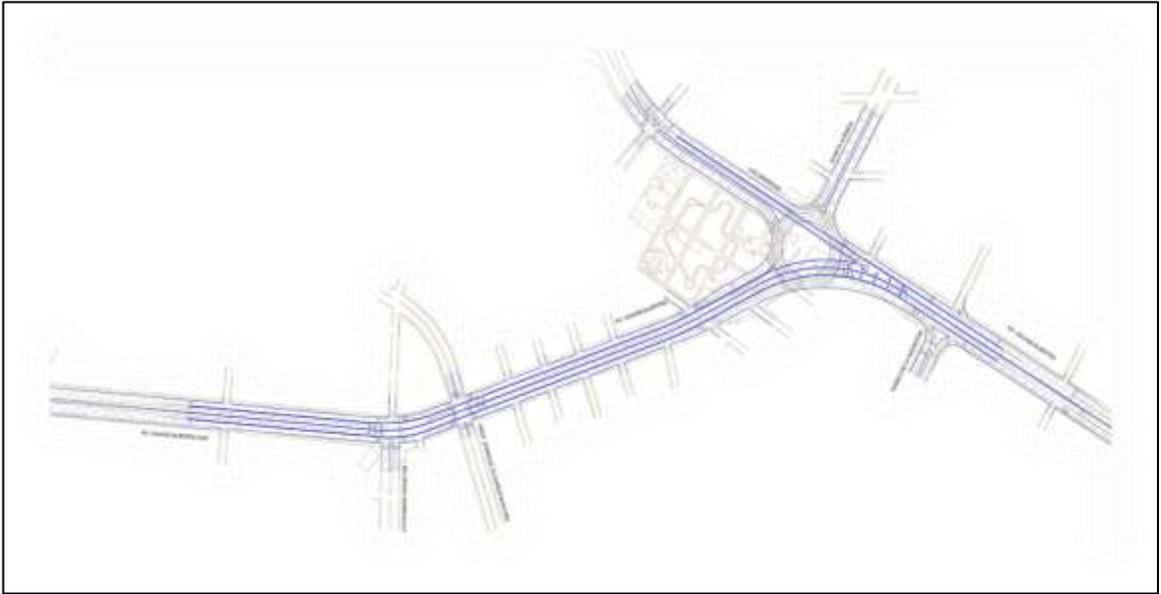


Figura 24 Planta arquitectónica proyecto ejecutivo

Tabla 4.3 Principales costos de ejecución del proyecto (pesos de 2019)

Descripción	Importe
Preliminares	5,040,582.38
Pilotes de cimentación en estribos	1,413,304.14
Pilotes de cimentación en pilas centrales	2,258,143.71
Zapatas de estribos	1,898,305.96
Zapatas en zona de viaducto	47,129,325.20
Zapatas en zona de dovelas metálicas	9,781,538.49
Pedestales en estribos	1,061,702.66
Columnas en zona de viaducto	27,080,852.56
Columnas en zona de dovelas metálicas	4,980,184.96
Corona y pantalla de estribos	385,679.47
Cabezales en zona de viaducto	69,503,444.21
Cabezales en zona de dovelas metálicos	6,438,438.70
Bancos de apoyo en estribos y zona de viaducto	8,065,475.19
Bancos de apoyo en viaducto y puente sobre rotonda	9,718,611.07
Trabes pretensadas	94,351,840.29
Diafragmas y trabes metálicas	81,238,379.40
Losas para zona de viaducto y zona de dovelas metálicas	19,194,680.32
Juntas de calzada	10,139,985.82
Losas de acceso en rampas	4,270,620.54
Guarniciones y parapeto	19,523,756.28
Terracerías, pavimentos y muro mecánicamente estabilizado en rampas	21,366,678.36
Terracerías y pavimentos en vialidades a nivel	5,053,094.55

Mobiliario urbano	2,905,588.64
Señalamiento	6,502,219.99
Alumbrado público	11,547,045.25
Semaforización	2,571,425.00
Varios	717,027.89
	<hr/>
	Subtotal 474,137,931.03
	IVA 75,862,068.97
	Total 550,000,000.00

4.2 Alineación estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

IV. Ejes generales

IV.3 Desarrollo económico

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Para alcanzar el objetivo se proponen las siguientes estrategias:

3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.

3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.

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 25. Ubicación regional

Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

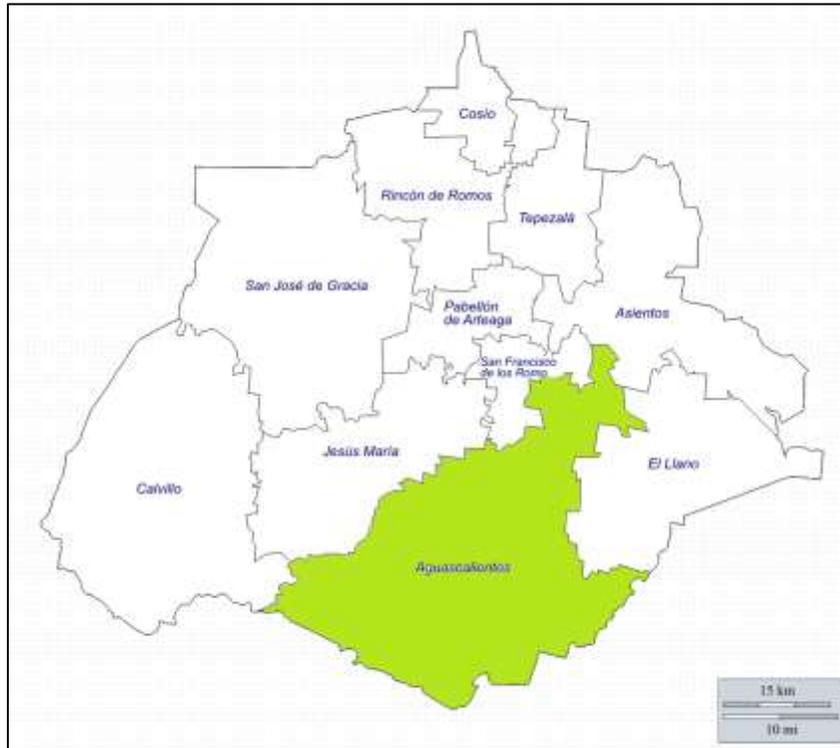


Figura 26. Ubicación del municipio



Figura 27 . Localización del proyecto
(Imagen Google Maps)

Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes



Figura 28. Localización del proyecto
(Imagen Google Maps)

Tabla 4.4 Ubicación geográfica del proyecto

Posición	Coordenadas
Inicio	21.859598, -102.298949
Término	21.858567, -102.307138

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Calendario de actividades

Tabla 4.5 Propuesta de calendario de ejecución del proyecto (pesos de 2019)

Avance	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Físico (%)	8.33%	8.33%	8.33%	8.33%	8.33%	8.33%
Financiero (\$)	45,833,333	45,833,333	45,833,333	45,833,333	45,833,333	45,833,333
Avance	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Físico (%)	8.33%	8.33%	8.33%	8.33%	8.33%	8.33%
Financiero (\$)	45,833,333	45,833,333	45,833,333	45,833,333	45,833,333	45,833,333
Total avance Físico:						100%
Total Financiero solicitado:						550,000,000

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Monto de inversión

Tabla 4.6 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2019)

Descripción	Importe
Preliminares	5,040,582.38
Pilotes de cimentación en estribos	1,413,304.14
Pilotes de cimentación en pilas centrales	2,258,143.71
Zapatatas de estribos	1,898,305.96
Zapatatas en zona de viaducto	47,129,325.20
Zapatatas en zona de dovelas metálicas	9,781,538.49
Pedestales en estribos	1,061,702.66
Columnas en zona de viaducto	27,080,852.56
Columnas en zona de dovelas metálicas	4,980,184.96
Corona y pantalla de estribos	385,679.47
Cabezales en zona de viaducto	69,503,444.21
Cabezales en zona de dovelas metálicos	6,438,438.70
Bancos de apoyo en estribos y zona de viaducto	8,065,475.19
Bancos de apoyo en viaducto y puente sobre rotonda	9,718,611.07
Trabes pretensadas	94,351,840.29
Diafragmas y trabes metálicas	81,238,379.40
Losas para zona de viaducto y zona de dovelas metálicas	19,194,680.32
Juntas de calzada	10,139,985.82
Losas de acceso en rampas	4,270,620.54
Guarniciones y parapeto	19,523,756.28
Terracerías, pavimentos y muro mecánicamente estabilizado en rampas	21,366,678.36
Terracerías y pavimentos en vialidades a nivel	5,053,094.55
Mobiliario urbano	2,905,588.64
Señalamiento	6,502,219.99
Alumbrado público	11,547,045.25
Semaforización	2,571,425.00
Varios	717,027.89
	Subtotal 474,137,931.03
	IVA 75,862,068.97
	Total 550,000,000.00

Fuente: Proyecto Ejecutivo

4.6 Fuente de financiamiento

Tabla 4. 7 Fuente de financiamiento del proyecto (pesos de 2019)

Fuente de los recursos	Procedencia	Monto	Porcentaje
1. Federales			

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

2. Estatales	550,000,000.00	100%
3. Municipales		
Total	550,000,000.00	100%

Fuente: Secretaría de Obras Públicas del Estado de Aguascalientes

4.7 Capacidad instalada

El proyecto consiste en construir un paso Distribuidor 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.

Tabla 4. 8 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2019	19,114	12,346	16,726	14,312	15,192	9,339	15,387	8,326
2020	19,783	12,778	17,311	14,813	15,724	9,666	15,926	8,617
2021	20,475	13,225	17,917	15,331	16,274	10,004	16,483	8,919
2022	21,192	13,688	18,544	15,868	16,844	10,354	17,060	9,231
2023	21,934	14,167	19,193	16,423	17,433	10,717	17,657	9,554
2024	22,701	14,663	19,865	16,998	18,043	11,092	18,275	9,889
2025	23,496	15,176	20,561	17,593	18,675	11,480	18,915	10,235
2026	24,318	15,708	21,280	18,209	19,328	11,882	19,577	10,593
2027	25,169	16,257	22,025	18,846	20,005	12,298	20,262	10,964
2028	26,050	16,826	22,796	19,506	20,705	12,728	20,971	11,347
2029	26,962	17,415	23,594	20,188	21,430	13,174	21,705	11,745
2030	27,906	18,025	24,419	20,895	22,180	13,635	22,465	12,156
2031	28,883	18,656	25,274	21,626	22,956	14,112	23,251	12,581
2032	29,893	19,309	26,159	22,383	23,760	14,606	24,065	13,021
2033	30,940	19,984	27,074	23,167	24,591	15,117	24,907	13,477
2034	32,023	20,684	28,022	23,978	25,452	15,646	25,779	13,949
2035	33,143	21,408	29,003	24,817	26,343	16,194	26,681	14,437
2036	34,303	22,157	30,018	25,685	27,265	16,760	27,615	14,942
2037	35,504	22,933	31,068	26,584	28,219	17,347	28,581	15,465
2038	36,747	23,735	32,156	27,515	29,207	17,954	29,582	16,007
2039	38,033	24,566	33,281	28,478	30,229	18,583	30,617	16,567
2040	39,364	25,426	34,446	29,475	31,287	19,233	31,688	17,147
2041	40,742	26,316	35,652	30,506	32,382	19,906	32,798	17,747
2042	42,168	27,237	36,899	31,574	33,515	20,603	33,945	18,368
2043	43,644	28,190	38,191	32,679	34,688	21,324	35,134	19,011
2044	45,171	29,177	39,528	33,823	35,902	22,070	36,363	19,676
2045	46,752	30,198	40,911	35,007	37,159	22,843	37,636	20,365
2046	48,388	31,255	42,343	36,232	38,460	23,642	38,953	21,078
2047	50,082	32,349	43,825	37,500	39,806	24,470	40,317	21,816
2048	51,835	33,481	45,359	38,812	41,199	25,326	41,728	22,579
2049	53,649	34,653	46,946	40,171	42,641	26,213	43,188	23,369

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.

4.9 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 distribuidor vial que se divide en dos grandes calzadas. La primera de ellas sobre Av. Aguascalientes Sur, conformando un viaducto elevado, el cual sobrepasa las confluencias con las Av. Quinta Avenida, Av. Enrique Olivares Santana y Av. Belisario Domínguez, el cual contará con 4 carriles de 3.5 m cada uno, con dos carriles por sentido con dos calzadas inferiores de 7.5 m cada una para albergar 2 carriles por sentido con de 3.75 m cada uno, una barrera de protección central de 1.5 m. El pavimento de la totalidad del paso a desnivel será de concreto hidráulico. Este viaducto cuenta con una longitud total de 1420 m con sección de 15.5 m de ancho.

A partir del viaducto antes descrito, se bifurca otro viaducto elevada que continua para brindar flujo continuo a los vehículos que se incorporan a la Av. Las Américas, con dirección sur norte. Esta sección cuenta con una longitud total de 380 m con sección de 7.0 metros para albergar dos carriles de 3.5 metros

En la parte inferior del Distribuidor Las Américas, se contará con andadores peatonales, ciclo vías.

Tabla 4. 9 Descripción de las principales características del proyecto

Concepto	Cantidad
Longitud del viaducto 1	1420
Longitud del viaducto 2	380
Número de carriles viaducto Av Aguascalientes	4
Número de carriles viaducto Av Las Américas	2
Ancho de carriles	3.5
Ancho de barrera central (m)	1.5
Altura del puente (m)	5.70
Superficie de rodamiento	Concreto Hidráulico
Área de pavimento hidráulico (m ²)	23960
Alineamiento horizontal (m)	10,670
Señalamiento vertical (pza.)	70
Semáforos	8
Tipo de terreno	Plano
Velocidad de proyecto (km/hr)*	70
Luminarias con poste	390
Estado físico	Bueno
Índice de Rugosidad (IRI m/km)	3

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

Tabla 4.10 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 y Las Américas	75	80
2	Av. Quinta Avenida	75	80
3	Av. Américas	75	80
4	Av. Aguascalientes Direccional	75	80
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	75	80
6	Av. Enrique Olivares	75	80
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	75	80
8	Av. Belisario Domínguez	75	80

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. 11 Composición vehicular por movimiento con proyecto

Número	Movimiento	TDPA		Clasificación (%)		
		Con Congestión	Sin Congestión	A	B	C
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	15,290	3,824	97.0	1.2	1.8
2	Av. Quinta Avenida	10,201	2,145	97.7	1.4	0.9
3	Av. Américas	13,781	2,945	97.1	1.3	1.7
4	Av. Aguascalientes Direccional	12,325	1,987	97.4	2.1	0.5
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	13,428	1,764	97.4	1.5	1.1
6	Av. Enrique Olivares	8,215	1,124	98.3	1.3	0.4
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	13,645	1,742	97.0	1.2	1.8
8	Av. Belisario Domínguez	7,342	984	97.3	2.2	0.5

Fuente: Elaboración propia

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. 12 Proyección del TDPA por cada Movimiento en situación con proyecto

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2019	19,114	12,346	16,726	14,312	15,192	9,339	15,387	8,326
2020	19,783	12,778	17,311	14,813	15,724	9,666	15,926	8,617
2021	20,475	13,225	17,917	15,331	16,274	10,004	16,483	8,919
2022	21,192	13,688	18,544	15,868	16,844	10,354	17,060	9,231
2023	21,934	14,167	19,193	16,423	17,433	10,717	17,657	9,554
2024	22,701	14,663	19,865	16,998	18,043	11,092	18,275	9,889
2025	23,496	15,176	20,561	17,593	18,675	11,480	18,915	10,235
2026	24,318	15,708	21,280	18,209	19,328	11,882	19,577	10,593
2027	25,169	16,257	22,025	18,846	20,005	12,298	20,262	10,964
2028	26,050	16,826	22,796	19,506	20,705	12,728	20,971	11,347
2029	26,962	17,415	23,594	20,188	21,430	13,174	21,705	11,745
2030	27,906	18,025	24,419	20,895	22,180	13,635	22,465	12,156
2031	28,883	18,656	25,274	21,626	22,956	14,112	23,251	12,581
2032	29,893	19,309	26,159	22,383	23,760	14,606	24,065	13,021
2033	30,940	19,984	27,074	23,167	24,591	15,117	24,907	13,477
2034	32,023	20,684	28,022	23,978	25,452	15,646	25,779	13,949
2035	33,143	21,408	29,003	24,817	26,343	16,194	26,681	14,437
2036	34,303	22,157	30,018	25,685	27,265	16,760	27,615	14,942

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Año	Movimiento Relevante							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2037	35,504	22,933	31,068	26,584	28,219	17,347	28,581	15,465
2038	36,747	23,735	32,156	27,515	29,207	17,954	29,582	16,007
2039	38,033	24,566	33,281	28,478	30,229	18,583	30,617	16,567
2040	39,364	25,426	34,446	29,475	31,287	19,233	31,688	17,147
2041	40,742	26,316	35,652	30,506	32,382	19,906	32,798	17,747
2042	42,168	27,237	36,899	31,574	33,515	20,603	33,945	18,368
2043	43,644	28,190	38,191	32,679	34,688	21,324	35,134	19,011
2044	45,171	29,177	39,528	33,823	35,902	22,070	36,363	19,676
2045	46,752	30,198	40,911	35,007	37,159	22,843	37,636	20,365
2046	48,388	31,255	42,343	36,232	38,460	23,642	38,953	21,078
2047	50,082	32,349	43,825	37,500	39,806	24,470	40,317	21,816
2048	51,835	33,481	45,359	38,812	41,199	25,326	41,728	22,579
2049	53,649	34,653	46,946	40,171	42,641	26,213	43,188	23,369

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 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.

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 4.13 Comparación de costos generalizados de viaje en la situación sin proyecto al primer año de operación del proyecto (pesos 2019)

Tramo	Movimiento	Sin Proyecto		Con Proyecto	
		Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
1	Av. Aguascalientes y Las Américas	5.10	4.00	4.00	3.93
2	Av. Quinta Avenida	5.37	4.00	4.0	3.91
3	Av. Américas	5.37	4.42	4.0	3.91
4	Av. Aguascalientes Direccional	5.37	4.42	4.0	3.91
5	Av. Aguascalientes y Enrique Olivares	5.37	4.42	4.0	3.91
6	Av. Enrique Olivares	5.37	4.42	4.0	3.91
7	Av. Aguascalientes y Belisario Domínguez	5.37	4.42	4.0	3.91
8	Av. Belisario Domínguez	5.37	4.42	4.0	3.91

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 un ejercicio presupuestal, 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 \$474,137,931.03 que representa el monto SIN IVA.

Tabla 5.1 Monto total de inversión del proyecto (pesos de 2019)

Descripción	Importe
Preliminares	5,040,582.38
Pilotes de cimentación en estribos	1,413,304.14
Pilotes de cimentación en pilas centrales	2,258,143.71
Zapatatas de estribos	1,898,305.96
Zapatatas en zona de viaducto	47,129,325.20
Zapatatas en zona de dovelas metálicas	9,781,538.49
Pedestales en estribos	1,061,702.66
Columnas en zona de viaducto	27,080,852.56
Columnas en zona de dovelas metálicas	4,980,184.96
Corona y pantalla de estribos	385,679.47
Cabezales en zona de viaducto	69,503,444.21
Cabezales en zona de dovelas metálicos	6,438,438.70
Bancos de apoyo en estribos y zona de viaducto	8,065,475.19
Bancos de apoyo en viaducto y puente sobre rotonda	9,718,611.07
Trabes pretensadas	94,351,840.29
Diafragmas y trabes metálicas	81,238,379.40

Descripción	Importe
Losas para zona de viaducto y zona de dovelas metálicas	19,194,680.32
Juntas de calzada	10,139,985.82
Losas de acceso en rampas	4,270,620.54
Guarniciones y parapeto	19,523,756.28
Terracerías, pavimentos y muro mecánicamente estabilizado en rampas	21,366,678.36
Terracerías y pavimentos en vialidades a nivel	5,053,094.55
Mobiliario urbano	2,905,588.64
Señalamiento	6,502,219.99
Alumbrado público	11,547,045.25
Semaforización	2,571,425.00
Varios	717,027.89
	Subtotal 474,137,931.03
	IVA 75,862,068.97
	Total 550,000,000.00

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 (iii) 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.

Como se manifiesta en la descripción de las alternativas, el costo de los mantenimientos se ha considerado a una longitud de 1,000 m toda vez que se considera que las maniobras de desaceleración, cambio de carriles y aceleración se comienzan a realizar desde 500 m antes del cruce y 500 m posteriores al cruce del puente.

Tabla 5. 2 Costos de conservación y mantenimiento (Sin IVA pesos de 2019)

Año	Costos de mantenimiento
0	
1	1,576,100
2	1,576,100
3	1,576,100
4	6,676,100

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Año	Costos de mantenimiento
5	6,676,100
6	1,576,100
7	1,576,100
8	28,701,100
9	1,576,100
10	6,676,100
11	1,576,100
12	6,563,600
13	1,576,100
14	1,576,100
15	16,576,100
16	43,576,100
17	1,576,100
18	1,576,100
19	1,576,100
20	11,663,600
21	1,576,100
22	1,576,100
23	1,576,100
24	28,701,100
25	6,676,100
26	1,576,100
27	1,576,100
28	6,563,600
29	1,576,100
30	1,576,100

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 \$ 40,821.651 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 2019)

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 2019)

Parámetro	Unidad	Automóvil	Autobús	Camión
Utilización del vehículo				
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
Costos unitarios				
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
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 2019)

Indicador	Monto
Inversión social	474,137,931.03
Inversión privada con IVA	550,000,000.00
Valor Actual Neto (VAN)	861,387,889.53
Tasa Interna de Retorno (TIR)	22.87%
Tasa de rentabilidad inmediata (TRI)	20.24 %

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 2019)

Variación	Inversión (millones)	TIR (%)	VAN (miles pesos)	TRI (%)
1.4	663.79	17.67%	671,733	14.46%
1.3	616.38	18.71%	719,147	15.57%
1.2	568.97	19.90%	766,560	16.87%
1.1	521.55	21.26%	813,974	18.40%
1.0	474.14	22.87%	861,388	20.24%
0.9	426.72	24.78%	908,802	22.49%
0.8	379.31	27.12%	956,215	25.30%
0.7	331.90	30.03%	1,003,629	28.92%

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 174 % lo que representa una inversión de 1,335.2 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 40 % del considerado.

Tabla 5.7 Variación en la rentabilidad ante cambios en el flujo vehicular (pesos 2019)

Variación	TDPA Base	TIR (%)	VAN (miles pesos)	TRI (%)
1.4	155,039	29.57%	1,395,982.49	28.35%
1.3	143,965	27.95%	1,262,333.84	26.33%
1.2	132,890	26.29%	1,128,685.19	24.30%
1.1	121,816	24.60%	995,036.54	22.27%
1.0	110,742	22.87%	861,387.89	20.24%
0.9	99,668	21.10%	727,739.24	18.21%
0.8	88,594	19.28%	594,090.59	16.18%
0.7	77,519	17.39%	460,441.94	14.16%
0.6	66,445	15.43%	326,793.29	12.13%

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 181.6 %
Demanda (TDPA)	Decremento de 66 %

Fuente: Elaboración propia

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 66 % 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 181.6 % 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

Construcción de paso a desnivel superior Av.
Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la
Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes

Descripción	Impacto	Probabilidad	Medidas de Mitigación
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	respecto a lo programado a fin de evitar sobrecostos 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 Construcción de paso a desnivel superior Av. Aguascalientes- Av. Las Américas (Tramo de Av. Paseo de la Asunción a Av. Belisario Domínguez), Aguascalientes 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 Solminihac 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. Karamihias, University Of Michigan, 1998.