

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

Cuantificación y análisis de los costos y beneficios económicos del proyecto de infraestructura “Nodo vial Periférico – López Mateos”, y evaluación de sus indicadores de rentabilidad.

**Gobierno del
Estado de Jalisco
Secretaría de
Infraestructura y
obra Pública**

CONTENIDO

1.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	2
1.1.	Introducción y contextualización del proyecto.....	2
1.2.	Condiciones Actuales de la Oferta	5
1.3.	Condiciones actuales de la Demanda	9
1.4.	Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, interacción entre la oferta y la demanda	11
2.	SITUACIÓN SIN PROYECTO DE INVERSIÓN.....	12
2.1.	Optimizaciones.....	12
2.2.	Análisis de la Oferta en caso de que el proyecto no se lleve a cabo	12
2.3.	Análisis de la Demanda en caso de que el proyecto no se lleve a cabo.....	13
2.4.	Análisis de Alternativas	¡Error! Marcador no definido.
2.4.1.	Av. López Mateos con Av. Las Fuentes	¡Error! Marcador no definido.
2.4.2.	Av. López Mateos con Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante.....	18
2.4.3.	Av. López Mateos con Periférico Sur	20
3.	SITUACIÓN CON PROYECTO DE INVERSIÓN.....	30
4.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.....	36
4.1.	Identificación, cuantificación y valoración de los costos	37
4.2.	Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios.....	41
4.3.	Rentabilidad del Proyecto de Inversión	43
4.4.	Análisis de Sensibilidad.....	43
4.5.	Análisis de Riesgos.....	46
5.	CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS.....	47
5.1.	Beneficios anuales y totales	47
5.2.	Flujo de Beneficios.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3.	Relación Costo - Beneficio	¡Error! Marcador no definido.
6.	CONCLUSIONES.....	49

1. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO DE INVERSIÓN

1.1. Introducción y contextualización del proyecto

Las sociedades actuales están inmersas en una economía dinámica sujeta a cambios coyunturales que involucran la reestructuración de los elementos económicos, políticos y sociales que configuran la fisonomía urbana donde se desarrollan de manera cotidiana.

Dentro del ejercicio de sus atribuciones, el Ejecutivo Estatal ha planteado a través de distintas acciones, la modernización de la infraestructura estratégica para el desarrollo económico y social en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Estas acciones deben tener un carácter fundamentado, ser soluciones integrales y sustentables, con la finalidad de que su ejecución se refleje en beneficios económicos y sociales de carácter duradero.

En una sociedad en donde las tecnologías de comunicación están modificando el esquema laboral, el tiempo es un factor determinante para que todo agente económico pueda cumplir con sus objetivos de producción económica, eficiencia y satisfacción de las necesidades humanas. Además, la operación de los automotores en las infraestructuras disponibles debe darse de la manera más eficiente posible, buscando en todo momento implementar soluciones que permitan abatir costos.

La acción propuesta busca realizar mejoras en las condiciones de tránsito en el sur de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y disminuir los Costos Generalizados de Viaje (CGV) al intervenir una infraestructura estratégica para la articulación de los viajes en medios motorizados de la periferia hacia el centro de la ciudad y viceversa, como lo es el nodo Periférico López Mateos.

Por lo tanto, en el presente documento se evaluarán los impactos positivos que la **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga**, brindarán a la población, considerando las implicaciones viales actuales donde se tiene una infraestructura saturada a punto del colapso vial, situación que se pretende revertir a partir de la ejecución del proyecto de inversión.

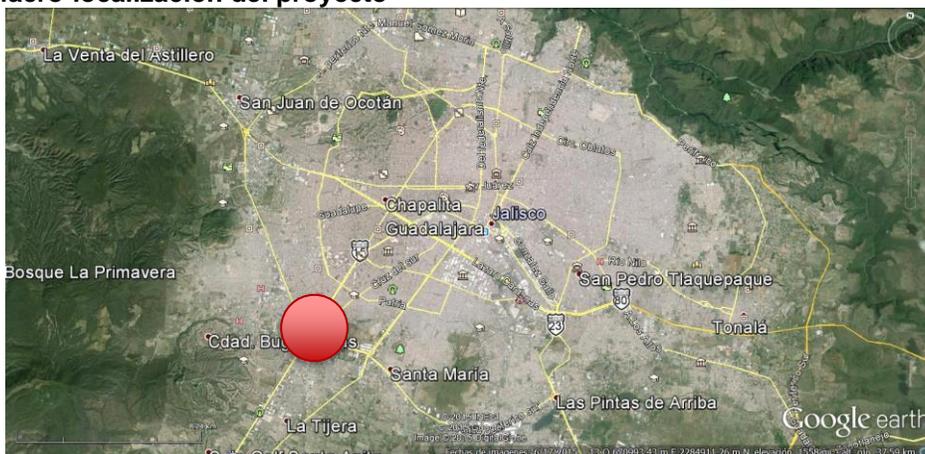
➤ **Ubicación física de la “Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga”**

El proyecto a inversión se localiza en la avenida Adolfo López Mateos Sur, en las inmediaciones de su cruce con el anillo Periférico Manuel Gómez Morín, en la ZMG, entre los límites de los municipios de Zapopan y Tlaquepaque. El proyecto se desarrolla en tres sitios que corresponden a los nodos viales de: 1.- López Mateos – Las Fuentes, 2.- Periférico – López Mateos, y 3.- López Mateos – Anastasio Bustamante – Emilio Portes Gil. En total, el sistema propone la ejecución de 2,271.63 metros lineales de túneles, de los cuales 550 son de 4 carriles y 1,721.63 son de 2 carriles; 4,023 metros lineales de puentes, de los cuales 220 son de dos carriles, 3,243 son de 3 carriles, y 560 de 4 carriles. De igual forma se contempla la adecuación geométrica de 2,170 metros lineales de laterales (dos carriles) sobre Av. López Mateos.

El centro del proyecto se encuentra localizado en las coordenadas gradiente decimal: **Latitud 20.614647°**, **Longitud -103.426890°**. Para una mayor referencia, consultar los mapas A-1, A-2 y A-3 del Anexo Gráfico del presente documento.

El proyecto a desarrollar se sitúa en un punto clave para el tránsito de personas y mercancías, tanto locales, que residen en la zona metropolitana, y de igual manera para el tránsito de paso o de transporte urbano. Es imperante recalcar que estamos en un punto en el que convergen 4 municipios (Guadalajara, Zapopán, Tlajomulco de Zúñiga y Tlaquepaque) justo en el punto en el que se pretende desarrollar el puente vehicular se realiza el cruce con periférico y Ave. López Mateos en su prolongación el sur-oeste.

Imagen 1.- Macro-localización del proyecto



CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

Mapa 1.- Localización del Proyecto de Inversión en el contexto del Área Metropolitana de Guadalajara

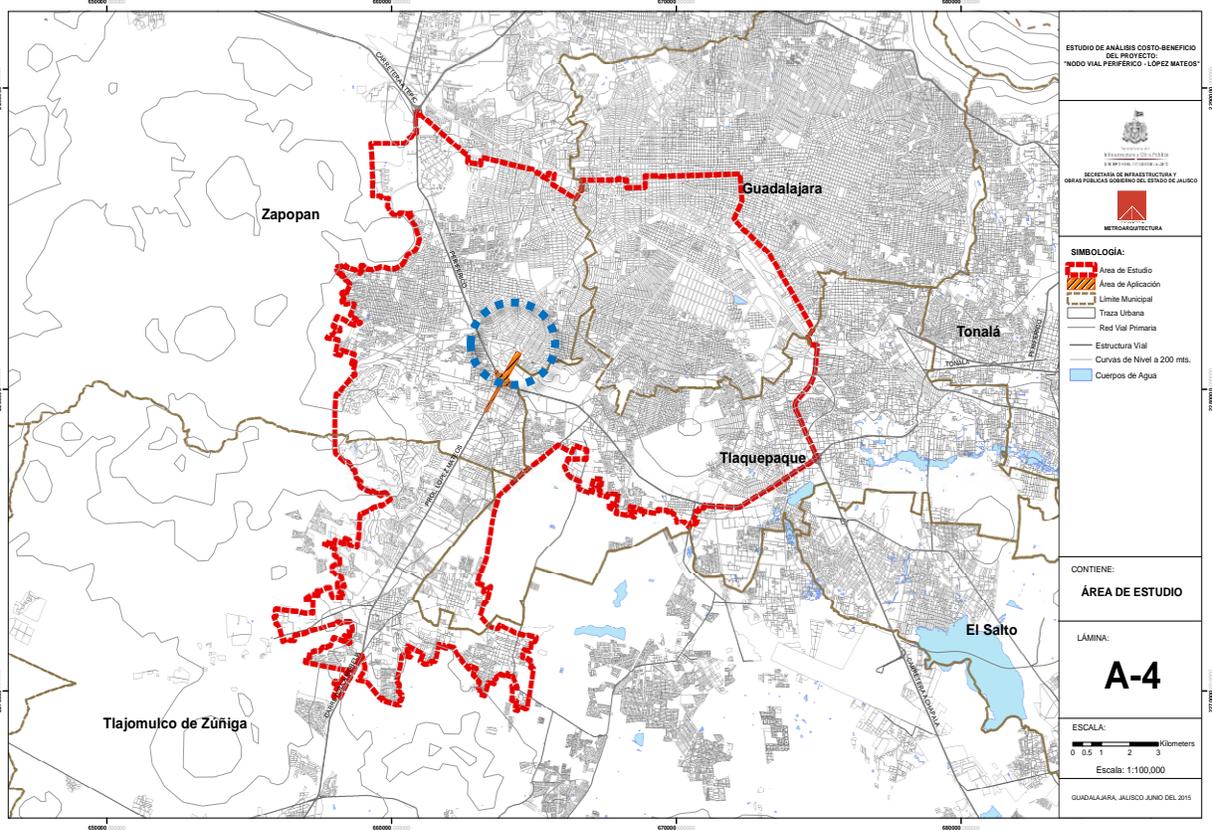


Imagen 2.- Planta de Conjunto del Proyecto, Nodo "López Mateos – Las Fuentes"

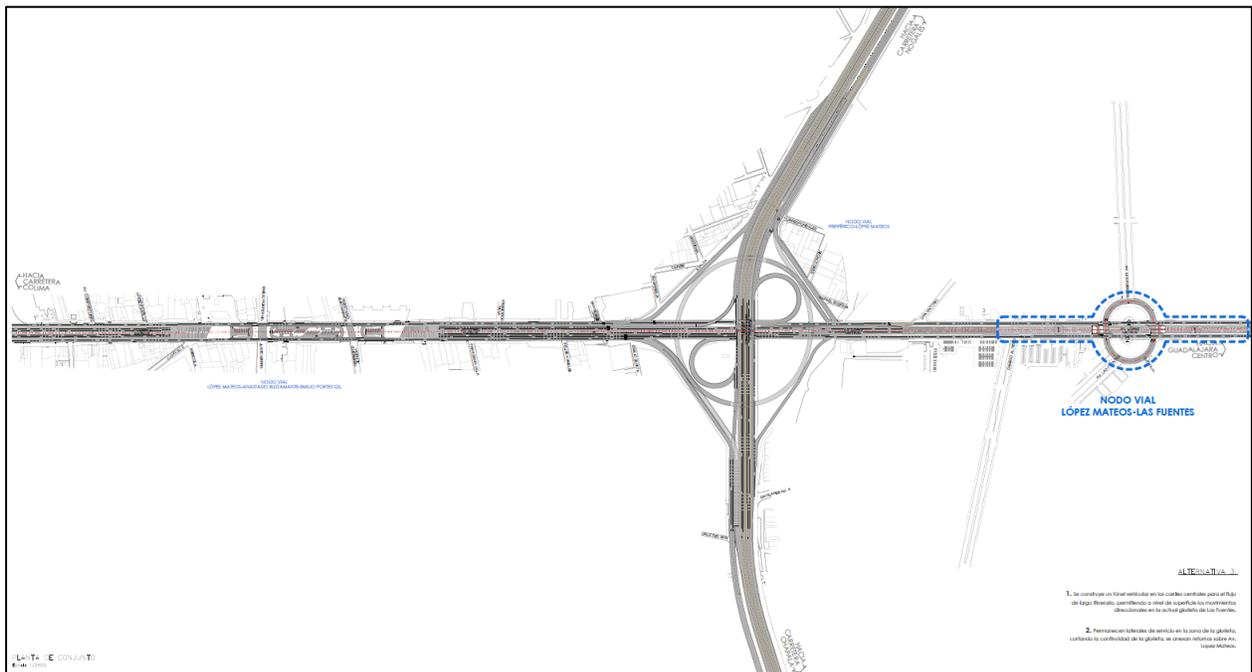


Imagen 3.- Planta de Conjunto del Proyecto, Nodo “Periférico – López Mateos”

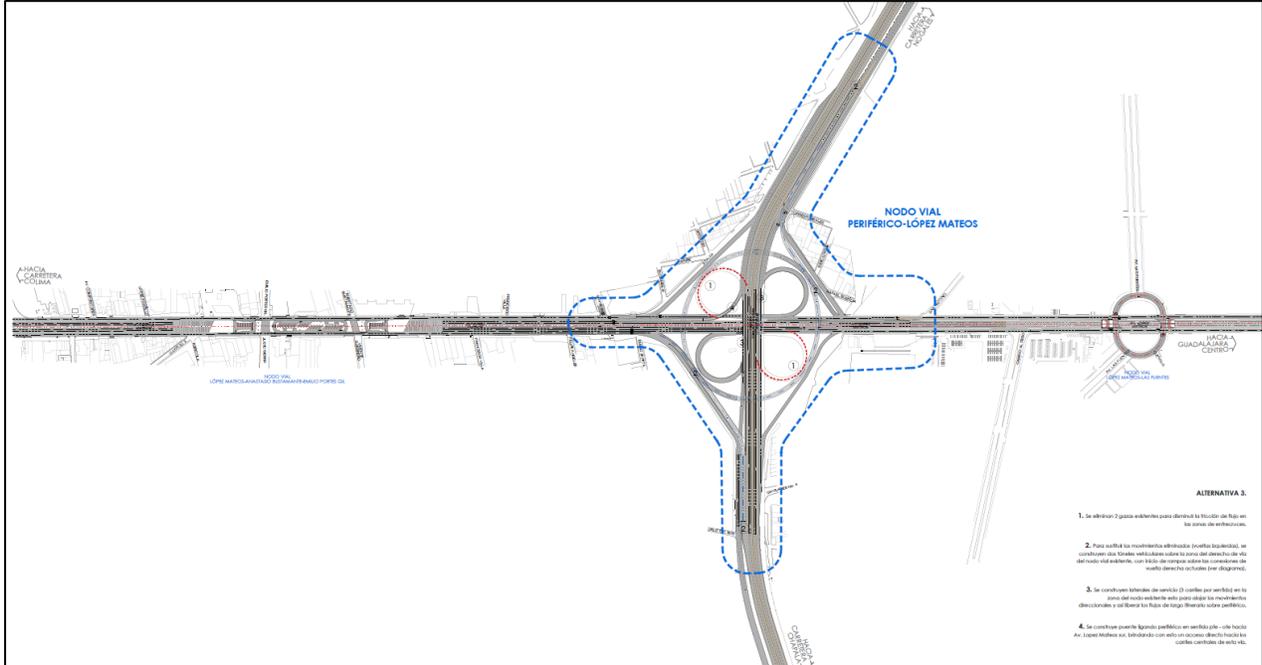
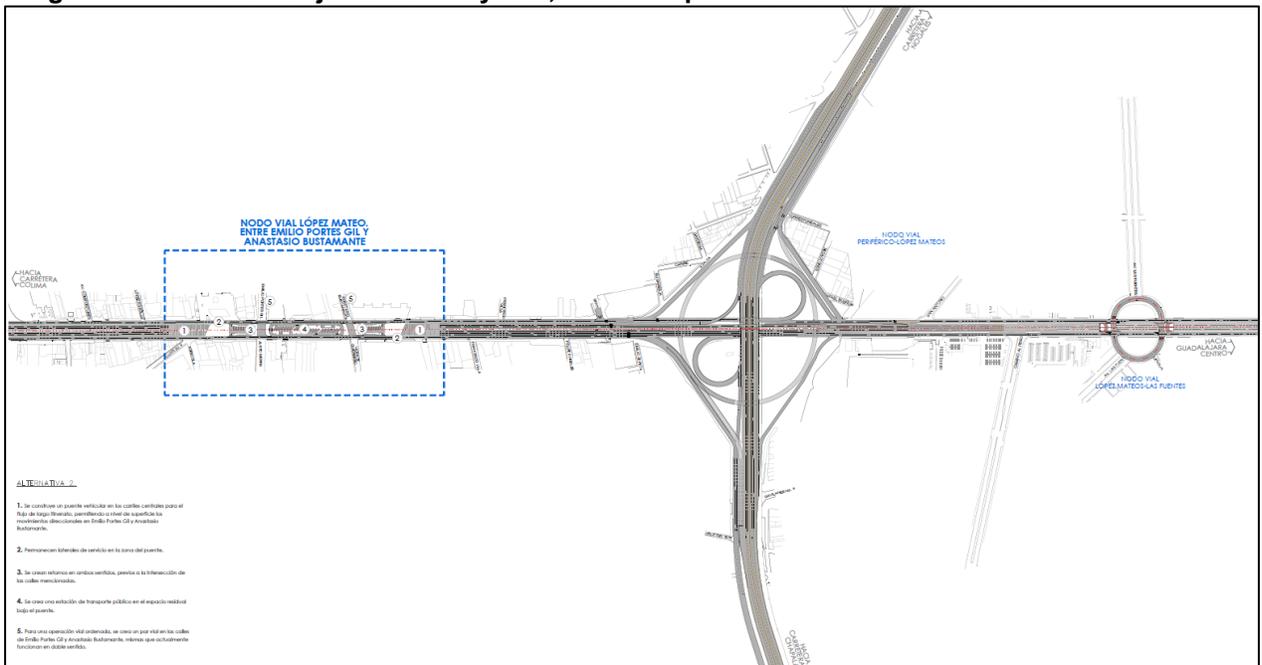


Imagen 4.- Planta de Conjunto del Proyecto, Nodo “López Mateos – Emilio Portes Gil”



1.2. Condiciones Actuales de la Oferta

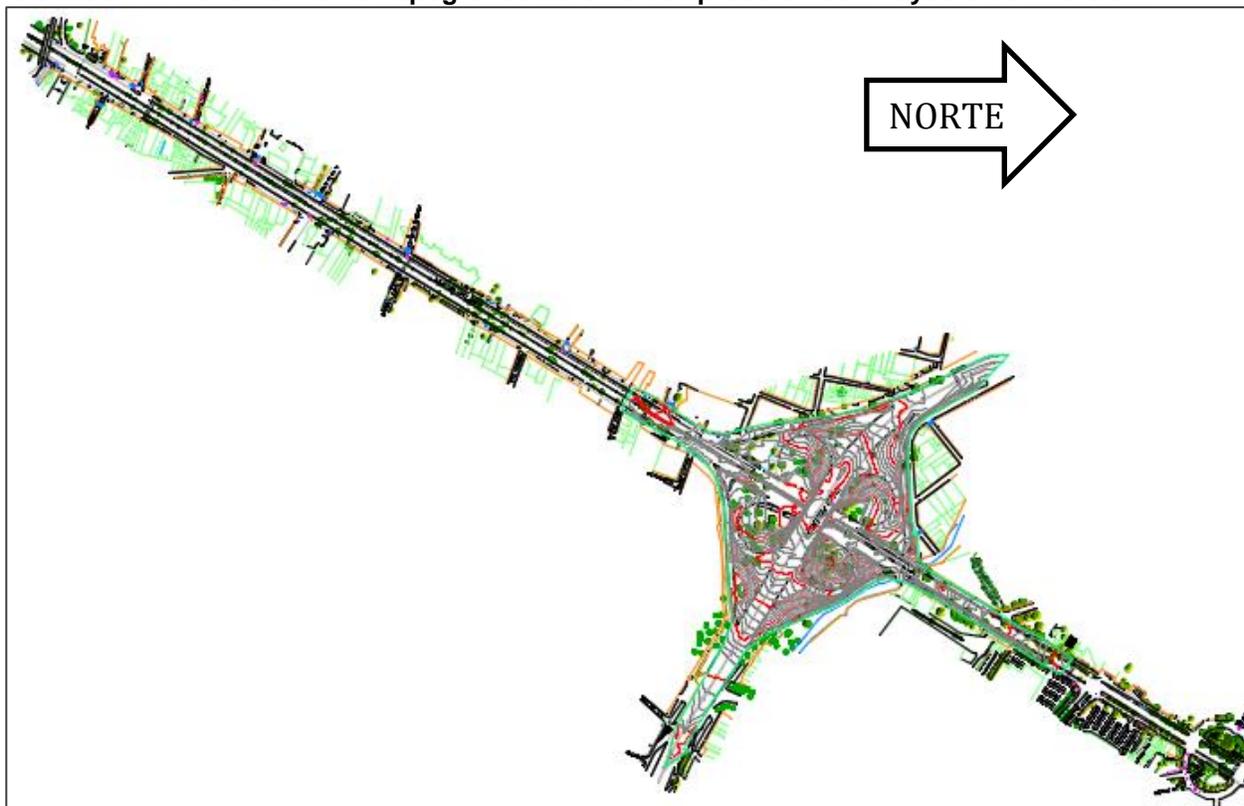
El sistema está compuesto por una red de vialidades locales, distribuidoras, principales y regionales. Mismas que se estudian a profundidad en el Estudio de Impacto al Tráfico, y que a continuación se enlistan:

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

- Justo Sierra, con secciones totales en sus diferentes tramos de 21.60, 22.30, 23.90, 12.00, 12.30 y 8.00 metros.
- Vicente Guerrero, con una sección total de 16.50, 17.00 y 18.70 metros en sus diferentes tramos.
- Santa Ana, con una sección total de 25.90 metros
- Francisco Villa, con secciones totales en sus diferentes tramos de 16.10, 14.90 y 20.90 metros
- Felipe Ángeles, con una sección total de 12.70 metros
- Emiliano Zapata, con secciones totales en sus diferentes tramos de 13.40 metros
- Prolongación La Calma, con secciones totales en sus diferentes tramos de 10.50 y 15.10 metros.
- Calle Sonora, con una sección total de 9.70 metros
- Camino al ITESO, cuenta con una sección total de 20.70 metros
- Sierra de Mazamitla, con secciones totales en sus diferentes tramos de 24.30. 21.90 metros
- Av. de las Fuentes, con secciones totales en sus diferentes tramos de 21.40, 21.80 y 16.30 metros

Los datos anteriores se identifican a partir del Levantamiento Topográfico de la zona de aplicación del proyecto de Inversión.

Ilustración 1.- Levantamiento Topográfico del sitio de aplicación del Proyecto de Inversión.

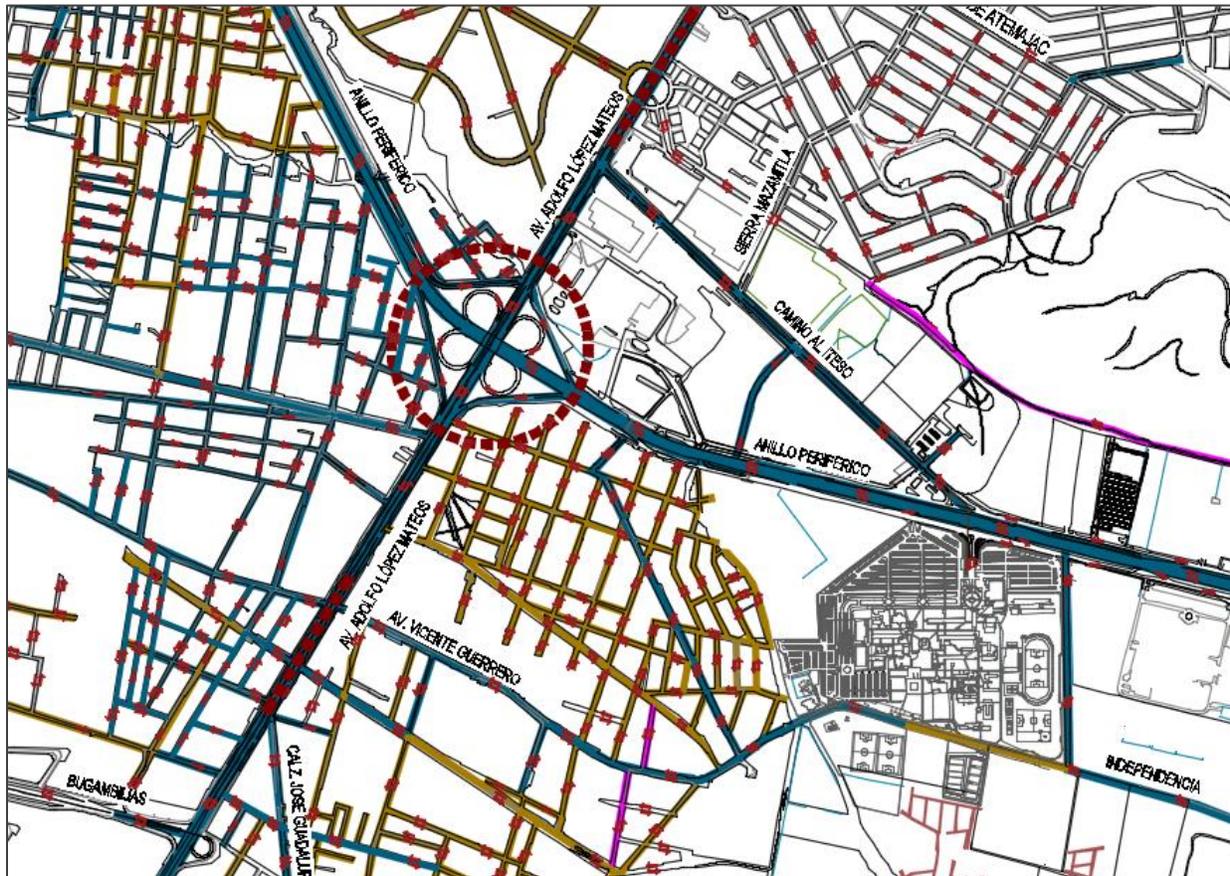


Fuente: Estudios de Ingeniería, Metroarquitectura.

En cuanto a sentidos de circulación tenemos que todas se encuentran bien definidas, sobre todo la zona norte tomando como eje Periférico, ya que hacia el sur pudimos observar que aunque se cuente con sentidos de circulación definidos e incluso algunos con señalamiento no se respetan, ya que también encontramos durante nuestra visita de campo a la zona de estudio, a algunos automovilistas circulando en sentido contrario.

En cuanto a superficies de rodamiento tenemos que Anillo Periférico y Av. López Mateos cuentan con una superficie tipo asfalto, el cuadrante nor-poniente cuenta con superficies tipo empedrado, al sur de camino al ITESO encontramos superficies en concreto hidráulico, y hacia el sur de Periférico tenemos superficies tipo asfalto, empedrado e incluso algunas en terracería.¹

Ilustración 2.- Gráfico que muestra los sentidos de circulación y superficies de rodamiento dentro del área de estudio.

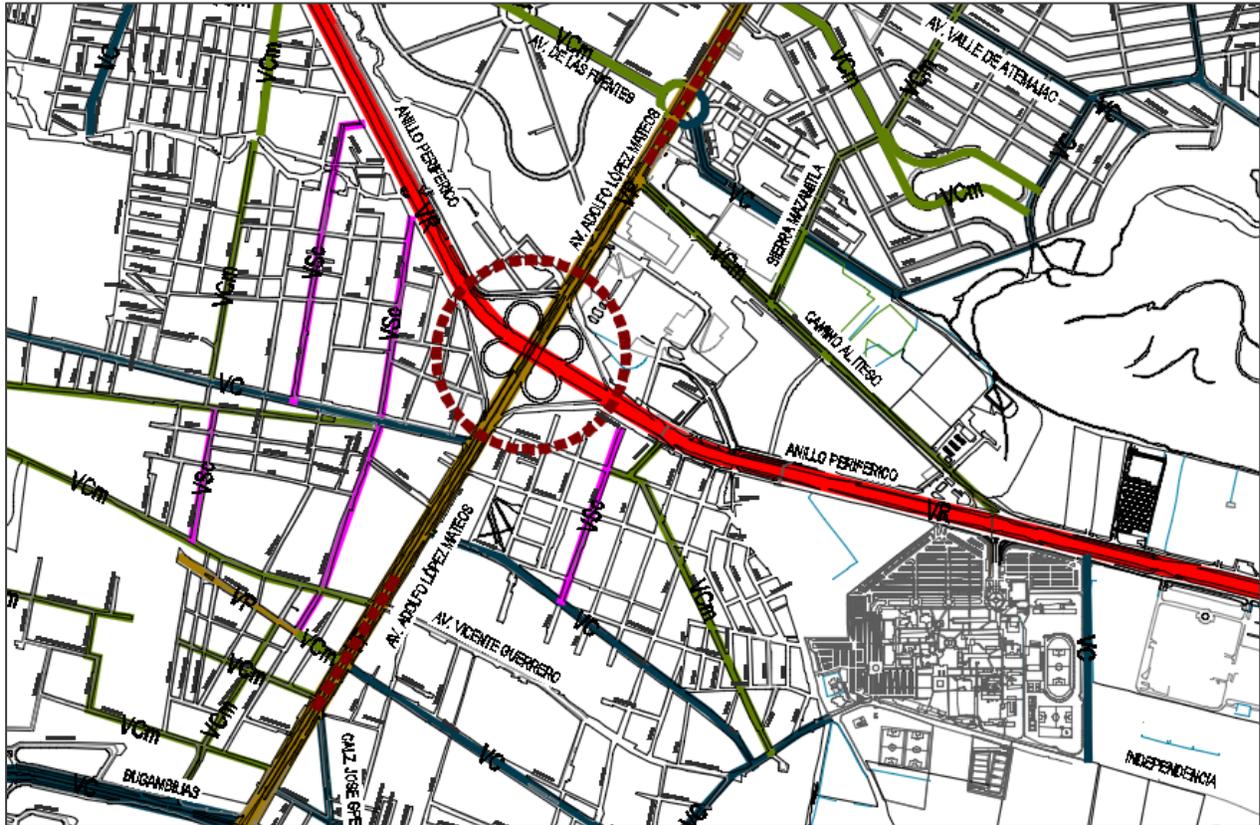


Fuente: Estudios de Ingeniería, Metroarquitectura.

¹ Ver detalle en Estudio de Ingeniería Vial

La jerarquía de mayor vialidad es evidentemente el Periférico Sur (Vialidad Regional, VR), seguida de la Av. López Mateos (Vialidad Principal, VP); y distintas calles secundarias de nivel Colectora, Colectora Menor y Subcolectora.

Ilustración 3.- Gráfico que muestra la jerarquía vial en el área de aplicación del proyecto



Fuente: Estudios de Ingeniería, Metroarquitectura.

El actual nodo vial consiste en una infraestructura tipo “trébol” que distribuye los flujos vehiculares entre las dos vialidades, en todos sus sentidos. Los principales elementos que lo componen son un puente vehicular con sección total de 36.00 metros en Periférico Sur, cuatro rampas de incorporación y desincorporación del puente vehicular para canalizar los flujos vehiculares con movimiento de vuelta izquierda, así como gazas para las vueltas a la izquierda.

Imagen 5.- Imagen satelital del entorno inmediato al nodo vial Periférico Sur - López Mateos.



Fuente: Google Earth, 2009

1.3. Condiciones actuales de la Demanda

Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. El análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el Nivel de eficiencia de la operación.

El flujo vehicular se ve influenciado por la capacidad y niveles de servicio que involucran al tipo de vehículo y a la distribución de los vehículos entre carriles y por sentido. La presencia de vehículos pesados, esto es, vehículos distintos a los automóviles (que comprenden no solo a los automóviles, sino también a las pick-ups, las furgonetas, las vans) los flujos de tránsito afectan al número de vehículos que pueden ser servidos por la vía²; siendo esta una de las causas para el desarrollo del proyecto de *“SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA”*. Se muestra a continuación el flujo actual que tiene la zona vial mencionada, para lo cual se dividió en tres tipos:

² Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad

Tipo A: Automóviles particulares / vehículos ligeros

Tipo B: Transporte Público de pasajeros

Tipo C: Vehículos de carga

Para hacer un análisis completo se observó el flujo continuo de vehículos por un ciclo de 24 horas, para establecer los patrones de tránsito durante el ciclo, obteniendo como resultado lo siguiente:

✓ **Horario matutino 07:00 a 10:00 horas.**

Volumen total en el sistema durante las 3 horas de aforo: 148,411 veh.

Hora de Máxima Demanda (HMD): 08:00 – 09:00 horas.

Volumen en Hora de Máxima Demanda (VHMD): 52,675 vph.

Porcentaje por clasificación vehicular: 91.1% tipo “A”, 3.4% tipo “B”, 5.5% tipo “C”.

✓ **Horario vespertino 12:00 a 15:00 horas.**

Volumen total en el sistema durante las 3 horas de aforo: 151,846 veh.

Hora de Máxima Demanda (HMD): 14:00 – 15:00 horas.

Volumen en Hora de Máxima Demanda (VHMD): 51,984 vph.

Porcentaje por clasificación vehicular: 91% tipo “A”, 2% tipo “B”, 7% tipo “C”.

✓ **Horario nocturno 18:00 a 20:00 horas.**

Volumen total en el sistema durante las 3 horas de aforo: 109,551 veh.

Hora de Máxima Demanda (HMD): 18:30 – 19:30 horas.

Volumen en Hora de Máxima Demanda (VHMD): 56,357 vph.

Porcentaje por clasificación vehicular: 93% tipo “A”, 3% tipo “B”, 4% tipo “C”.

Los principales horarios de afluencia son por las mañanas de 8 a 9am y por las tardes de las 18:30 a 19:30, en donde el flujo vehicular es principalmente de “tipo A”, sin embargo, la aglomeración de vehículos de carga “tipo C”, son un factor de desestabilización para el flujo vehicular, considerando que en muchos casos, cuando esos vehículos no pueden alcanzar y mantener la velocidad desarrollada por los automóviles, se forman largos espacios en la corriente vehicular que difícilmente pueden ser cubiertos mediante las maniobras de sobrepaso, produciéndose en consecuencia una deficiente utilización del camino.

1.4. Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, interacción entre la oferta y la demanda

Tanto el anillo Periférico como la Av. Adolfo López Mateos son dos de las vialidades más importantes del Área Metropolitana de Guadalajara. Estas presentan de manera cotidiana una elevada carga vehicular, al ser vías de articulación de una importante proporción de los viajes en transporte público y privado que se realizan en la ciudad. El nodo vial que articula estas dos vías, que se encuentra en los límites entre los municipios de Tlaquepaque y Zapopan, presenta un volumen en hora de máxima demanda de 56 mil 357 vehículos en circulación; en su mayoría (97%) vehículos del tipo "A", automóviles particulares y vehículos ligeros.

Estas cifras son un claro indicador de la saturación de la infraestructura por encima de las capacidades para las que fue originalmente concebida. El aumento sostenido en el parque vehicular que ha ocurrido en el Área Metropolitana de Guadalajara durante las últimas dos décadas, potenciado por el grave fenómeno de dispersión urbana hacia los municipios del sur de la ciudad, ha resultado en el agravamiento de los indicadores de congestión del tráfico motorizado, especialmente en estas dos vialidades.

Las consecuencias negativas de este proceso son del tipo económicas, sociales y ambientales. En el renglón económico se encuentra asociada una pérdida de productividad debido a costos excesivos en combustibles y horas-hombre perdidas, además de las pérdidas por los accidentes vehiculares que ocurren diariamente. Lo anterior repercute ambientalmente en una mayor cantidad de gases de efecto invernadero emitidas por el parque vehicular en circulación. En el renglón social, es pertinente recalcar las altas tasas de accidentalidad que se han identificado en estas dos vialidades en lo general, y en el nodo Periférico – López Mateos, en particular; esto de acuerdo con la Secretaría de Movilidad del Gobierno del Estado de Jalisco.

De manera puntual, la problemática particular que de manera más intensa se observa en el nodo vial en referencia consiste en la saturación de las gasas de incorporación de Av. López Mateos hacia periférico en los sentidos de sur a poniente y de norte a oriente. Esta intensidad de flujo se explica por la alta concentración de viajes motorizados que proceden de los fraccionamientos localizados al sur de la ciudad, que transitan hacia las zonas poniente, centro y norte de la ciudad, donde se localizan una alta concentración de actividades económicas y servicios. La problemática vial detectada plantea la necesidad de extender las distancias

existentes para las incorporaciones referidas y mejorar su geometría para que estas puedan realizarse de manera segura y tengan la capacidad de movilizar al creciente flujo vial observado.

Actualmente no es posible obtener resultados que puedan mitigar la situación existente implementando acciones de optimización, dado que existen limitaciones en cuanto al derecho de vía y geometría vial existente, además, no existen vías alternas que puedan habilitarse de manera efectiva con una baja inversión para lograr atraer parte de los flujos vehiculares y liberar el nodo vial en referencia. Por lo que el proyecto es de suma importancia para que la zona pueda descongestionarse en su flujo diario generando beneficios cuantificables como lo son: la reducción de CO₂, ahorro de combustible, mejora en los tiempos de traslado, entre otras.

2. SITUACIÓN SIN PROYECTO DE INVERSIÓN

2.1. Optimizaciones

En caso de no realizar el proyecto el Gobierno del Estado de Jalisco continuará con las obras de conservación periódica de la vía, incluyendo el mantenimiento del señalamiento vertical y horizontal. El nodo vial Periférico – López Mateos constituye por mucho el punto de mayor congestión vehicular, esta área de impacto del proyecto ya ha sido liberado de cruces semaforizados, por lo que no se detectaron acciones de optimización de fases en dispositivos de tránsito que puedan ayudar a mejorar la operatividad de manera significativa. Es preciso mencionar que en años anteriores ya han sido realizadas las acciones de mejoramiento y optimización como canalización de carriles, equilibrio de carriles, mejoramiento de superficies de rodamiento, eliminación de cruces semaforizados, y otras acciones que han logrado mantener la operatividad del nodo Periférico – López Mateos, por lo que el efecto de una optimización por esta vía será marginal para los usuarios toda vez que como se refiere, las acciones factibles de optimización ya han sido llevadas a cabo.

2.2. Análisis de la Oferta en caso de que el proyecto no se lleve a cabo

En caso de no realizar el proyecto la oferta conservaría sus condiciones actuales. Dado que el sistema vial en cuestión funciona ya con especificaciones de vialidad de acceso controlado, con

la posibilidad de ofrecer condiciones de flujo continuo al tránsito vehicular, no es posible implementar cambios en la oferta que logren ofrecer al usuario una mejora en la operatividad.

En caso de no llevarse a cabo ningún proyecto, y teniendo en cuenta el crecimiento tendencial del flujo vehicular de acuerdo con las tasas establecidas en la Tabla 1, el sistema vial que comprende el área de aplicación del proyecto de inversión se acercaría rápidamente a la saturación total, y no tendría capacidad de atender a mayores flujos vehiculares.

2.3. Análisis de la Demanda en caso de que el proyecto no se lleve a cabo

El modelo de crecimiento para el presente estudio se construyó a partir del comportamiento histórico del crecimiento del parque vehicular en la Zona Metropolitana de Guadalajara (tasa de motorización) considerando como periodos históricos los quinquenios existentes entre los años 1990 a 2010 y su proyección tendencial para los quinquenios 2010-2015, 2015-2020 y la década de 2020-2030. Por su parte, la prospectiva de crecimiento del tránsito vehicular para el periodo 2015-2030, se basa en la hipótesis de que la caída de las tasas de crecimiento media anual continuara en decrecimiento en el país y en el estado de Jalisco; aunado a las políticas públicas dirigidas a una movilidad urbana sustentable que se estiman tendrán como efectos positivos el mantener la disminución de las tasas de motorización.

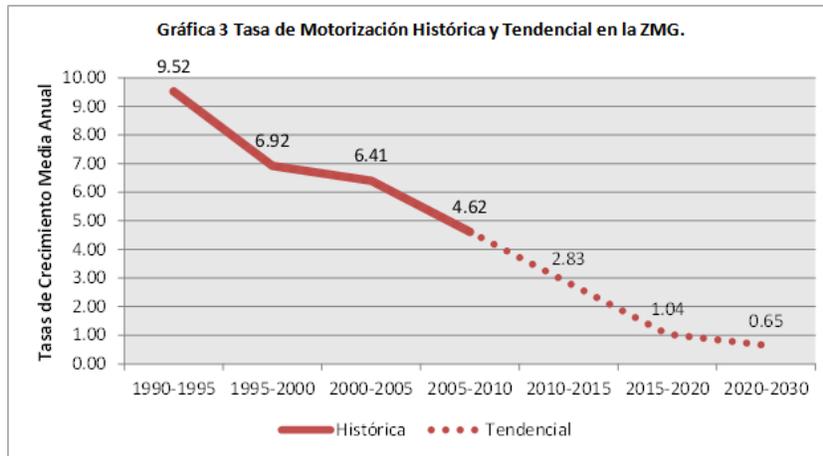
Tabla 1.- Tabla de crecimiento media anual

Períodos de Análisis	Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA)	
	Histórica	Tendencial
1990-1995	9.52	
1995-2000	6.92	
2000-2005	6.41	
2005-2010	4.62	
2010-2015		2.83
2015-2020		1.04
2020-2030		0.65

Fuente: Elaboración propia con base en registro histórico de vehículos, Secretaría de Finanzas del Estado de Jalisco (2011)

A partir de los patrones de urbanización que ocurren en el Área Metropolitana de Guadalajara, es previsible que la demanda vehicular aumente; sin embargo, al no existir mayor capacidad en el nodo vial, estos flujos vehiculares deberán transitar por otras vías que se encuentran fuera del área de impacto directa del proyecto.

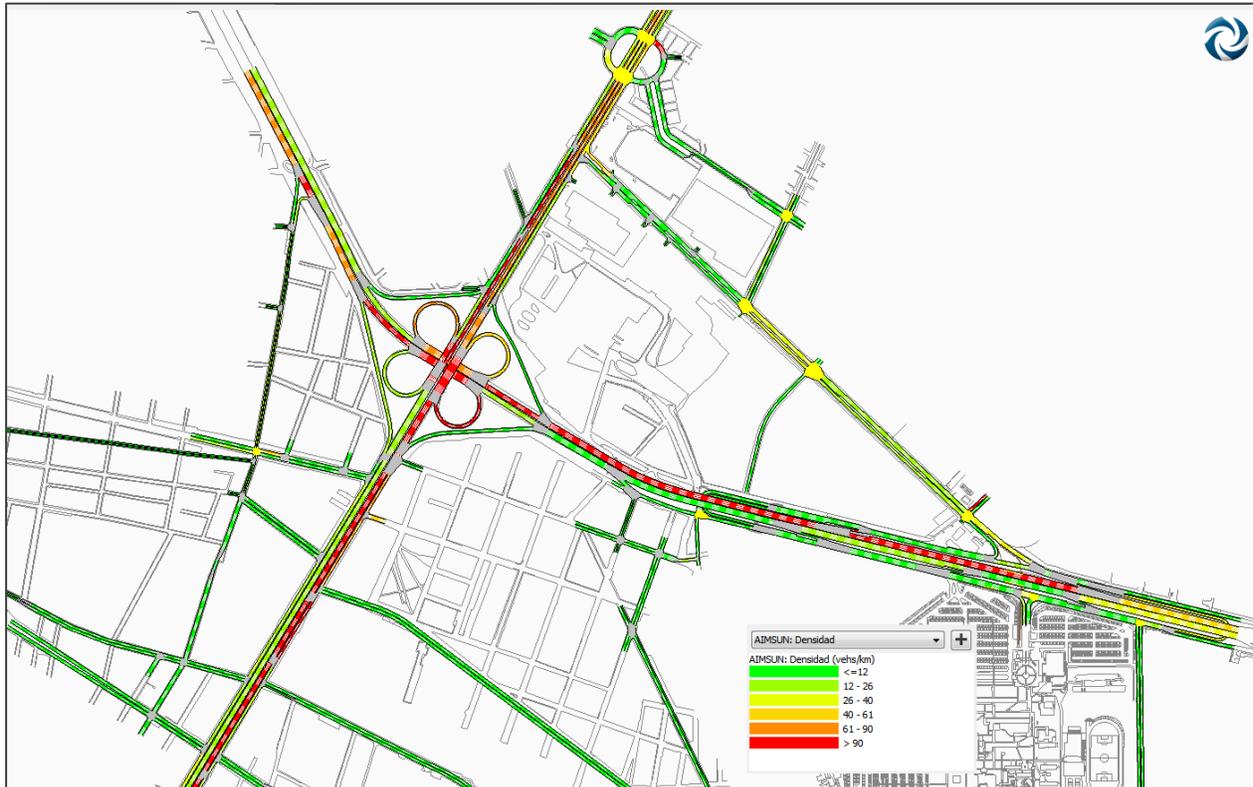
Gráfica 1.- Gráfico que muestra la tasa de motorización histórica y tendencial en el AMG



Fuente: Elaboración propia con base en registro histórico de vehículos, Secretaría de Finanzas del Estado de Jalisco (2011).

La situación sin el proyecto de intervención arroja los siguientes resultados en cuanto a la evaluación de tránsito, donde podemos observar que Anillo Periférico y Av. López Mateos se encuentran en niveles que llegan hasta un nivel “F” tanto en los tramos como en los nodos del sistema.

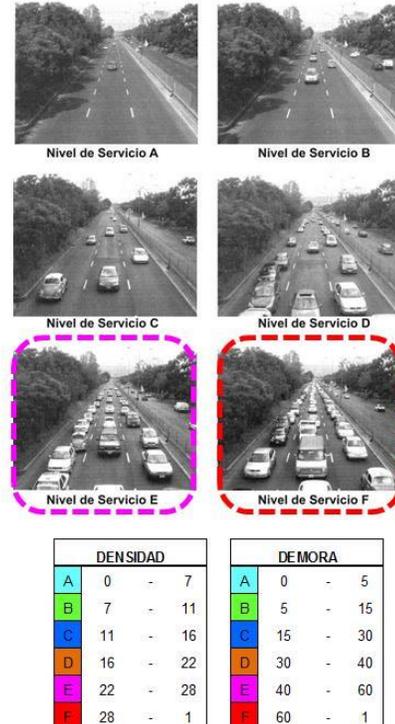
Ilustración 4 Temático que muestra el tiempo de retardo en el tramo en estudio.



Como se menciona, la situación sin proyecto de intervención indica actualmente niveles de servicio **E** y **F**. La proyección a futuro de los mismos indica que ya no es posible distribuir mayor flujo vehicular a través de esta infraestructura, por lo que el crecimiento previsto tenderá a saturar otras vialidades fuera del sistema que se evalúa.

Ilustración 5 Tabla paramétrica resultante de la simulación en estado actual

PARAMETROS	SITUACIÓN ACTUAL	
	N/S	
Vehiculos por Hora	22,185	
Densidad veh/km	24.5	
Velocidad km/h	31.79	
Tiempo de Viaje/sg	141.8	
Tiempo de Demora/sg	77.01	
Tiempo de Parada/sg	70.59	
Numero de Paradas veh/km	2.56	
Consumo de Gasolina/litros	6679.72	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	24.50	E
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	77.01	F



3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

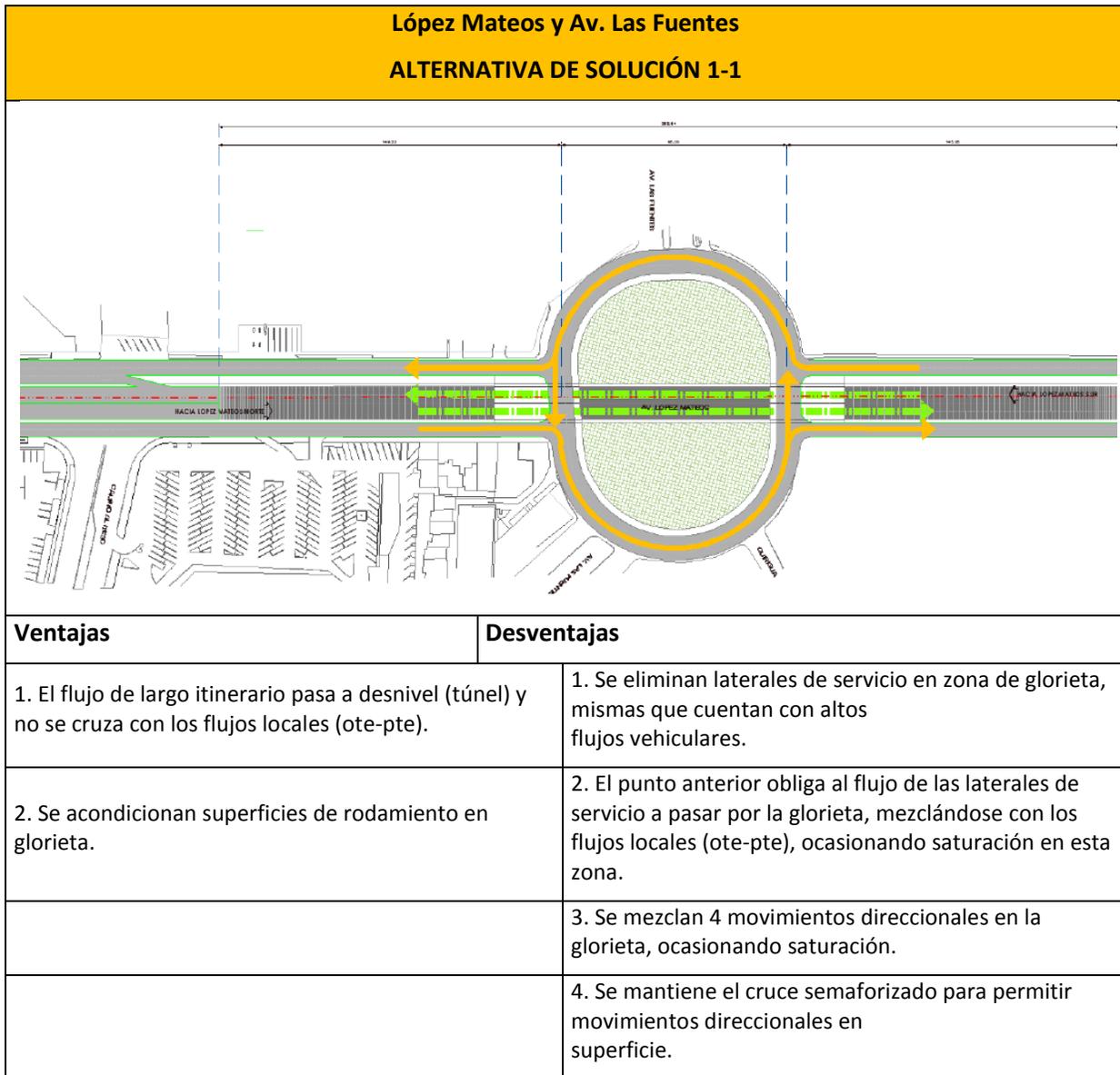
La complejidad del proyecto planteado obliga al estudio pormenorizado de las alternativas posibles de solución. En un primer acercamiento se analiza cada uno de los tres nodos que componen el proyecto para comparar las ventajas y desventajas de tres alternativas distintas, lo que da por resultado una combinación de nueve distintas posibilidades.

3.1. Av. López Mateos con Av. Las Fuentes

Con base en el diagnóstico vial se establecieron tres alternativas de solución para el cruce de Av. López Mateos con Av. de Las Fuentes, resultando la tercera alternativa la mejor evaluada para lograr los objetivos del proyecto. A continuación se describen y analizan las referidas alternativas.

Alternativa de Solución 1-1

- Contempla la construcción de un túnel vehicular en los carriles centrales para el flujo de largo itinerario, permitiendo a nivel de superficie los movimientos direccionales en la actual glorieta de Las Fuentes.
- Se eliminan laterales de servicio en la zona de la glorieta, obligando al flujo que circula por estas laterales a tomar la glorieta.

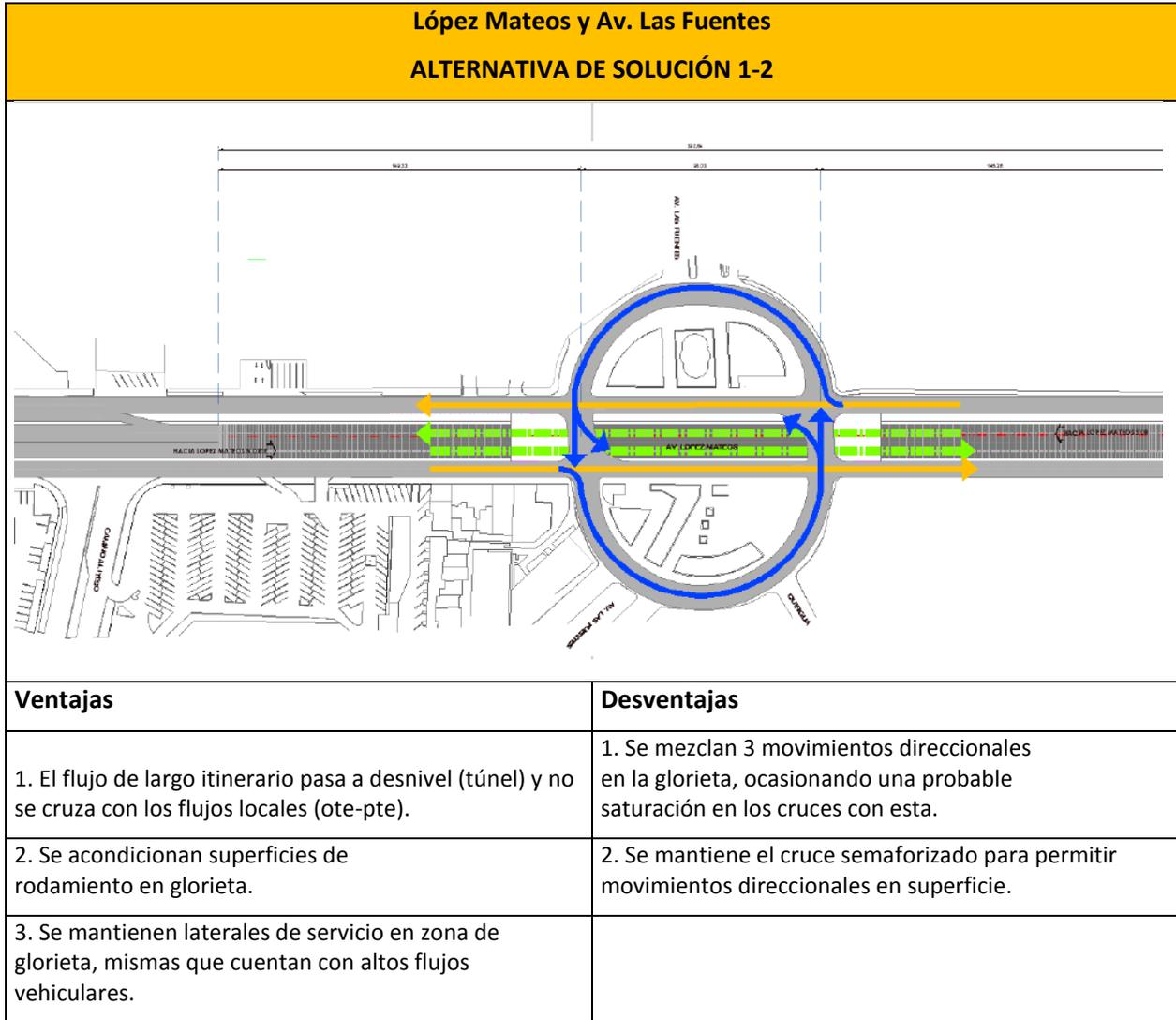


Alternativa de Solución 1-2

- Se construye un túnel vehicular en los carriles centrales para el flujo de largo itinerario, permitiendo a nivel de superficie los movimientos direccionales en la actual glorieta de Las Fuentes.

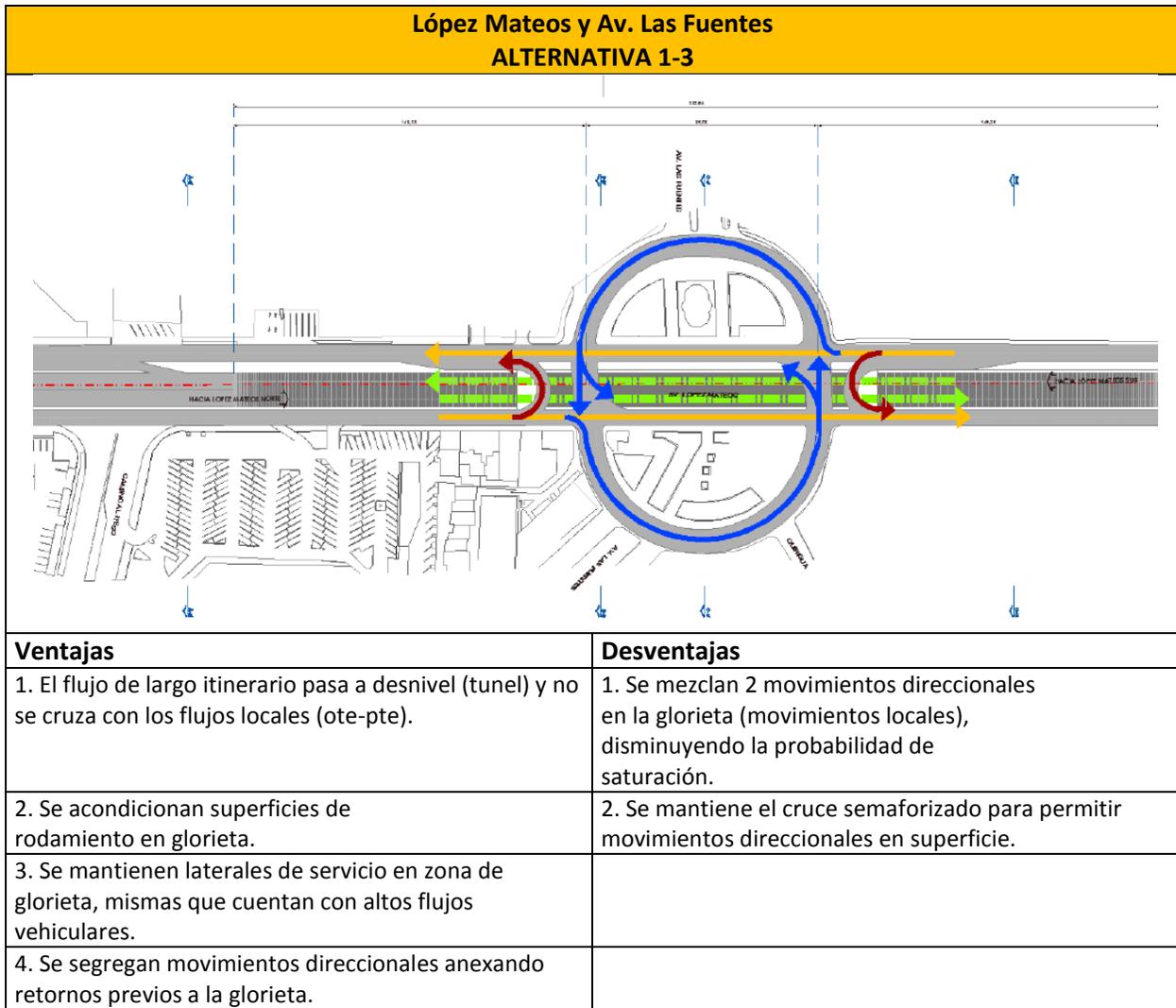
CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

- Permanecen laterales de servicio en la zona de la glorieta, cortando la continuidad de la glorieta.



Alternativa de Solución 1-3

- Se construye un túnel vehicular en los carriles centrales para el flujo de largo itinerario, permitiendo a nivel de superficie los movimientos direccionales en la actual glorieta de Las Fuentes.
- Permanecen laterales de servicio en la zona de la glorieta, cortando la continuidad de la glorieta, se anexan retornos sobre Av. López Mateos.



3.2. Av. López Mateos con Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante

Con base en el diagnóstico vial se establecieron dos alternativas para el cruce de Av. López Mateos con Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante, de estas dos propuestas se realizó un comparativo, arrojando mayores beneficios la Alternativa 2, en este caso, el punto decisivo fue la facilidad de construcción y la disminución de obras inducidas con la construcción del puente, a continuación se presenta dicho comparativo.

Alternativa de Solución 2-1

- Se construye un túnel vehicular en los carriles centrales para el flujo de largo itinerario, permitiendo a nivel de superficie los movimientos direccionales en Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante.
- Permanecen laterales de servicio en la zona del túnel.

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

- Se crean retornos en ambos sentidos, previos a la intersección de las calles mencionadas.
- Se crea una estación de transporte público en el espacio residual sobre el túnel.
- Para una operación vial ordenada, se crea un par vial en las calles de Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante, mismas que actualmente funcionan en doble sentido.

López Mateos con Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante ALTERNATIVA 2-1	
Ventajas	Desventajas
1. El flujo de largo itinerario pasa a desnivel (túnel) y no se cruza con los flujos locales (ote-pte).	Se crea un cruce semaforizado para permitir movimientos direccionales en las calles de Anastasio Bustamante y Emilio Portes Gil.
2. Se mantienen laterales de servicio en zona de cruces, mismas que cuentan con altos flujos vehiculares.	
3. Se segregan movimientos direccionales anexando retornos previos a las vialidades de cruce.	
4. Se ordena la operación vial mediante la creación de un par vial en las calles de Anastasio Bustamante y Emilio Portes Gil	
5. Se crea estación de transporte público en el espacio residual del túnel.	

Alternativa de Solución 2-2

- Se construye un puente vehicular en los carriles centrales para el flujo de largo itinerario, permitiendo a nivel de superficie los movimientos direccionales en Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante.
- Permanecen laterales de servicio en la zona del puente.

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

- Se crean retornos en ambos sentidos, previos a la intersección de las calles mencionadas.
- Se crea una estación de transporte público en el espacio residual bajo el puente.
- Para una operación vial ordenada, se crea un par vial en las calles de Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante, mismas que actualmente funcionan en doble sentido.

López Mateos con Emilio Portes Gil y Anastasio Bustamante ALTERNATIVA 2-2	
Ventajas	Desventajas
1. El flujo de largo itinerario pasa a desnivel (túnel) y no se cruza con los flujos locales (ote-pte).	Se crea un cruce semaforizado para permitir movimientos direccionales en las calles de Anastasio Bustamante y Emilio Portes Gil.
2. Se mantienen laterales de servicio en zona de cruces, mismas que cuentan con altos flujos vehiculares.	
3. Se segregan movimientos direccionales anexando retornos previos a las vialidades de cruce.	
4. Se ordena la operación vial mediante la creación de un par vial en las calles de Anastasio Bustamante y Emilio Portes Gil	
5. Se crea estación de transporte público en el espacio residual del túnel.	

3.3. Av. López Mateos con Periférico Sur

Para la intersección de Av. López Mateos con Periférico Sur se cuenta con 3 alternativas de solución, mismas que se describen a continuación:

Alternativa de Solución 3-1

- Se eliminan 2 gazas existentes para disminuir la fricción de flujo en las zonas de entrecruces.

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

- Para sustituir los movimientos eliminados (vueltas izquierdas), se construyen dos túneles vehiculares con inicio de rampas sobre Av. López Mateos con final en Periférico en ambos sentidos.
- Se construyen laterales de servicio (3 carriles por sentido) en la zona del nodo existente esto para alojar los movimientos direccionales y así liberar los flujos de largo itinerario sobre periférico.
- Se construye puente ligando periférico en sentido pte – ote hacia Av. Lopez Mateos sur, brindando con esto un acceso directo hacia los carriles centrales de esta vía.

López Mateos con Periférico Sur ALTERNATIVA 3-1	
	
Ventajas	Desventajas
1. Reacomodo de los flujos viales, favoreciendo con esto una ordenada operación.	1. Para lograr el espacio suficiente para alojar las estructuras de los túneles sobre López Mateos, es necesario mover toda la infraestructura actual, por lo cual se eleva el costo de la solución.
2. Se eliminan los problemas de distancia de entrecruce en las gasas al eliminar 2 de ellas.	2. Aun con las acciones del punto anterior, se tienen afectaciones en las zonas en donde se comenzarían las rampas de los túneles de vuelta izquierda.
3. Se aumenta la capacidad de los movimientos de vuelta izquierda sustituidos con los túneles nuevos.	
4. Se eliminan conflictos sobre carriles centrales de Periférico con la construcción de laterales (3 carriles por sentido) que alojen los movimientos direccionales que aún se conservan.	

Alternativa de solución 3-2

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

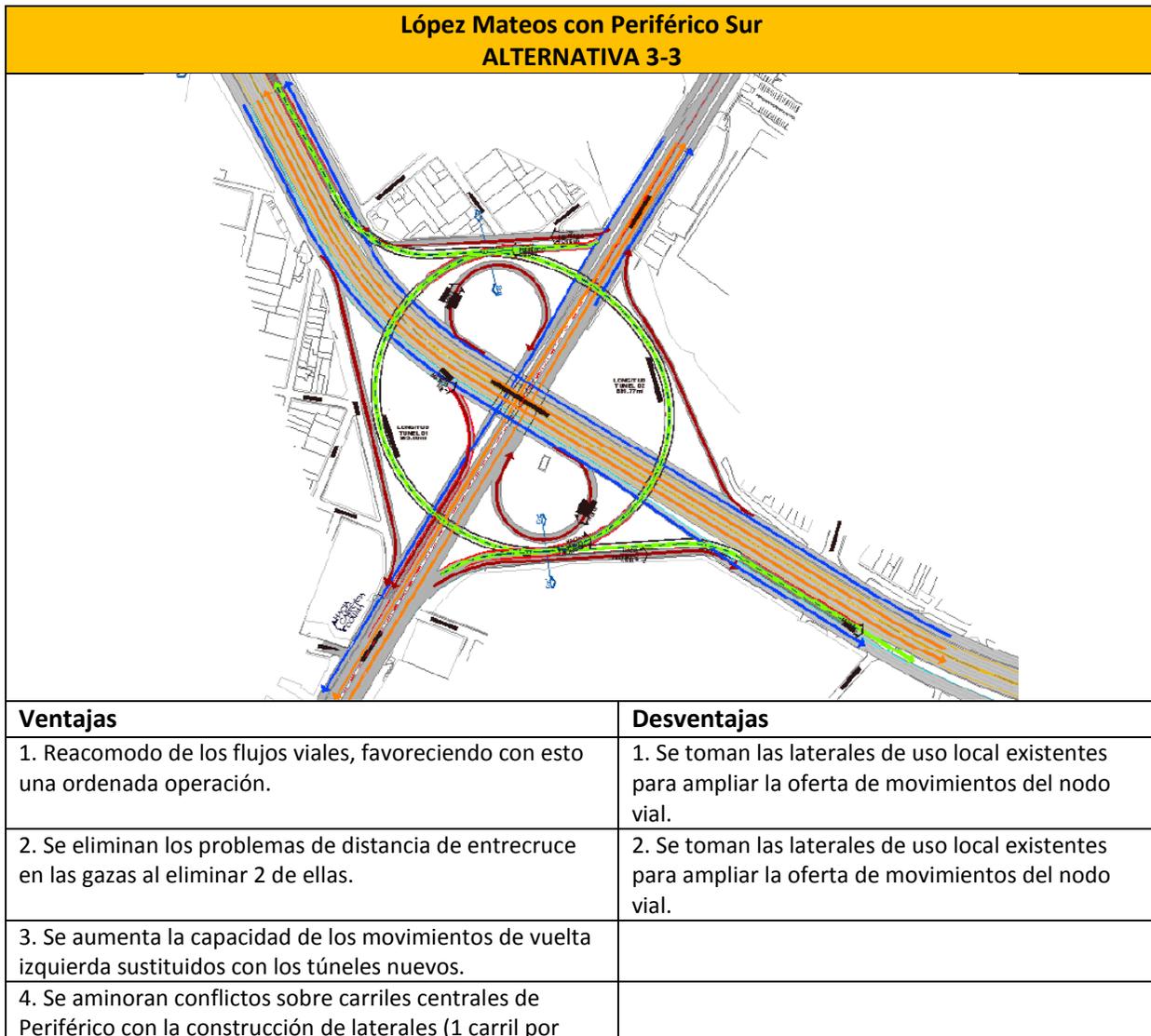
- Se eliminan 2 gazas existentes para disminuir la fricción de flujo en las zonas de entrecruces.
- Para sustituir los movimientos eliminados (vueltas izquierdas), se construyen dos túneles vehiculares sobre la zona del derecho de vía del nodo vial existente, con inicio de rampas sobre las conexiones de vuelta derecha actuales (ver diagrama).
- Se construyen laterales de servicio (1 carril por sentido) en la zona del nodo existente esto para alojar los movimientos direccionales y así liberar los flujos de largo itinerario sobre periférico.
- Se construye puente ligando periférico en sentido pte – ote hacia Av. Lopez Mateos sur, brindando con esto un acceso directo hacia los carriles centrales de esta vía.



Ventajas	Desventajas
1. Reacomodo de los flujos viales, favoreciendo con esto una ordenada operación.	1. Se toman las laterales de uso local existentes para ampliar la oferta de movimientos del nodo vial.
2. Se eliminan los problemas de distancia de entrecruce en las gazas al eliminar 2 de ellas.	2. Es posible que el carril lateral proyectado sobre periférico no tenga la suficiente capacidad para alojar los movimientos direccionales del nodo.
3. Se aumenta la capacidad de los movimientos de vuelta izquierda sustituidos con los túneles nuevos.	
4. Se eliminan conflictos sobre carriles centrales de Periférico con la construcción de laterales (3 carriles por sentido) que alojen los movimientos direccionales que aún se conservan.	
5. Al ubicar las nuevas estructuras en la zona del derecho de vía del nodo, se evitan afectaciones a particulares.	

Alternativa de Solución 3-3

- Se eliminan 2 gazas existentes para disminuir la fricción de flujo en las zonas de entrecruces.
- Para sustituir los movimientos eliminados (vueltas izquierdas), se construyen dos túneles vehiculares sobre la zona del derecho de vía del nodo vial existente, con inicio de rampas sobre las conexiones de vuelta derecha actuales (ver diagrama).
- Se construyen laterales de servicio (3 carriles por sentido) en la zona del nodo existente esto para alojar los movimientos direccionales y así liberar los flujos de largo itinerario sobre periférico.
- Se construye puente ligando periférico en sentido pte – ote hacia Av. López Mateos sur, brindando con esto un acceso directo hacia los carriles centrales de esta vía.



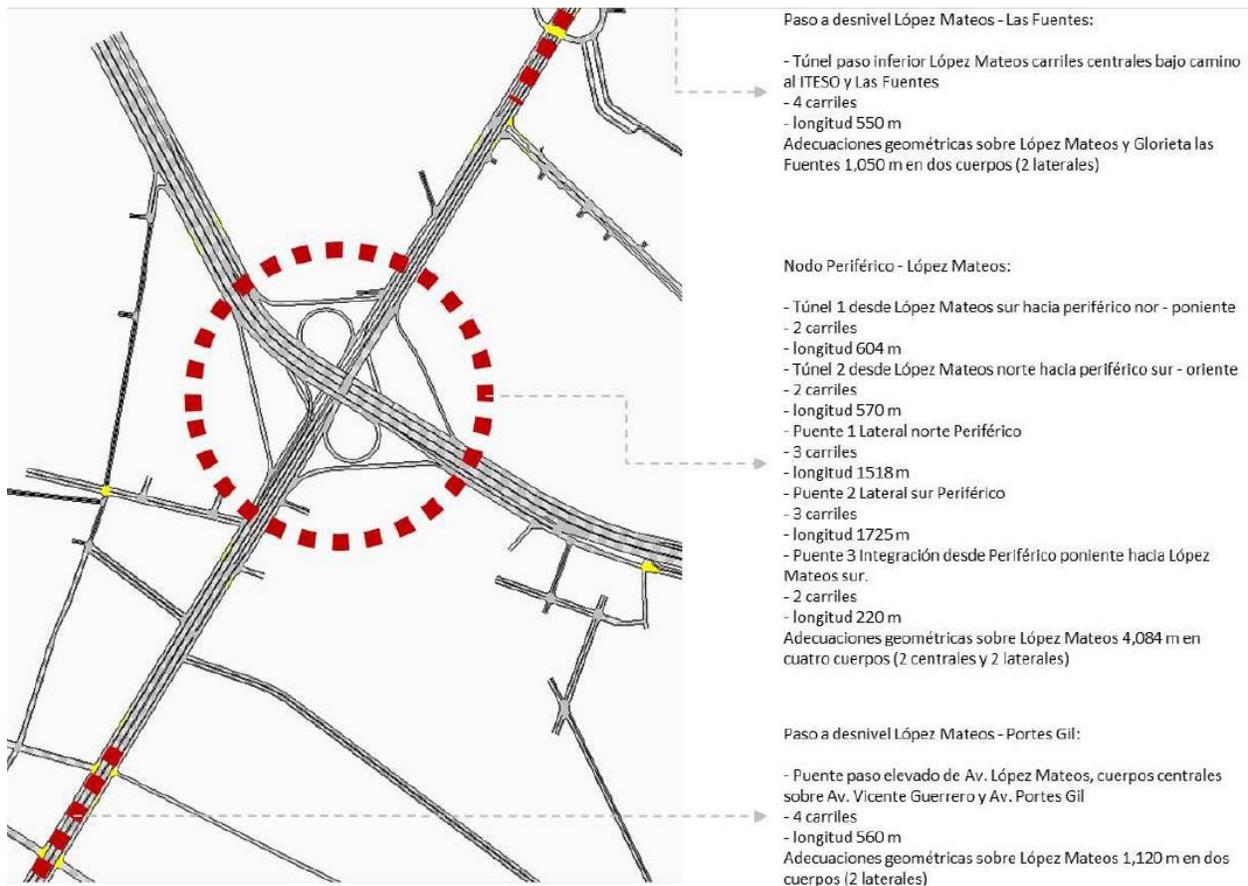
CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

sentido) que alojen los movimientos direccionales que aún se conservan.	
5. Al ubicar las nuevas estructuras en la zona del derecho de vía del nodo, se evitan afectaciones a particulares.	

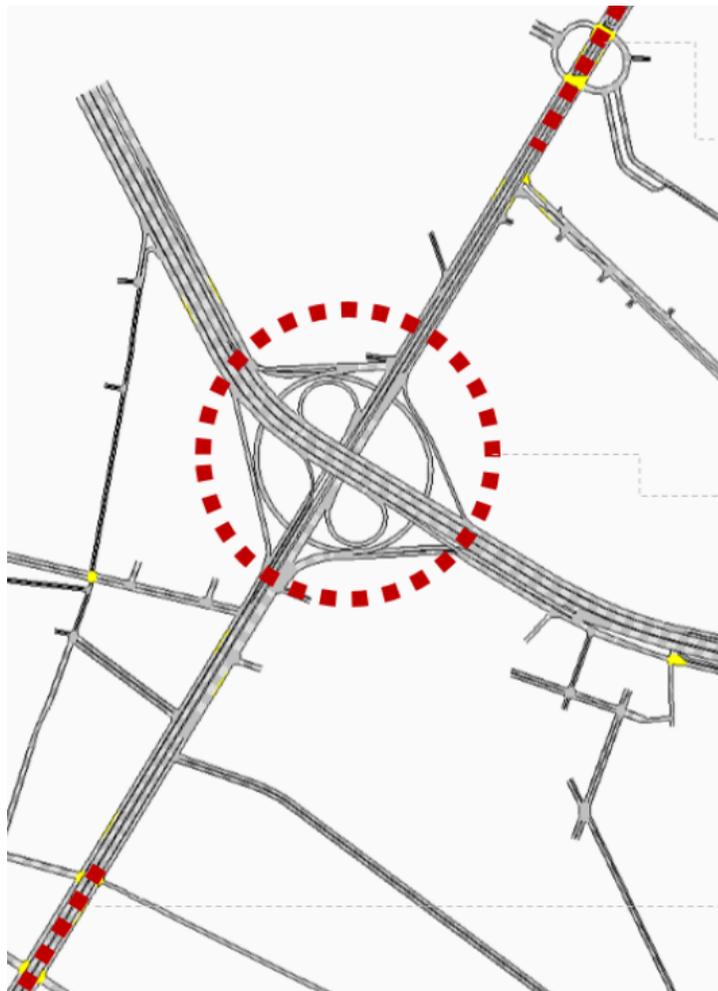
3.4. Sistemas viales propuestos

A partir de las 3 alternativas con mejores resultados se crea un sistema vial para analizar, mismo que se revisara con los datos de volúmenes vehiculares recabados en la etapa inicial para determinar los niveles de servicio y proyecciones de vida útil propias de cada sistema propuesto, a continuación se describen los 3 sistemas propuestos.

Sistema Propuesto 1:



Sistema Propuesto 2:



Paso a desnivel López Mateos - Las Fuentes:

- Túnel paso inferior López Mateos carriles centrales bajo camino al ITESO y Las Fuentes
 - 4 carriles
 - longitud 550 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos y Glorieta las Fuentes 1,050 m en dos cuerpos (2 laterales)

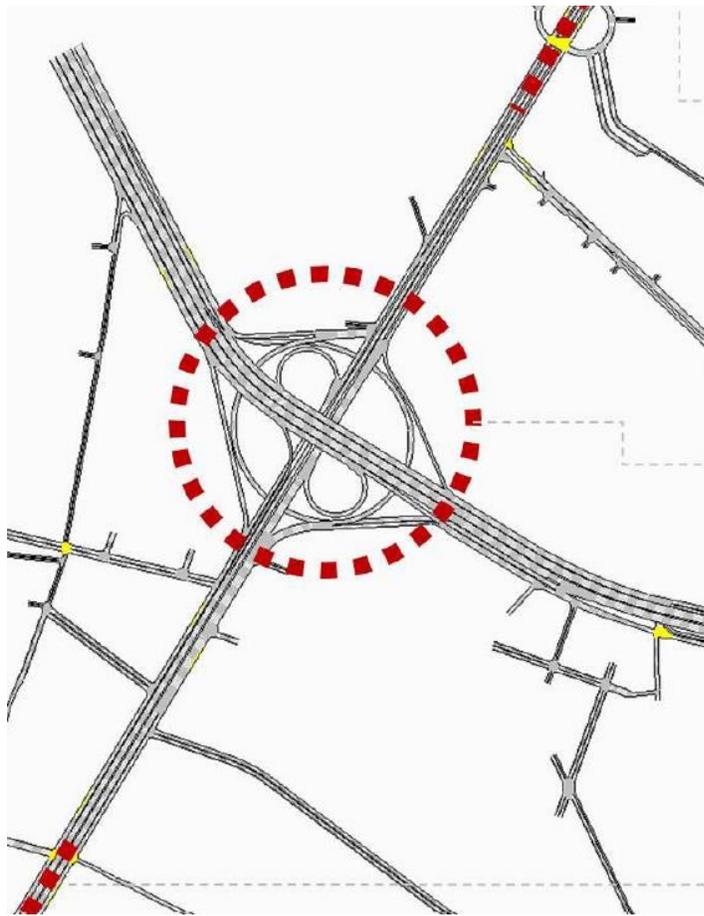
Nodo Periférico - López Mateos:

- Túnel 1 desde López Mateos sur hacia periférico nor - poniente
 - 2 carriles
 - longitud 890.25 m
 - Túnel 2 desde López Mateos norte hacia periférico sur - oriente
 - 2 carriles
 - longitud 861.38 m
 - Puente 1 Lateral norte Periférico
 - 3 carriles
 - longitud 1518 m
 - Puente 2 Lateral sur Periférico
 - 3 carriles
 - longitud 1725 m
 - Puente 3 Integración desde Periférico poniente hacia López Mateos sur.
 - 2 carriles
 - longitud 220 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos

Paso a desnivel López Mateos - Portes Gil:

- Puente paso elevado de Av. López Mateos, cuerpos centrales sobre Av. Vicente Guerrero y Av. Portes Gil
 - 4 carriles
 - longitud 560 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos 1,120 m en dos cuerpos (2 laterales)

Sistema Propuesto 3:



Paso a desnivel López Mateos - Las Fuentes:

- Túnel paso inferior López Mateos carriles centrales bajo camino al ITESO y Las Fuentes
- 4 carriles
- longitud 550 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos y Glorieta las Fuentes 1,050 m en dos cuerpos (2 laterales)

Nodo Periférico - López Mateos:

- Túnel 1 desde López Mateos sur hacia periférico nor - poniente
- 2 carriles
- longitud 890.25 m
- Túnel 2 desde López Mateos norte hacia periférico sur - oriente
- 2 carriles
- longitud 861.38 m
- Puente 1 Lateral norte Periférico
- 3 carriles
- longitud 1518 m
- Puente 2 Lateral sur Periférico
- 3 carriles
- longitud 1725 m
- Puente 3 Integración desde Periférico poniente hacia López Mateos sur.
- 2 carriles
- longitud 220 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos

Paso a desnivel López Mateos - Portes Gil:

- Puente paso elevado de Av. López Mateos, cuerpos centrales sobre Av. Vicente Guerrero y Av. Portes Gil
- 4 carriles
- longitud 560 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos 1,120 m en dos cuerpos (2 laterales)

En base a la información antes presentada se realizaron varias simulaciones del sistema vial inmediato tanto de la situación actual como la del proyecto, las cuales fueron calibradas según el número de carriles, anchos, velocidades, capacidad de las vías, flujo vehicular, entre otras características, dichas simulaciones se realizaron mediante el software especializado Aimsun 6.1, el cual es un simulador de tráfico.

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

Tabla 2.- Comparativa de parámetros arrojados por la simulación del estado actual y la propuesta 1.

PARAMETROS	SITUACIÓN ACTUAL		PROPUESTA 1	
	N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	22,185		25,317	
Densidad veh/km	24.5		13.17	
Velocidad km/h	31.79		49.47	
Tiempo de Viaje/sg	141.8		81.97	
Tiempo de Demora/sg	77.01		17.22	
Tiempo de Parada/sg	70.59		11.01	
Numero de Paradas veh/km	2.56		0.54	
Consumo de Gasolina/litros	6679.72		3589.43	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	24.50	E	13.17	C
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	77.01	F	17.22	C

Fuente: Estudio de Impacto Vial

Tabla 3.- Tabla comparativa de parámetros arrojados por la simulación de la propuesta 1 y sus proyecciones.

PARAMETROS	PROPUESTA 1		5 AÑOS		10 AÑOS		15 AÑOS		20 AÑOS	
	N/S		N/S		N/S		N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	25,317		27,606		28,852		29,724		30,608	
Densidad veh/km	13.17		15.37		16.37		16.98		17.98	
Velocidad km/h	49.47		49.05		48.47		48.59		48.4	
Tiempo de Viaje/sg	81.97		83.88		85.00		84.95		86.00	
Tiempo de Demora/sg	17.22		19.58		20.80		20.82		22.04	
Tiempo de Parada/sg	11.01		12.59		13.16		12.98		13.87	
Numero de Paradas veh/km	0.54		0.62		0.67		0.65		0.69	
Consumo de Gasolina/litros	3589.43		4210.25		4576.63		4728.96		4987.64	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	13.17	C	15.37	C	16.37	D	16.98	D	17.98	D
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	17.22	C	19.58	C	20.80	C	20.82	C	22.04	C

Fuente: Estudio de Impacto Vial

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

Tabla 4.- Comparativa de parámetros arrojados por la simulación del estado actual y la propuesta 2.

PARAMETROS	SITUACIÓN ACTUAL		PROPUESTA 2	
	N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	22,185		25,379	
Densidad veh/km	24.5		13.41	
Velocidad km/h	31.79		49.2	
Tiempo de Viaje/sg	141.8		81.06	
Tiempo de Demora/sg	77.01		16.81	
Tiempo de Parada/sg	70.59		10.01	
Numero de Paradas veh/km	2.56		0.48	
Consumo de Gasolina/litros	6679.72		3756.59	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	24.50	E	13.41	C
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	77.01	F	16.81	C

Tabla 5.- Tabla comparativa de parámetros arrojados por la simulación de la propuesta 2 y sus proyecciones.

PARAMETROS	PROPUESTA 2		5 AÑOS		10 AÑOS		15 AÑOS		20 AÑOS	
	N/S		N/S		N/S		N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	25,379		27,406		28,194		28,512		29,356	
Densidad veh/km	13.41		15.53		16.72		18.75		19.4	
Velocidad km/h	49.2		48.43		47.62		46.06		45.85	
Tiempo de Viaje/sg	81.06		83.64		85.98		97.71		91.47	
Tiempo de Demora/sg	16.81		19.82		22.27		28.01		27.88	
Tiempo de Parada/sg	10.01		11.88		13.56		18.10		17.67	
Numero de Paradas veh/km	0.48		0.61		0.69		0.86		0.81	
Consumo de Gasolina/litros	3756.59		4359.82		4678.14		5048.7		5342.66	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	13.41	C	15.53	C	16.72	D	18.75	D	19.40	D
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	16.81	C	19.82	C	22.27	C	28.01	C	27.88	C

Tabla 6.- Comparativa de parámetros arrojados por la simulación del estado actual y la propuesta 3.

PARAMETROS	SITUACIÓN ACTUAL		PROPUESTA 3	
	N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	22,185		25,369	
Densidad veh/km	24.5		13.19	
Velocidad km/h	31.79		49.56	
Tiempo de Viaje/sg	141.8		81.6	
Tiempo de Demora/sg	77.01		16.95	
Tiempo de Parada/sg	70.59		10.87	
Numero de Paradas veh/km	2.56		0.53	
Consumo de Gasolina/litros	6679.72		3669.2	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	24.50	E	13.19	C
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	77.01	F	16.95	C

Tabla 7.- Tabla comparativa de parámetros arrojados por la simulación de la propuesta 3 y sus proyecciones.

PARAMETROS	PROPUESTA 3		5 AÑOS		10 AÑOS		15 AÑOS		20 AÑOS	
	N/S		N/S		N/S		N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	25,369		27,708		28,836		29,014		30,016	
Densidad veh/km	13.19		15.33		16.60		18.34		19.71	
Velocidad km/h	49.56		48.98		48.13		46.83		46.94	
Tiempo de Viaje/sg	81.6		83.75		86.19		90.16		94.21	
Tiempo de Demora/sg	16.95		19.45		22.03		26.04		31.31	
Tiempo de Parada/sg	10.87		12.56		14.41		17.47		21.24	
Numero de Paradas veh/km	0.53		0.62		0.80		0.98		1.04	
Consumo de Gasolina/litros	3669.2		4262.57		4683.03		5055.3		5381.09	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	13.19	C	15.33	C	16.60	D	18.34	D	19.71	D
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	16.95	C	19.45	C	22.03	C	26.04	C	31.31	D

Con base en los resultados de la micro-simulación, se determinó la Propuesta 3 como la más adecuada, al ser la que presenta mejores indicadores para la operación vial. En este caso no se presentan alternativas distintas en cuanto a especificaciones de materiales que estén basadas en el mismo proyecto debido a que las características de los mismos están definidas por los

cálculos estructurales para pavimentos, túneles y puentes vehiculares, que en sí, constituyen un análisis específico sobre la mejor solución constructiva y de materiales para el proyecto, teniendo en cuenta estudios de mecánica de suelos, carga vehicular y normatividad vigente.

4. SITUACIÓN CON PROYECTO DE INVERSIÓN

La solución planteada consiste en una propuesta integral que pasa por el punto crucial de eliminar del diseño vial del nodo vehicular las gazas que son utilizadas para los movimientos de incorporación de López Mateos de sur a poniente y de norte a oriente, y sustituirlas por semi-túneles vehiculares que rodean al nodo a manera de glorieta en desnivel.

Además, se propone la construcción de un puente vehicular para liberar los cruces de las calles Vicente Guerrero y Anastasio Bustamante al sur del periférico, y un túnel vehicular o paso deprimido en la glorieta de Las Fuentes, con el fin de lograr un objetivo similar en este cruce y mejorar la accesibilidad transversal entre las colonias de Las Fuentes y Pinar de la Calma.

Con base a los resultados de la simulación vial, se determinó a la propuesta 3 como la que mejores soluciones brinda para el sistema, sobre esta propuesta se trabajara con el adecuado señalamiento vial para favorecer la nueva operación y prevenir accidentes dentro del sistema renovado, a continuación se muestra una descripción de los componentes de esta.

Paso a desnivel López Mateos - Las Fuentes:

Túnel paso inferior López Mateos carriles centrales bajo camino al ITESO y Las Fuentes

- 4 carriles longitud 550 m
- Adecuaciones geométricas sobre López Mateos y Glorieta las Fuentes 1,050 m en dos cuerpos (2 laterales)

Nodo Periférico - López Mateos:

Túnel 1 desde López Mateos sur hacia periférico nor – poniente

- 2 carriles
- Longitud 890.25 m

Túnel 2 desde López Mateos norte hacia periférico sur - oriente

- 2 carriles
- Longitud 861.38 m

Puente 1 Lateral norte Periférico

- 3 carriles
- Longitud 1518 m

Puente 2 Lateral sur Periférico

- 3 carriles
- Longitud 1725 m

Puente 3 Integración desde Periférico poniente hacia López Mateos sur.

- 2 carriles
- Longitud 220 m

Adecuaciones geométricas mayores sobre López Mateos.

Paso a desnivel López Mateos - Portes Gil

Puente paso elevado de Av. López Mateos, cuerpos centrales sobre Av. Vicente Guerrero y Av.

Portes Gil

- 4 carriles
- Longitud 560 m

Adecuaciones geométricas sobre López Mateos 1,120 m en dos cuerpos (2 laterales)

Imagen 6.- Perspectiva aérea general del proyecto de inversión.



Imagen 7.- Perspectiva aérea general del proyecto de inversión: Paso elevado Portes Gil



Imagen 8.- Perspectiva aérea general del proyecto de inversión: Glorieta Av. LA Calma



De manera adicional, el proyecto contempla la utilización de los espacios liberados por la eliminación de las dos gasas de incorporación al puente vehicular, el mejoramiento general de la imagen urbana en toda el área de intervención del proyecto, y la remodelación integral de la glorieta de Las Fuentes. La propuesta ha sido analizada y modelada en el software Aimsun, y a continuación se exponen algunos de los resultados de su evaluación.

Imagen 9.- Perspectiva del proyecto de inversión: Tratamiento Glorieta Av. LA Calma



Ilustración 6.- Temático de densidad de vehículos con proyecto



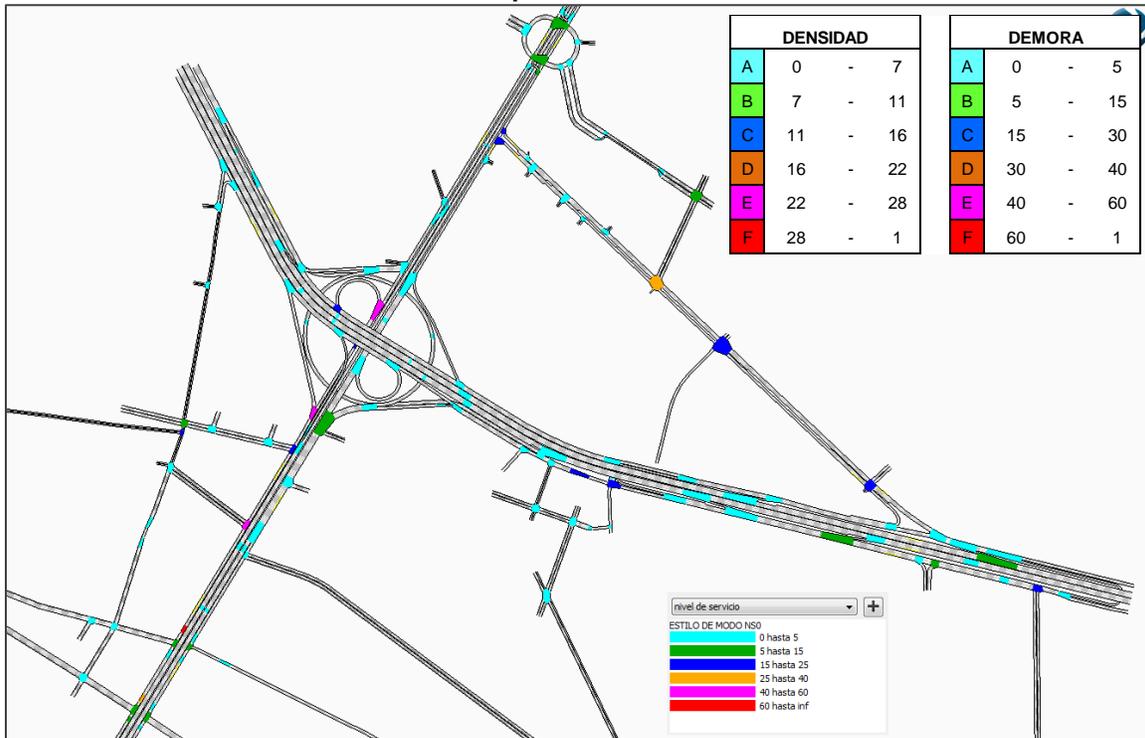
Fuente: Estudio de Impacto Vial

Ilustración 7.- Temático de tiempo de retardo



Fuente: Estudio de Impacto Vial

Ilustración 8.- Temático de nivel de servicio por nodo



Fuente: Estudio de Impacto Vial

La situación con proyecto de inversión constituye una mejoría notable con respecto a la situación actual, logrando abatir los niveles de congestión del tráfico vehicular que constituyen la base de la ineficiencia económica y ambiental del sistema actual.

Tabla 8.- Comparativa de parámetros arrojados por la simulación del estado actual y con proyecto

PARAMETROS	SITUACIÓN ACTUAL		PROPUESTA 3	
	N/S		N/S	
Vehiculos por Hora	22,185		25,369	
Densidad veh/km	24.5		13.19	
Velocidad km/h	31.79		49.56	
Tiempo de Viaje/sg	141.8		81.6	
Tiempo de Demora/sg	77.01		16.95	
Tiempo de Parada/sg	70.59		10.87	
Numero de Paradas veh/km	2.56		0.53	
Consumo de Gasolina/litros	6679.72		3669.2	
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	24.50	E	13.19	C
DEMORA GLOBAL DEL SISTEMA	77.01	F	16.95	C

Como puede observarse en la tabla anterior, de acuerdo con el Estudio de Impacto Vial al implementar el proyecto de inversión la demanda atendida crece de manera sensible debido a que se aumenta la capacidad operativa del sistema vial, pasando de atender un total de 22,185 a 25,369 vehículos en hora de máxima demanda en el momento de implementación. El crecimiento de la demanda se explica debido a que al implementar el proyecto se logran eliminar puntos de entrecruzamiento y detenciones, disminuyendo la densidad vehicular casi a la mitad. Esto permite que la solución propuesta sea una opción atractiva para los vehículos que hoy no pueden acceder al nodo y son forzados a tomar otras alternativas de desplazamiento.

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.

➤ *Implicaciones urbanas, económicas, sociales y ambientales*

En términos cuantitativos se generaran condiciones de movilidad adecuadas y seguras para el ciudadano, independientemente de su género, edad y condición física o psíquica. A escala y ritmos humanos, que reduzca los problemas de movilidad automotriz que tiene la ciudad en el

traslado de personas y mercancías, de esta manera se puede permear a un tejido socioeconómico con mayor potencial a desarrollar. El proyecto abarca vías públicas de jurisdicción municipal, por lo que se requiere de permisos de los municipios correspondientes. Adicionalmente se requiere un estudio de impacto ambiental de competencia estatal.

En términos cuantitativos: Se considera que los beneficios son en general para la sociedad, específicamente para quien transita ese nodo; los automovilistas obtienen un beneficio directo por efecto de la eficiencia que supone la infraestructura en ahorro de tiempo y costos de operación vehicular entre los que se contabilizan combustible, lubricantes, refacciones, depreciación, etc., datos que se obtienen del análisis del estudio de impacto al tránsito por medio de modelos de micro-simulación. El nodo es eficiente, con una gestión inteligente de la movilidad vehicular que cuide los recursos públicos y la economía de la zona para facilitar el traslado personal y colectivo. Con el cual, se maximice el aprovechamiento productivo de los habitantes de la ciudad. Y además, sea un flujo óptimo para el traslado de bienes y mercancías necesarias para procesos productos y eficiente servicios de transporte público.

En el aspecto ambiental: Es un proyecto que gestiona inteligentemente el patrimonio ambiental, socioeconómico y cultural de la zona, con la infraestructura que se planea en el nodo vehicular, velando por la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras; por lo que es preciso mencionar que no supone costos ambientales negativos que deban ser tomados en cuenta en la cuantificación de costos y beneficios.

5.1. Identificación, cuantificación y valoración de los costos

El crecimiento sostenido de la población, la industria, el comercio y los servicios en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), son conglomerados que demandan servicios públicos básicos, de salud, vivienda, educación y de transporte público, privado y de carga (pesado), considerando una demanda de vehículos en hora de máxima demanda equivalen al 12% del total diario.

Para evaluar el volumen de transito se define como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente

“vehículos” o “vehículos por unidad de tiempo”³. Un intervalo común de tiempo para el volumen es un día, descrito como vehículos por día. Los volúmenes diarios frecuentemente son usados como base para la planificación de los ejes viales.

Para los análisis operacionales, se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día. La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada “hora pico” (HP), u hora de máxima demanda (HMD).

El factor de la hora pico (FHP) representa la variación en la circulación dentro de una hora. Las observaciones de la circulación indican constantemente que los volúmenes encontrados en el periodo de 15 minutos del pico dentro de una hora no se encuentran sostenidos a través de la hora completa. El uso del factor de la hora pico en la ecuación para determinar la tasa de flujo considera este fenómeno.

Los valores típicos del factor de hora pico, FHP varían entre 0.80 y 0.95. Un factor de hora pico bajo es característico de condiciones rurales. Sin embargo, los factores altos son condiciones típicas de entornos urbanos y suburbanos en condiciones de hora pico. Se utilizan los datos de campo para calcular el factor de hora de máxima demanda (FHMD) en condiciones locales.

El factor de hora de máxima demanda es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo ($q_{\text{máx.}}$), que se presenta en un periodo dado dentro de dicha hora como se aprecia en la siguiente ecuación:

Ecuación 1.- Factor de demanda de hora máxima

$$\text{FHMD} = \text{VHMD} / q_{\text{máx.}} * N$$

El factor de la hora de pico es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Si este valor es igual a 1 significa uniformidad, en cambio **valores muy pequeños indicarán concentraciones de flujos máximos**⁴. Considerando los datos de las condiciones locales para la **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga**; se indica que la concentración actual máxima es de

³ Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de Autopistas, Segmentos Trenzados y Rampas de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000 aplicando MathCad

⁴ Fuente: Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones (Reyes Espiándola, y otros, 2007).

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

0.33 vehículos por hora, no obstante, realizando el proyecto aumentará la concentración máxima de vehículos por hora hasta un 0.70, considerando 8 horas de aforo vehicular en 3 periodos ya mencionados anteriormente.

Tabla 9.- Tabla comparativa de flujos vehiculares con y sin proyecto.

SITUACIÓN ACTUAL	2015	2020	2025	2030	2035
Vehículos por Hora de Máxima Demanda (VHMD)	22,185.00	23,362.87	24,132.09	24,679.98	24,990.02
Densidad	24.5	25.80	26.65	27.26	27.60
Velocidad km/h	31.79	31.42	30.89	30.04	30.11
Tiempo de Viaje/sg	141.80	149.33	154.25	157.75	159.73
Tiempo de Demora/sg	77.1	81.2	83.9	85.8	86.8
Tiempo de Parada/sg	70.59	81.56	93.58	113.45	137.93
Número de Paradas veh/km	2.56	2.99	3.85	4.72	5.01
Consumo de Gasolina/litros	6,679.72	7,034.37	7,265.97	7,430.94	7,524.29
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	24.5	25.80	26.65	27.26	27.60
DEMORA GLOBAL DEL SISETEMA	77.1	81.2	83.9	85.8	86.8
CON PROYECTO	2015	2020	2025	2030	2035
Vehículos por Hora de Máxima Demanda (VHMD)	25,369.00	27,708.00	28,836.00	29,014.00	30,016.00
Densidad	13.19	15.33	16.60	18.34	19.71
Velocidad km/h	49.56	48.98	48.16	46.83	46.94
Tiempo de Viaje/sg	81.60	83.75	86.19	90.16	94.21
Tiempo de Demora/sg	16.95	19.45	22.03	26.04	31.31
Tiempo de Parada/sg	10.87	12.56	14.41	17.47	21.24
Número de Paradas veh/km	0.53	0.62	0.8	0.98	1.04
Consumo de Gasolina/litros	3,669.20	4,262.57	4,683.03	5,055.30	5,381.09
DENSIDAD GLOBAL DEL SISTEMA	13.19	15.33	16.6	18.34	19.71
DEMORA GLOBAL DEL SISETEMA	16.95	19.45	22.03	26.04	31.31

Como puede observarse, la demanda atendida sin la implementación del proyecto crece de forma marginal en correspondencia con las tasas de crecimiento del parque vehicular de la ciudad expresadas en la Tabla 1, pues se trata de un nodo donde se observan niveles muy cercanos a la saturación, llevándola hasta un nivel de servicio F que resulta ineficiente. Por el contrario, con la implementación del proyecto se observa que los indicadores de densidad y saturación vehicular se mantienen en niveles adecuados durante todo el período de evaluación, lo que le permite atender a una mayor demanda con indicadores de eficiencia y desempeño mucho mejores; esta situación posibilita el crecimiento de la demanda a un ritmo mayor, pues al implementarse una infraestructura eficiente con baja densidad vehicular en su operación, se prevé que su utilización aumente debido a su atractivo como eje de conexión entre el centro de la ciudad, y las zonas de mayor crecimiento habitacional localizadas hacia el sur de la ZMG.

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

Con base en lo anterior, la necesidad de demanda para la **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga** se presentan los siguientes costos relacionados con el proyecto considerando un periodo de 20 años (2015 al 2035).

La tabla siguiente muestra los datos asociados al costo del proyecto, en donde para evaluar el valor de rescate del proyecto se tomó como amortización al 5% anual (Conforme al Art. 33 de la LISR tratándose de erogaciones realizadas en periodos pre operativos en la fracción I.); así mismo, la evaluación promedio anual corresponde a se consideró tomando como base los datos de la tabla 5, asociadas al promedio de vehículos diarios y horas – hombre, considerando los dos escenarios respectivamente.

Tabla 10.- Costos Asociados al proyecto

Inversión del proyecto	
PARTIDA	IMPORTE
TERRACERÍAS	\$ 18,404,050.94
ESTRUCTURAS	\$ 53,398,002.77
PAVIMENTOS	\$ 32,706,868.07
CIMENTACIONES	\$ 364,831,571.01
SEÑALAMIENTOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁFICO	\$ 181,009.50
MOBILIARIO E IMAGEN URBANA	\$ 25,877,711.99
DRENAJE PLUVIAL	\$ 14,329,605.05
ALUMBRADO PÚBLICO	\$ 21,708,746.77
ELECTRIFICACIÓN MEDIA TENSIÓN	\$ 7,355,537.34
SUB-TOTAL	\$ 538,793,103.45
IVA	\$ 86,206,896.55
TOTAL	\$ 625,000,000.00

Tabla 11.- Costos promedio Asociados al proyecto

Parámetros para la evaluación socioeconómica		
Tasa Social de Descuento	10%	Interés
Horizonte de evaluación	20	Años
Salario Mínimo Vigente para la ZMG ⁽¹⁾	\$ 70.10	Pesos
Valor del tiempo de los usuarios	\$ 27.16	Pesos
PIB Per capita por Entidad Federativa ⁽²⁾	821,822	Millones
Crecimiento Población ⁽¹⁾	0.92	% Prom
Costo del combustible \$/litro promedio (Tipos A, B y C)	\$ 14.05	Pesos
Días al año	365	Días
⁽¹⁾ Fuente: IIEG Jalisco 2010 - 20130 Indicadores demográficos		
⁽²⁾ Fuente: IIEG Jalisco Producto Interno Bruto por Entidad Federativa del 2013(a Precios del 2008)		

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

El Salario Mínimo vigente para el año 2015 en en la Zona Metropolitana de Guadalajara, según la categoría geográfica “B”, es igual a \$70.10 pesos por jornada laboral. Este salario se multiplicó por 3.10 veces el coeficiente del valor del tiempo, según criterios del CEPEP, y se dividió por 8 horas diarias de aforo vehicular. De estas operaciones aritméticas se obtuvo el costo del tiempo en horas para la Zona Metropolitana de Guadalajara igual a \$27.16 pesos por hora.

5.2. Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

De la comparativa entre el escenario sin proyecto optimizado y el escenario con proyecto se puede deducir lo siguiente: con base a al promedio de la suma de la diferencia entre la situación actual y con proyecto se observa que durante las horas de aforo vehicular hay un exceso de demanda de 6,003.60 vehículos que representan alrededor de 40ton. de peso vehicular extras a la capacidad de la estructura actual que es de sólo 30 ton. de peso vehicular.

Tabla 12.- Comparativa entre escenarios a futuro sin proyecto y con proyecto

		SIN PROYECTO					
AÑO	Factor Hora de Máxima Demanda (FHMD)	Vehiculos en H.M.D.	Consumo de Gasolina Lts.	COV ANUAL TOTAL	Consumo de Tiempo	Consumo Anual de Tiempo \$	
0	2015						
1	2016	0.33	22,415.72	56,220.98	\$288,315,223.59	7,354.84	\$72,921,548.12
2	2017	0.33	22,648.85	56,670.74	\$290,621,745.38	7,413.68	\$73,504,920.51
3	2018	0.33	22,884.40	57,124.11	\$292,946,719.34	7,472.99	\$74,092,959.87
4	2019	0.33	23,122.39	57,581.10	\$295,290,293.10	7,532.77	\$74,685,703.55
5	2020	0.33	23,362.87	58,041.75	\$297,652,615.44	7,593.04	\$75,283,189.18
6	2021	0.33	23,514.72	58,273.92	\$298,843,225.90	7,623.41	\$75,584,321.93
7	2022	0.33	23,667.57	58,507.01	\$300,038,598.81	7,653.90	\$75,886,659.22
8	2023	0.33	23,821.41	58,741.04	\$301,238,753.20	7,684.52	\$76,190,205.86
9	2024	0.33	23,976.25	58,976.01	\$302,443,708.22	7,715.25	\$76,494,966.68
10	2025	0.33	24,132.09	59,211.91	\$303,653,483.05	7,746.12	\$76,800,946.55
11	2026	0.33	24,240.69	59,330.33	\$304,260,790.01	7,761.61	\$76,954,548.44
12	2027	0.33	24,349.77	59,449.00	\$304,869,311.59	7,777.13	\$77,108,457.54
13	2028	0.33	24,459.35	59,567.89	\$305,479,050.22	7,792.69	\$77,262,674.45
14	2029	0.33	24,569.41	59,687.03	\$306,090,008.32	7,808.27	\$77,417,199.80
15	2030	0.33	24,679.98	59,806.40	\$306,702,188.33	7,823.89	\$77,572,034.20
16	2031	0.33	24,741.68	59,866.21	\$307,008,890.52	7,831.71	\$77,649,606.24
17	2032	0.33	24,803.53	59,926.08	\$307,315,899.41	7,839.54	\$77,727,255.84
18	2033	0.33	24,865.54	59,986.00	\$307,623,215.31	7,847.38	\$77,804,983.10
19	2034	0.33	24,927.70	60,045.99	\$307,930,838.53	7,855.23	\$77,882,788.08
20	2035	0.33	24,990.02	60,106.03	\$308,238,769.37	7,863.09	\$77,960,670.87

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

CON PROYECTO							
AÑO	Factor Hora de Máxima Demanda (FHMD)	Vehiculos en H.M.D.	Consumo de Gasolina Lts.	COV ANUAL TOTAL	Consumo de Tiempo	Consumo Anual de Tiempo \$	
0	2015						
1	2016	0.66	25,836.80	31,565.62	\$169,970,192.35	4,906.00	\$48,641,871.64
2	2017	0.66	26,304.60	32,554.57	\$175,295,354.33	5,021.01	\$49,782,175.90
3	2018	0.67	26,772.40	33,543.52	\$180,620,516.31	5,136.95	\$50,931,713.47
4	2019	0.68	27,240.20	34,532.47	\$185,945,678.29	5,253.83	\$52,090,484.35
5	2020	0.69	27,708.00	35,521.42	\$191,270,840.27	5,371.63	\$53,258,488.54
6	2021	0.69	27,933.60	36,222.18	\$195,044,232.26	5,446.92	\$54,004,978.75
7	2022	0.69	28,159.20	36,922.95	\$198,817,624.25	5,522.72	\$54,756,522.41
8	2023	0.69	28,384.80	37,623.72	\$202,591,016.25	5,599.03	\$55,513,119.51
9	2024	0.70	28,610.40	38,324.48	\$206,364,408.24	5,675.85	\$56,274,770.06
10	2025	0.70	28,836.00	39,025.25	\$210,137,800.23	5,753.18	\$57,041,474.06
11	2026	0.69	28,871.60	39,645.70	\$213,478,714.08	5,813.35	\$57,638,022.16
12	2027	0.69	28,907.20	40,266.15	\$216,819,627.92	5,873.65	\$58,235,867.73
13	2028	0.68	28,942.80	40,886.60	\$220,160,541.77	5,934.08	\$58,835,010.78
14	2029	0.68	28,978.40	41,507.05	\$223,501,455.62	5,994.64	\$59,435,451.31
15	2030	0.67	29,014.00	42,127.50	\$226,842,369.47	6,055.33	\$60,037,189.31
16	2031	0.67	29,214.40	42,670.48	\$229,766,151.46	6,151.93	\$60,994,968.09
17	2032	0.67	29,414.80	43,213.47	\$232,689,933.46	6,249.28	\$61,960,197.82
18	2033	0.67	29,615.20	43,756.45	\$235,613,715.45	6,347.39	\$62,932,878.49
19	2034	0.67	29,815.60	44,299.43	\$238,537,497.44	6,446.24	\$63,913,010.12
20	2035	0.66	30,016.00	44,842.42	\$241,461,279.43	6,545.85	\$64,900,592.69

El tiempo de viaje promedio es de 2 minutos y 36 segundos, con una velocidad promedio de 32 km/h (para el escenario actual) y de 1 minutos y 45 segundos a 48 km/h (para el escenario con proyecto), que deriva en un ahorro de tiempo, que en términos monetarios se traduce en 43 mil de pesos al año. Dicho monto es resultado de multiplicar el ahorro en tiempo de viaje (expresado en horas) y la demanda Vehículos en H.M.D. (vehículos por día), posteriormente se multiplica por el costo del tiempo (\$27.16 pesos) y por los 365 días de operación del nodo vial. Cabe agregar que el ahorro en tiempo de viaje es producto de una mayor velocidad de operación de la flota vehicular y una menor longitud de recorrido de los usuarios para llegar a su destino; pues con la realización del proyecto reforzamiento del “Nodo Vial López Mateos – Periférico”; se aumenta el peso vehicular en toneladas.

La **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga**, presenta como beneficios principales el ahorro del tiempo y el ahorro en costos de operación

vehicular,; dónde el valor promedio en pesos con respecto al Ahorro de Tiempo será de \$15,649,843.53 millones de pesos, en un periodo de 20 años, no obstante, la relación con el ahorro de gasolina, la cual representa un valor de \$88,440,175.55 millones de pesos, considerando un precio constante promedio de la gasolina en un periodo de 20 años, lo cual se traduce en un ahorro promedio diario en el costo de gasolina \$242,301.85; dando de resultado externalidades positivas para la economía de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

5.3. Rentabilidad del Proyecto de Inversión

Como resultado de la evaluación socioeconómica de la **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga**, los números obtenidos arrojan una buena rentabilidad social y económica. Esto implica que los ahorros en tiempos y gasolina son superiores a los costos de operación de la inversión en infraestructura y su conservación necesaria a lo largo del horizonte de evaluación y de la vida útil del proyecto.

Tabla 13.- Indicadores de rentabilidad del Proyecto

Valor Presente del Proyecto en \$	\$890,394,998.40
TIR (%)	18.72%
TRI (%)	22.51%
B/C	1.13

Con base en estos indicadores, se deduce que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico y social; pues genera la utilidad necesaria, durante 20 años, en comparación con el monto de la inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura y mantenimiento, con una tasa de descuento del 12%. El Valor Presente Neto es positivo ($VPN > 0$), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) son mayores a la tasa de descuento ($TIR = 18.72\% > 12\%$, $TRI = 22.51\% > 12\%$) y los beneficios son 1.13 veces los costos. Por lo tanto, en base a los resultados de estos indicadores socioeconómicos se recomienda la realización de proyecto propuesto de SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA lo antes posible, ya que se mejorará el bienestar de los habitantes beneficiados con el mismo.

5.4. Análisis de Sensibilidad

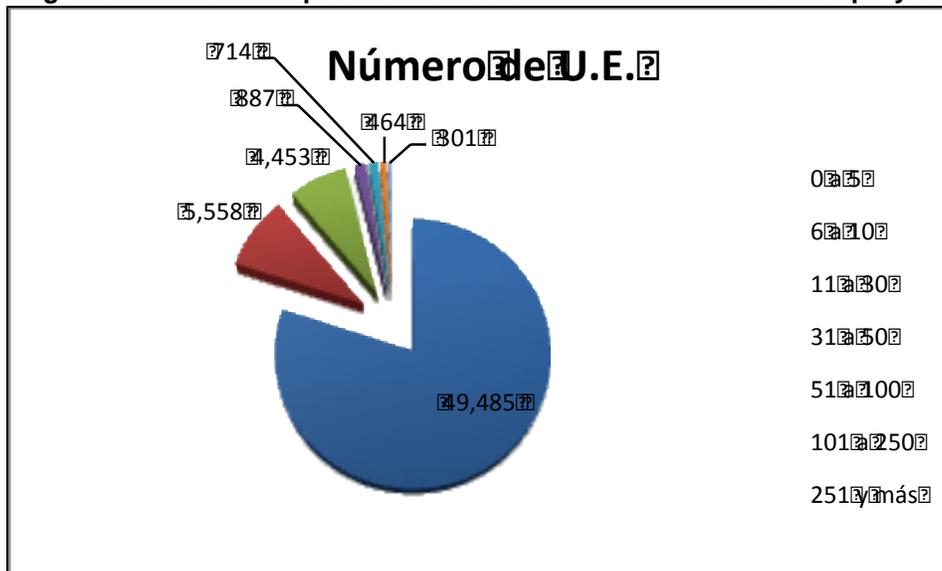
Al momento de establecer algunos beneficios del proyecto, incluimos la posibilidad de mejoras en calidad de vida, para la población acceder a una mejor vida está relacionado con tener o no empleo. Podemos conectar el análisis de las unidades económicas y prever un alcance que propicie desarrollo económico a través de la cantidad de personas que laboran en las unidades que estamos analizando.

Tabla 14.- Rango de número de empleos ofrecidos en la zona de influencia del proyecto

Porcentaje	Rango de Empleo	Número de U.E.
0-5		9,485
6-10		5,558
11-30		2,453
31-50		887
51-100		714
101-250		464
251 y más		301
		1,862

La mayor parte de las unidades económicas –Alrededor del 80%- presenta de 1 a 5 puestos de empleo, lo que podemos interpretar a que estamos en una zona con gran cantidad de empresas de conformación individual, que pueden ser o no de creación reciente. La ponderación para este número de empresas es de 245 000 empleados, que necesitan todos los días movilizarse para llegar a su destino laboral, generando un impacto positivo en los habitantes y comercios de la zona.

Gráfica 2.- Rango de número de empleos ofrecidos en el área de influencia del proyecto



Un escenario menos probable es la caída de hasta un 40% en los costos de inversión inicial total, última columna a la izquierda del escenario base. En este caso, los indicadores de rentabilidad muestran un escenario muy optimista en el que los indicadores de rentabilidad están por arriba de sus niveles aceptables.

La mayor exposición de riesgo de esta variable sobre los indicadores de rentabilidad es el siguiente: manteniendo todas las demás variables constantes, un aumento de alrededor del 68% sobre el monto de inversión inicial total de la infraestructura es lo más que pueden soportar los indicadores de rentabilidad para estar en sus niveles críticos de aceptabilidad, es decir, cuando el Valor Presente Neto es igual a cero ($VPN=0$) y la TIR igual a 12% ($TIR=12\%$).

Tomando en cuenta que los ahorros son producto de los saldos de los costos de operación y de tiempo monetizado, la caída en los ahorros puede suceder por el incremento en los costos de tiempo por Hora – Hombre o Costo Promedio por Litro de Gasolina. Dicha disminución de los ahorros puede alcanzar hasta un 40% con respecto al escenario base. En este caso, los indicadores de rentabilidad están abajo de sus niveles de aceptabilidad, donde el Valor Presente Neto es negativo, la TIR está por debajo de la tasa de descuento y la razón Beneficio/Costo es menor que uno. Bajo este escenario extremo, no se recomendaría la realización del proyecto.

Un incremento en los ahorros de hasta un 40% puede resultar de optimizar Factor Hora de Máxima Demanda (FHMD) función a la demanda en horas pico y horas valle, una mayor disminución en los tiempos de viaje de los usuarios, un mayor número de usuarios beneficiados con el proyecto, etcétera. En este caso, los indicadores de rentabilidad están muy por arriba de sus niveles mínimos aceptables. Este escenario, aunque poco probable, es deseable.

La mayor exposición de riesgo de esta variable sobre los indicadores de rentabilidad es el siguiente: una caída poco mayor al 10% en los ahorros a partir de su nivel base, considerando todo lo demás constante, genera un Valor Presente Neto igual a cero y una TIR igual a 12% ($VPN=0$, $TIR=12\%$).

Bajo un escenario de estrés de la demanda, que implica evaluar la demanda considerando impactos negativos de considerable magnitud en el nivel de sus factores de riesgo como son: la

dinámica demográfica, el ritmo de crecimiento económico, el crecimiento del parque vehicular y la movilidad de personas, entre otras.

Aún con un escenario en condiciones de crisis que afecte negativamente la demanda estimada para el “Nodo Vial López Mateos – Periférico” hasta en un 40%; resultado de condiciones económicas adversas que reduzcan los niveles de actividad económica e incrementen considerablemente las tasas de desempleo, generando una caída en la demanda de Vehículos Hora de Máxima Demanda (VHMD), los indicadores de rentabilidad son positivos; el Valor Presente Neto es mayor que cero y la Tasa Interna de Retorno está por arriba de la tasa social de descuento.

Resulta conveniente destacar que el ejercicio anterior se realizó a partir de considerar constante la Tasa Media de Crecimiento Anual de la demanda.

Caso contrario, donde la demanda de Vehículos Hora de Máxima Demanda (VHMD) se incremente hasta en un 40%, como resultado de la aceptación del reforzamiento del “Nodo Vial López Mateos – Periférico”, por la mejora en los costos logísticos y comerciales, los indicadores de rentabilidad estarían muy por arriba de sus niveles mínimos de aceptabilidad. Un escenario muy deseable, porque se alcanzaría la finalidad de este reforzamiento de nodo vial propuesto, que es satisfacer al mayor número posible de VHMD que demanden los habitantes de la ZMG.

La mayor exposición de riesgo de esta variable sobre los indicadores de rentabilidad es el siguiente: Una caída por arriba del 45% en los niveles de demanda base, que se traducen en una disminución de hasta 2,702 VHM sobre la base de 6,004 VHM diarios, generaría un Valor Presente Neto igual a cero y una TIR igual a 12% (VPN=0, TIR=12%).

5.5. Análisis de Riesgos

Los problemas que se presentan en los espacios metropolitanos son, sin duda, la traducción local de fenómenos y tendencias nacionales, pero los cambios más recientes en materia de tráficos locales, parecen indicar que hay márgenes de maniobra a ese nivel.

- Los problema medioambientales: Un análisis de la evolución de los tráficos en el curso de los últimos años, así como el cambio modal observado, tanto para viajeros como para mercancías, nos conduce a un cierto pesimismo si no se cuidan los aspectos de

sustentabilidad.

- Los problemas sociales: En un momento en el que numerosos trabajos demuestran un crecimiento de las desigualdades socio-espaciales en todos niveles espaciales y, especialmente, en el seno de las ciudades, la cuestión de la accesibilidad a la ciudad y a sus servicios está, efectivamente, en el corazón de los problemas de la sostenibilidad urbana.
- La cuestión de la dimensión en la intervención pública: Plantear el problema de la movilidad y su sostenibilidad sobre un territorio conduce, evidentemente, al de la escala espacial, las áreas urbanas no son más que una construcción estadística y, dependiendo el caso, un espacio de acción ni de definición de políticas.
- La concentración, invariablemente presente: La concentración de actividades y población en las metrópolis más amplias parece ser siempre una característica esencial de los procesos de urbanización en la zona metropolitana.
- Deterioro de materiales e infraestructura: La mala elección de materiales para construcción de puentes viales, o que no reconsideren los estándares de durabilidad para que resistan las inclemencias del clima y del tránsito constante.

6. CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS

6.1. Beneficios anuales y totales

Los beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación del proyecto están en función del ahorro en tiempo de viaje de los usuarios, en términos monetarios, y de los ahorros en costos de operación vehicular, mismos que se calcularon con la diferencia entre las situaciones con proyecto y sin proyecto optimizado.

La **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga**, en comparación con el nodo vial actual, tiene beneficios sociales y económicos que pueden atribuirse al aforo vehicular del volumen total del sistema, entre los que destacan el ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y el ahorro en costos de litros de gasolina, mismo que son reflejados en la siguiente tabla.

CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN VIAL EN EL CIRCUITO AV. LÓPEZ MATEOS, SEGUNDA ETAPA EN LOS MUNICIPIOS DE GUADALAJARA, ZAPOPAN, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE Y TLAJOMULCO DE ZUÑIGA

Tabla 15.- Beneficios anuales y totales

	Beneficios por Ahorro de Tiempo				Beneficios por Ahorros en COV				TOTAL en \$
	A	B	C	Ahorro de Tiempo	A	B	C	Ahorro de Combustible	
	91.10%	3.40%	5.50%		91.10%	3.40%	5.50%		
2015	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-	\$-
2016	\$ 22,118,785.27	\$ 825,509.00	\$ 1,335,382.21	\$ 24,279,676.48	\$ 107,812,323.46	\$ 4,023,731.06	\$ 6,508,976.72	\$ 118,345,031.24	\$ 142,624,707.71
2017	\$ 21,611,420.34	\$ 806,573.32	\$ 1,304,750.95	\$ 23,722,744.61	\$ 105,062,342.24	\$ 3,921,097.30	\$ 6,342,951.51	\$ 115,326,391.05	\$ 139,049,135.65
2018	\$ 21,099,895.47	\$ 787,482.38	\$ 1,273,868.55	\$ 23,161,246.40	\$ 102,329,170.96	\$ 3,819,090.90	\$ 6,177,941.17	\$ 112,326,203.03	\$ 135,487,449.43
2019	\$ 20,584,244.69	\$ 768,237.45	\$ 1,242,737.06	\$ 22,595,219.20	\$ 99,612,944.09	\$ 3,717,716.90	\$ 6,013,953.81	\$ 109,344,614.80	\$ 131,939,834.01
2020	\$ 20,064,502.28	\$ 748,839.82	\$ 1,211,358.54	\$ 22,024,700.64	\$ 96,913,797.18	\$ 3,616,980.36	\$ 5,850,997.63	\$ 106,381,775.17	\$ 128,406,475.81
2021	\$ 19,658,781.64	\$ 733,697.67	\$ 1,186,863.88	\$ 21,579,343.18	\$ 94,560,883.21	\$ 3,529,165.78	\$ 5,708,944.65	\$ 103,798,993.64	\$ 125,378,336.83
2022	\$ 19,249,554.64	\$ 718,424.65	\$ 1,162,157.52	\$ 21,130,136.82	\$ 92,212,307.82	\$ 3,441,513.13	\$ 5,567,153.60	\$ 101,220,974.55	\$ 122,351,111.37
2023	\$ 18,836,825.66	\$ 703,020.94	\$ 1,137,239.75	\$ 20,677,086.35	\$ 89,868,088.37	\$ 3,354,023.06	\$ 5,425,625.53	\$ 98,647,736.96	\$ 119,324,823.30
2024	\$ 18,420,599.12	\$ 687,486.69	\$ 1,112,110.81	\$ 20,220,196.62	\$ 87,528,242.28	\$ 3,266,696.20	\$ 5,284,361.50	\$ 96,079,299.98	\$ 116,299,496.60
2025	\$ 18,000,879.43	\$ 671,822.06	\$ 1,086,770.99	\$ 19,759,472.48	\$ 85,192,787.05	\$ 3,179,533.22	\$ 5,143,362.56	\$ 93,515,682.82	\$ 113,275,155.31
2026	\$ 17,597,355.44	\$ 656,761.89	\$ 1,062,408.95	\$ 19,316,526.28	\$ 82,702,471.18	\$ 3,086,590.58	\$ 4,993,014.18	\$ 90,782,075.94	\$ 110,098,602.22
2027	\$ 17,192,929.31	\$ 641,668.05	\$ 1,037,992.44	\$ 18,872,589.80	\$ 80,213,261.82	\$ 2,993,689.24	\$ 4,842,732.60	\$ 88,049,683.67	\$ 106,922,273.47
2028	\$ 16,787,601.60	\$ 626,540.56	\$ 1,013,521.50	\$ 18,427,663.67	\$ 77,725,161.19	\$ 2,900,829.29	\$ 4,692,517.96	\$ 85,318,508.45	\$ 103,746,172.12
2029	\$ 16,381,372.88	\$ 611,379.45	\$ 988,996.17	\$ 17,981,748.49	\$ 75,238,171.51	\$ 2,808,010.79	\$ 4,542,370.40	\$ 82,588,552.70	\$ 100,570,301.19
2030	\$ 15,974,243.70	\$ 596,184.73	\$ 964,416.47	\$ 17,534,844.89	\$ 72,752,294.99	\$ 2,715,233.84	\$ 4,392,290.04	\$ 79,859,818.87	\$ 97,394,663.76
2031	\$ 15,172,375.35	\$ 566,257.70	\$ 916,005.10	\$ 16,654,638.15	\$ 70,368,135.28	\$ 2,626,253.13	\$ 4,248,350.65	\$ 77,242,739.06	\$ 93,897,377.21
2032	\$ 14,363,789.86	\$ 536,079.97	\$ 867,188.19	\$ 15,767,058.03	\$ 67,984,254.99	\$ 2,537,282.84	\$ 4,104,428.13	\$ 74,625,965.96	\$ 90,393,023.98
2033	\$ 13,548,487.29	\$ 505,651.56	\$ 817,965.75	\$ 14,872,104.60	\$ 65,600,654.38	\$ 2,448,323.00	\$ 3,960,522.49	\$ 72,009,499.86	\$ 86,881,604.47
2034	\$ 12,726,467.72	\$ 474,972.45	\$ 768,337.79	\$ 13,969,777.96	\$ 63,217,333.73	\$ 2,359,373.60	\$ 3,816,633.76	\$ 69,393,341.09	\$ 83,363,119.05
2035	\$ 11,897,731.22	\$ 444,042.66	\$ 718,304.30	\$ 13,060,078.18	\$ 60,834,293.33	\$ 2,270,434.66	\$ 3,672,761.95	\$ 66,777,489.93	\$ 79,837,568.11

7. CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación económico – social indican que el proyecto es rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debido a ahorros en el tiempo de recorrido de viaje para los usuarios y ahorros en costos de litro gasolina consumida, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

Con la modernización del “Nodo Vial López Mateos – Periférico” se espera que mejoren las condiciones de circulación del tránsito local y en mayor medida del tránsito de largo itinerario; también se estimulará el desarrollo económico de la región, al contar con una comunicación de mejores características que eleve la seguridad y permita hacer más eficiente el tráfico vehicular de la zona.

En síntesis, con la **Construcción de la Solución Vial en el Circuito Av. López Mateos, Segunda Etapa en los Municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque y Tlajomulco de Zúñiga**, la operación del tránsito se verá beneficiada en los siguientes aspectos:

- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los costos de operación en los diferentes tipos de vehículo.
- Se Agilizará el tránsito local de la Zona Metropolitana de Guadalajara.
- El aforo de los vehículos será fluida, reduciendo significativamente la posibilidad de accidentes.

El rendimiento social se expresa en:

- La reducción del tiempo de desplazamiento.
- Una disminución de la accidentalidad.
- Una mejora en el aforo vial de la ZMG.
- Una menor contaminación.
- Un mejor consumo de energía.
- La mejor convivencia ciudadana (los estratos sociales conviven en este sistema). Un mejor espacio urbano.

Estos beneficios terminan expresándose en un aumento de la productividad del trabajo en la ZMG, ya que el tiempo es una de las variables que entran como insumo en una función de

producción. Por todo lo anterior, se recomienda la realización del proyecto de inversión “Nodo Vial Periférico Sur – López Mateos” con los alcances planteados en este informe.