

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

3. SITUACIÓN SIN PROYECTO

En este apartado se describirán las medidas de optimización²³ que mejorarían la operación del sistema de transporte. Se describirá la oferta, la demanda y la interacción oferta - demanda en la situación sin proyecto. Finalmente, se analizan las alternativas de solución que disminuyan el problema público identificado.

3.1 OPTIMIZACIONES

La optimización planteada consiste en adecuaciones de la frecuencia y cambios en recorrido de las rutas; esta optimización no tiene costos de inversión.

En las adecuaciones de la frecuencia (vehículos por hora) del transporte público, se disminuyó la flota en operación de cada ruta en función de la demanda observada. El ajuste de las frecuencias se realizó manteniendo los estándares de servicios actuales en términos de los intervalos y del nivel de ocupación vehicular.

Se determinaron las capacidades adecuadas para satisfacer la demanda durante los períodos pico, con base en el perfil de la utilización de las unidades a lo largo de los recorridos y las variaciones horarias; de esta forma, se definieron estándares mínimos de frecuencia.

En los períodos de máxima demanda, se planteó una frecuencia variable en función de la demanda, con un límite inferior de 4 minutos - es decir un intervalo máximo entre servicios de 15 minutos - . Además, se consideró una ocupación promedio del 80%, en las horas de máxima demanda.

²³ Una optimización "consiste en la descripción de medidas administrativas, técnicas, operativas, así como inversiones de bajo costo (menos del 10% del monto total de inversión), entre otras, que serían realizadas en caso de no llevar a cabo el programa o proyecto de inversión"; conforme a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, Sección II: Tipos de Proyectos y Programas de Inversión. Diario Oficial de la Federación, Primera Sección, viernes 27 de abril de 2012.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

3.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA

Con la optimización propuesta, se mantendría la misma cantidad de rutas que en la situación actual; en la zona de influencia del corredor se consideran 59 rutas, tanto en la situación actual y como en la sin proyecto. También, la longitud de la red de rutas se mantiene en ambas situaciones y es de 2,378 km; la variación se presenta en la flota en operación, disminuyendo en 64 unidades. Esto repercute en los kilómetros recorridos y por tanto, los costos operativos de los vehículos que dejan de circular.

A continuación se presenta un cuadro comparativo del transporte público entre la situación actual y la situación optimizada para la zona analizada.

Tabla 33 Comparación entre la situación actual y la situación optimizada del proyecto

| Situación | Rutas | Longitud de la red en kilómetros | Flota en operación en el año 2012 | Kilómetros recorridos al año |
|------------|-------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Actual | 59 | 2,378 | 908 | 83,960,944 |
| Optimizada | 59 | 2,378 | 844 | 77,925,253 |
| Diferencia | 0 | 0 | 64 | 6,035,691 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Las optimizaciones propuestas modifican exclusivamente la oferta actual. Por lo tanto, la demanda en situación optimizada es la misma que en la situación actual.

3.4 INTERACCIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

Para el año 2013, el tiempo total promedio por viaje de un usuario de transporte público en la situación optimizada será de 72.23 minutos. En este mismo año, el COV del transporte público y del transporte privado correspondería a 4,998.6 millones de pesos, el valor del tiempo de los pasajeros sería de 4,159.8 millones de pesos y el CGV total estimado sería de 9,158.5 millones de pesos.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tabla 34 Costo de operación vehicular, valor del tiempo y costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto en millones de pesos

| Año | COV | Tiempo | CGV |
|------|----------|----------|----------|
| 2013 | 4,998.6 | 4,159.8 | 9,158.5 |
| 2014 | 5,204.6 | 4,377.4 | 9,582.0 |
| 2015 | 5,420.0 | 4,606.6 | 10,026.6 |
| 2016 | 5,645.1 | 4,848.2 | 10,493.4 |
| 2017 | 5,880.6 | 5,102.9 | 10,983.5 |
| 2018 | 6,164.3 | 5,349.3 | 11,513.7 |
| 2019 | 6,465.2 | 5,610.4 | 12,075.7 |
| 2020 | 6,784.4 | 5,887.3 | 12,671.6 |
| 2021 | 7,122.9 | 6,181.0 | 13,303.9 |
| 2022 | 7,482.1 | 6,492.8 | 13,974.9 |
| 2023 | 7,863.4 | 6,823.9 | 14,687.2 |
| 2024 | 8,268.0 | 7,175.7 | 15,443.7 |
| 2025 | 8,697.5 | 7,549.9 | 16,247.4 |
| 2026 | 9,153.6 | 7,947.9 | 17,101.4 |
| 2027 | 9,637.8 | 8,371.5 | 18,009.3 |
| 2028 | 9,596.0 | 8,441.7 | 18,037.7 |
| 2029 | 9,555.0 | 8,515.3 | 18,070.3 |
| 2030 | 9,514.9 | 8,592.3 | 18,107.2 |
| 2031 | 9,475.7 | 8,672.7 | 18,148.4 |
| 2032 | 9,437.3 | 8,756.8 | 18,194.1 |
| 2033 | 9,399.9 | 8,844.4 | 18,244.3 |
| 2034 | 9,363.3 | 8,935.7 | 18,298.9 |
| 2035 | 9,327.5 | 9,030.7 | 18,358.2 |
| 2036 | 9,292.6 | 9,129.6 | 18,422.2 |
| 2037 | 9,258.6 | 9,232.3 | 18,490.9 |
| 2038 | 9,525.0 | 9,473.7 | 18,998.7 |
| 2039 | 9,799.2 | 9,722.9 | 19,522.2 |
| 2040 | 10,081.7 | 9,980.2 | 20,061.9 |
| 2041 | 10,372.5 | 10,245.8 | 20,618.3 |
| 2042 | 10,672.1 | 10,520.0 | 21,192.1 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

El resultado de la optimización en la zona de influencia es la reducción de CGV en comparación con la situación actual.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tabla 35 CGV en la situación actual, sin proyecto y la diferencia entre situaciones en el horizonte de evaluación en millones de pesos.

| Año | Situación actual (a) | Situación optimizada (b) | Diferencia (a - b) |
|------|----------------------|--------------------------|--------------------|
| 2013 | 9,311.6 | 9,158.5 | 153.2 |
| 2014 | 9,756.5 | 9,582.0 | 174.5 |
| 2015 | 10,223.5 | 10,026.6 | 197.0 |
| 2016 | 10,714.0 | 10,493.4 | 220.6 |
| 2017 | 11,229.0 | 10,983.5 | 245.5 |
| 2018 | 11,766.7 | 11,513.7 | 253.1 |
| 2019 | 12,336.4 | 12,075.7 | 260.7 |
| 2020 | 12,940.1 | 12,671.6 | 268.4 |
| 2021 | 13,580.1 | 13,303.9 | 276.2 |
| 2022 | 14,258.8 | 13,974.9 | 283.9 |
| 2023 | 14,978.8 | 14,687.2 | 291.6 |
| 2024 | 15,743.0 | 15,443.7 | 299.2 |
| 2025 | 16,554.1 | 16,247.4 | 306.7 |
| 2026 | 17,415.5 | 17,101.4 | 314.0 |
| 2027 | 18,330.4 | 18,009.3 | 321.1 |
| 2028 | 18,366.1 | 18,037.7 | 328.4 |
| 2029 | 18,406.1 | 18,070.3 | 335.8 |
| 2030 | 18,450.6 | 18,107.2 | 343.4 |
| 2031 | 18,499.6 | 18,148.4 | 351.1 |
| 2032 | 18,553.1 | 18,194.1 | 359.0 |
| 2033 | 18,611.3 | 18,244.3 | 367.0 |
| 2034 | 18,674.1 | 18,298.9 | 375.2 |
| 2035 | 18,741.8 | 18,358.2 | 383.5 |
| 2036 | 18,814.3 | 18,422.2 | 392.1 |
| 2037 | 18,891.6 | 18,490.9 | 400.7 |
| 2038 | 19,405.0 | 18,998.7 | 406.3 |
| 2039 | 19,933.9 | 19,522.2 | 411.7 |
| 2040 | 20,478.9 | 20,061.9 | 417.0 |
| 2041 | 21,040.5 | 20,618.3 | 422.2 |
| 2042 | 21,619.2 | 21,192.1 | 427.1 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

3.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

De acuerdo con el análisis de la movilidad en el corredor Zapopan – Guadalajara – Tlaquepaque, y buscando disminuir la problemática de altos CGV, se exploraron tres alternativas de solución que mejoren el actual sistema de transporte de pasajeros:

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

- **BRT (Bus Rapid Transit)**

Sistema de transporte masivo que transita en las vialidades existentes, haciendo uso exclusivo de uno o dos carriles de circulación, según la configuración del sistema, con confinamiento parcial. (Capacidad de las unidades: 160-240 pasajeros).

- **Tranvía**

Sistema férreo de transporte masivo urbano que circula paralelamente en las vialidades existentes y en un carril exclusivo con confinamiento parcial. (Capacidad de las unidades: 200-400 pasajeros).

- **Tren ligero**

Sistema férreo de transporte masivo que opera con confinamiento integral, por lo que puede circular a velocidad comercial alta y regularidad alta. (Capacidad de las unidades: 500 pasajeros para éste caso de análisis).

La finalidad de estas tres alternativas es atender a la cantidad de personas que viajan hoy y en el futuro por el corredor, buscando disminuir sus tiempos de traslado y los costos operativos, con mayor fiabilidad, comodidad y seguridad para cada viaje.

En este sentido, el sistema BRT guarda ciertas diferencias con las alternativas ferroviarias, que lo hacen cualitativa y cuantitativamente diferente al tranvía y al tren ligero. En la siguiente tabla se muestra un comparativo entre las alternativas Tren Ligero y BRT.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tabla 36 Comparativo Tren ligero - BRT

| Tren ligero | BRT |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor velocidad comercial y constante a mediano y largo plazo. ▪ Mayor regularidad. ▪ Mayor comodidad. ▪ Mayor capacidad actual y futura. ▪ Menor contaminación. ▪ Mayor seguridad por ser un sistema de transporte integralmente confinado. ▪ Modernización de la imagen urbana y del transporte público. ▪ Menores afectaciones por el túnel que cruza el centro histórico. ▪ Se elimina la totalidad del transporte público superficial a lo largo del corredor, en particular en el centro histórico. ▪ Mayor vida útil del material rodante (de hasta 40 años). ▪ Mayor vida útil de la infraestructura (superior a 100 años). ▪ Sin impacto sobre la capacidad de las vialidades. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor monto de inversión (2,200 millones de pesos para el BRT contra 15,200 millones de pesos para el Tren ligero). ▪ Menor tiempo de construcción (2 años del BRT contra 3.3 años del Tren ligero). ▪ Menor afectación urbana por no construir un viaducto elevado. ▪ Posibilidad de integrar al sistema BRT a los actuales operadores. |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

Para dar servicio a volúmenes importantes de demanda, un sistema BRT requiere que se aumente la frecuencia de paso de los autobuses, lo que en el mediano plazo saturaría el carril confinado, generando un convoy de unidades y aumentando la variabilidad de los tiempos de viaje de los usuarios. Ésta saturación se puede mitigar o anular con la implementación de un carril de rebase. Sin embargo, la implementación de un carril adicional en el corredor en estudio es complicada porque disminuye la capacidad de la vialidad para la circulación de los vehículos privados y las secciones transversales en las vialidades del centro de Guadalajara limitan la incorporación de otro carril.

El Tren Ligero es una tecnología con características similares al Tranvía en cuanto al material rodante que utilizan. Las capacidades de pasajeros que pueden transportar ambos sistemas son mayores a las del BRT; la principal diferencia entre ambos sistemas radica en que el Tren Ligero está segregado de las

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

vialidades a nivel de calle por medio de túneles o viaductos. El Tranvía es un sistema de transporte masivo a nivel de calle, más parecido al sistema BRT.

Una diferencia de operación significativa entre el Tranvía y el BRT es que, la mayor capacidad de pasajeros de las unidades del primero (hasta 400 pasajeros), permite el manejo más eficiente de frecuencias respecto al BRT. El Tranvía puede operar con intervalos del orden de 4 minutos para la demanda estimada del corredor, lo que permite implementar soluciones de control de operación garantizando los tiempos de recorrido a lo largo del día y garantizando la calidad del servicio. Al contrario, para el BRT se requeriría intervalos del orden 1:30 minutos para satisfacer la demanda del corredor. Con este intervalo, es difícil implementar soluciones de tránsito eficientes.

En la siguiente tabla se muestran las similitudes y las diferencias entre el Tranvía y el Tren Ligero.

Tabla 37 Similitudes y diferencias entre el tranvía y el tren ligero

| Similitudes | Diferencias |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor regularidad. ▪ Mayor comodidad. ▪ Mayor capacidad actual y futura. ▪ Menor contaminación. ▪ Mayor seguridad. ▪ Modernización de la Imagen urbana y del transporte público. ▪ Mayor vida útil del material rodante (de hasta 40 años). ▪ Mayor vida útil de la Infraestructura (superior a 40 años). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menor monto de inversión del Tranvía (7,800 millones de pesos para el Tranvía contra 15,200 millones de pesos para el Tren ligero). ▪ Menor afectación urbana por no construir un viaducto elevado del Tranvía. ▪ Mayor invasión de la imagen urbana en el centro histórico del Tranvía. ▪ Ocupación de un carril por sentido del Tranvía. |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

El BRT presenta una serie de desventajas operativas en el corto y mediano plazo, respecto a la solución de Tren Ligero; entre las que destacan las siguientes:

- Menor velocidad comercial (18km/hora del BRT contra 35km/hora del Tren ligero).
- Menor regularidad del BRT por la convivencia operativa con el tránsito y peatones.
- Impacto negativo sobre las vialidades en las que opera, particularmente en el Centro Histórico por disminuir el número de carriles disponibles.
- Menor umbral de capacidad (saturación en el mediano plazo).

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

- Menor vida útil del material rodante y de la infraestructura del BRT.

Por lo antes expuesto, y en la búsqueda de alternativas que puedan ser comparables al proyecto de Tren Ligero, el BRT se descarta como solución a los problemas identificados (altos CGV y emisiones de CO₂) en el corredor Zapopan – Guadalajara – Tlaquepaque.

El análisis de alternativas de solución que se describirá a continuación, se centrará en las opciones Tranvía y Tren Ligero, porque ambas guardan mayores similitudes, tanto técnica, como operativamente.

En la descripción que a continuación se presenta, se hacen cuatro supuestos; el primero es que la longitud de cada una de las alternativas será idéntica (22 km), el segundo es que contarán con el mismo número de estaciones, el tercero es que cada proyecto atenderá a la misma demanda de servicios y el último es que se considera un horizonte de evaluación de 30 años; todos estos supuestos se realizan para hacer comparables los proyectos.

i. Alternativa Tranvía

a) Descripción general del Tranvía

Para la implementación de un proyecto de Tranvía, sería necesario modificar las vialidades actuales, integrando una vía férrea en un carril exclusivo, que cuente con un sistema de alimentación energética. Además, tendrían que construirse estaciones a lo largo del corredor a nivel de la calle, construir los patios y talleres e invertir y reinvertir en el material rodante necesario para atender la demanda creciente de servicios.

b) Costos del Tranvía

La inversión en un sistema de transporte mediante Tranvía en la zona analizada, duraría 39 meses; iniciando en el segundo semestre de 2013 y finalizando en el último mes de 2016.

Los costos del Tranvía se presentan a continuación en pesos de 2013.

- Inversión en infraestructura: 5,894,397,884 pesos.
- Proyecto ejecutivo: 83,000,000 pesos.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

- Costos de liberación de derecho de vía: 442,411,500 pesos.
- Inversión en material rodante: 18 trenes a un costo total de 1,386,000,000 pesos.

Los costos totales de inversión serían de 7,805,809,384 pesos. Además, será necesario incurrir en costos de operación y mantenimiento anuales. Los costos de operación y mantenimiento del sistema, en el primer año de operación (2017) serían de 119,889,241 pesos.

c) CGV para la alternativa Tranvía

Para la estimación del CGV del proyecto con la alternativa de Tranvía, se consideró ocupar un carril por sentido a lo largo de las vialidades del corredor Zapopan - Guadalajara - Tlaquepaque; el supuesto detrás de la implementación del sistema es que este tendrá exclusividad sobre el transporte de pasajeros en todo el corredor, lo que implica la modificación de las actuales rutas de transporte de pasajeros. Esto tiene dos efectos; el primero es que se disminuirá la congestión vehicular generada por el transporte público que ya no circulará por las vialidades estudiadas y el segundo efecto es que, con el paso del tiempo, incrementará los tiempos de viaje de los vehículos privados por la falta de un carril (que ocupa el Tranvía).

Las experiencias internacionales muestran que la implementación de un tranvía es parte de una política global de voluntad de reducción del uso del automóvil, castigando la circulación del automóvil por la reducción de un carril, acompañado por políticas de tarificación en estacionamiento en los centros, de cuota urbana, de zonas de bajo velocidad, precio de la gasolina y tenencia de vehículos. A corto plazo los impactos sobre el tránsito son negativos, generando un aumento en los costos generalizados de transporte. A mediano plazo, los efectos sobre la movilidad varían según la ciudad; algunas no han conocido un cambio modal significativo y sigan con altos CGV, otras han reducido la parte modal del automóvil reduciendo en el tiempo los CGV.

La estimación de CGV a lo largo del horizonte de evaluación para la alternativa Tranvía, se presenta a continuación.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tabla 38 CGV estimado de la alternativa Tranvía en millones de pesos

| Año | COV (a) | Tiempo (b) | CGV (a+b) |
|------|----------|------------|-----------|
| 2017 | 8,611.4 | 6,707.1 | 15,318.5 |
| 2018 | 8,818.2 | 6,806.4 | 15,624.6 |
| 2019 | 9,030.0 | 7,016.9 | 16,046.9 |
| 2020 | 9,247.1 | 7,233.9 | 16,481.0 |
| 2021 | 9,469.5 | 7,457.6 | 16,927.1 |
| 2022 | 9,697.4 | 7,688.3 | 17,385.7 |
| 2023 | 9,930.9 | 7,926.1 | 17,857.0 |
| 2024 | 10,170.2 | 8,171.3 | 18,341.4 |
| 2025 | 10,415.3 | 8,424.1 | 18,839.4 |
| 2026 | 10,666.5 | 8,684.7 | 19,351.2 |
| 2027 | 10,923.8 | 8,953.4 | 19,877.3 |
| 2028 | 11,097.8 | 9,178.3 | 20,276.1 |
| 2029 | 11,274.6 | 9,365.6 | 20,640.3 |
| 2030 | 11,454.3 | 9,556.8 | 21,011.1 |
| 2031 | 11,636.9 | 9,751.9 | 21,388.8 |
| 2032 | 11,822.4 | 9,951.0 | 21,773.3 |
| 2033 | 12,010.9 | 10,154.1 | 22,165.0 |
| 2034 | 12,202.4 | 10,361.4 | 22,563.8 |
| 2035 | 12,397.0 | 10,572.9 | 22,969.9 |
| 2036 | 12,594.8 | 10,788.7 | 23,383.5 |
| 2037 | 12,795.8 | 11,009.0 | 23,804.7 |
| 2038 | 12,925.5 | 11,185.5 | 24,110.9 |
| 2039 | 13,056.6 | 11,335.8 | 24,392.4 |
| 2040 | 13,189.1 | 11,488.2 | 24,677.3 |
| 2041 | 13,323.1 | 11,642.7 | 24,965.9 |
| 2042 | 13,458.6 | 11,799.4 | 25,258.0 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

ii. Alternativa Tren ligero

a) Descripción general del Tren Ligero

Para llevar a cabo un proyecto de Tren Ligero es necesario invertir en la vía férrea, en un sistema alimentación energética, construir la infraestructura de los túneles, de los viaductos, de las estaciones (ya sean a nivel, elevadas o subterráneas), de los patios y talleres y adquirir el material rodante a lo largo de la vida útil.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

b) Costos del Tren Ligero

Para la alternativa de proyecto Tren Ligero, se consideró el mismo tiempo de inversión que en la alternativa Tranvía (40 meses), iniciando en el segundo semestre de 2013 y finalizando en el último mes de 2016.

Los costos del Tren Ligero se presentan a continuación en pesos de 2013.

- Inversión en infraestructura: 13,340,977,773 pesos.
- Proyecto ejecutivo: 83,000,000 pesos.
- Costos de liberación de derecho de vía: 442,411,500 pesos.
- Inversión en material rodante: 18 trenes a un costo total de 1,386,000,000 pesos.

Los costos totales de inversión serían de 15,252,389,273 pesos. Se tienen costos por molestias por 632.5 millones de pesos de 2013. Los costos de operación y mantenimiento del material rodante y de la infraestructura, en el primer año de operación (2017) serían de 280,647,049 pesos. Además, será necesario incurrir en costos de operación y mantenimiento mayor de la infraestructura cada 10 años y sería de 169,062,457 pesos en el año 2026.

c) CGV para la alternativa Tren Ligero

La implementación de la alternativa Tren Ligero, requeriría construir túneles, viaductos, 13 estaciones elevadas y 5 subterráneas; esto implicaría que el impacto en la movilidad de los vehículos de las vialidades sería nulo. Los CGV estimados a lo largo del horizonte de evaluación para la alternativa Tren Ligero, se presentan en la siguiente tabla.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tabla 39 CGV estimado de la alternativa Tren Ligero en millones de pesos

| Año | COV (a) | Tiempo (b) | CGV (a+b) |
|------|---------|------------|-----------|
| 2017 | 4,619.7 | 4,113.0 | 8,732.7 |
| 2018 | 4,746.5 | 4,268.4 | 9,014.9 |
| 2019 | 4,877.1 | 4,429.8 | 9,306.9 |
| 2020 | 5,011.5 | 4,597.4 | 9,608.9 |
| 2021 | 5,149.9 | 4,771.4 | 9,921.3 |
| 2022 | 5,292.4 | 4,952.1 | 10,244.5 |
| 2023 | 5,439.1 | 5,139.8 | 10,578.8 |
| 2024 | 5,590.1 | 5,334.7 | 10,924.8 |
| 2025 | 5,745.6 | 5,537.1 | 11,282.7 |
| 2026 | 5,905.7 | 5,747.3 | 11,653.0 |
| 2027 | 6,070.6 | 5,965.6 | 12,036.2 |
| 2028 | 6,196.2 | 6,106.4 | 12,302.6 |
| 2029 | 6,324.6 | 6,250.7 | 12,575.3 |
| 2030 | 6,455.8 | 6,398.4 | 12,854.2 |
| 2031 | 6,589.8 | 6,549.8 | 13,139.6 |
| 2032 | 6,726.8 | 6,704.8 | 13,431.6 |
| 2033 | 6,866.8 | 6,863.6 | 13,730.4 |
| 2034 | 7,009.9 | 7,026.3 | 14,036.1 |
| 2035 | 7,156.1 | 7,192.9 | 14,349.0 |
| 2036 | 7,305.5 | 7,363.6 | 14,669.1 |
| 2037 | 7,458.2 | 7,538.5 | 14,996.7 |
| 2038 | 7,576.9 | 7,669.3 | 15,246.3 |
| 2039 | 7,697.6 | 7,802.4 | 15,500.0 |
| 2040 | 7,820.2 | 7,937.9 | 15,758.1 |
| 2041 | 7,944.8 | 8,075.7 | 16,020.6 |
| 2042 | 8,071.5 | 8,216.0 | 16,287.5 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

iii. Análisis comparativo entre alternativas

En el análisis comparativo de los CGV estimados de las alternativas, se observa que el Tranvía genera mayores costos que el Tren Ligero; esto se debe, a que el primero convive con las vialidades urbanas, disminuyendo el flujo vehicular de los autos, mientras que el Tren Ligero no tiene relación con el tránsito del corredor.

8. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tabla 40 Comparativo de los CGV entre las alternativas propuestas en millones de pesos corrientes

| Año | Tranvía (a) | Tren ligero (b) | Diferencia (a - b) |
|------|-------------|-----------------|--------------------|
| 2017 | 15,318.5 | 8,732.7 | 6,585.8 |
| 2018 | 15,624.6 | 9,014.9 | 6,609.7 |
| 2019 | 16,046.9 | 9,306.9 | 6,740.0 |
| 2020 | 16,481.0 | 9,608.9 | 6,872.1 |
| 2021 | 16,927.1 | 9,921.3 | 7,005.8 |
| 2022 | 17,385.7 | 10,244.5 | 7,141.2 |
| 2023 | 17,857.0 | 10,578.8 | 7,278.2 |
| 2024 | 18,341.4 | 10,924.8 | 7,416.7 |
| 2025 | 18,839.4 | 11,282.7 | 7,556.7 |
| 2026 | 19,351.2 | 11,653.0 | 7,698.2 |
| 2027 | 19,877.3 | 12,036.2 | 7,841.1 |
| 2028 | 20,276.1 | 12,302.6 | 7,973.5 |
| 2029 | 20,640.3 | 12,575.3 | 8,065.0 |
| 2030 | 21,011.1 | 12,854.2 | 8,156.9 |
| 2031 | 21,388.8 | 13,139.6 | 8,249.2 |
| 2032 | 21,773.3 | 13,431.6 | 8,341.7 |
| 2033 | 22,165.0 | 13,730.4 | 8,434.6 |
| 2034 | 22,563.8 | 14,036.1 | 8,527.6 |
| 2035 | 22,969.9 | 14,349.0 | 8,620.9 |
| 2036 | 23,383.5 | 14,669.1 | 8,714.4 |
| 2037 | 23,804.7 | 14,996.7 | 8,808.0 |
| 2038 | 24,110.9 | 15,246.3 | 8,864.7 |
| 2039 | 24,392.4 | 15,500.0 | 8,892.3 |
| 2040 | 24,677.3 | 15,758.1 | 8,919.2 |
| 2041 | 24,965.9 | 16,020.6 | 8,945.3 |
| 2042 | 25,258.0 | 16,287.5 | 8,970.5 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

Finalmente, en la comparativa del valor presente de los costos de ambos proyectos, se observa que el Tranvía tiene menores costos de inversión y de operación y mantenimiento; sin embargo, el Tren Ligero presenta menores CGV. La diferencia de las sumas de los tres conceptos, es el Tren Ligero quien menores costos totales a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 41 Comparativo de los costos entre alternativas en valor presente (pesos de 2013)

| Alternativa | Inversión (a) | Costos de operación y mantenimiento (b) | CGV (c) | Total de costos (a+b+c) |
|-------------|-----------------|-----------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Tranvía | -6,265,999,751 | -816,393,359 | -161,312,744,312 | -168,395,137,422 |
| Tren Ligero | -11,953,331,310 | -1,795,051,678 | -96,223,624,198 | -109,972,007,186 |

Fuente: Consorcio Senermex - Transconsult 2013

Del análisis de la información antes expuesta, se recomienda evaluar la alternativa de Tren Ligero.