

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 30 Mantenimiento de la Alternativa B

| Mantenimiento Alternativa A | | | |
|-----------------------------|---|---|----------------|
| Mantenimiento | Periodo | Descripción | Monto S/IVA |
| Rutinario | 1 año | Limpieza de las juntas de dilatación, limpieza de la superficie de rodadura, bacheo superficial aislado, bacheo superficial profundo, señalamiento horizontal y pintura en columnas. | \$457,900.00 |
| Conservación Periódica | 3 años | Limpieza de las juntas de dilatación, reposición del sello de juntas de dilatación, limpieza de la superficie de rodadura, bacheo superficial aislado, bacheo superficial profundo, renivelaciones, señalamiento horizontal y pintura en traveses y columnas. | \$941,100.00 |
| Rehabilitación | 10 años | Reposición de las juntas de dilatación, limpieza de la superficie de rodadura, fresado del pavimento, base hidráulica, reposición de la carpeta asfáltica, señalamiento horizontal y pintura en traveses y columnas. | \$5,150,800.00 |
| Reconstrucción | Para efecto de este proyecto no se considerará una reconstrucción como mantenimiento, ya que de ser así, se tendría de nuevo el inicio del presente estudio, siendo que, como mantenimiento mayor se contempla una rehabilitación cada 10 años. | | |

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

2. Costos por molestia

Como se mencionó anteriormente, se toman en cuenta costos por molestia derivado de llevar a cabo los trabajos de ejecución del proyecto, ya que se genera congestión al no contar con la disponibilidad del 100% de la oferta del camino.

Los trabajos a realizar durante el periodo de ejecución de la alternativa B, son los siguientes:

OBRAS INDUCIDAS

Identificación y marcación de las obras inducidas comunes y especiales, señalándolas con marcas de cal o pintura, según sea el caso.

- Retiro y reubicación de instalaciones de CFE
- Retiro y reubicación de instalaciones de líneas telefónicas
- Retiro y reubicación de registros y líneas de agua potable y alcantarillado
- Colocación de lámparas en piso
- Retiro y reubicación de semáforo

ESTRUCTURAS

Demoliciones y desmantelamientos: Se llevarán a cabo los trabajos para deshacer y desmontar la estructura actual, seleccionando y estibando los materiales aprovechables.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

- Material de concreto hidráulico simple
- Material de concreto hidráulico reforzado
- Material de pavimento
- Parapetos
- Lámparas en piso
- Retiro de pasto sintético
- Desbaste de la cimentación
- Demolición de juntas
- Retiro de traveses
- Retiro de luminarias
- Retiro de cazoleta y accesorios de apoyos

Desmante: Se llevará a cabo la remoción de vegetación existente en derecho de vía con el objeto de impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad.

Excavación: se realizarán las excavaciones para alojar las zapatas del puente vehicular en el eje de comunas protegiéndola de inundaciones y asegurando su estabilidad para evitar derrumbes. Además, se llevarán a cabo los trabajos de perforación para pilas de cimentación de 1.20 m de diámetro con profundidades variables.

Recompactación: En la superficie descubierta al despalmar se llevará a cabo una recompactación al 90% AASTHO estándar.

Acero para concreto hidráulico: Suministro y armado de los elementos estructurales con acero de $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$:

- Guarniciones y remates de parapeto
- Reforzamiento de la cimentación
- Acero en pilotes

Concreto hidráulico: Se suministrará y colocará concreto hidráulico en diferentes resistencias dependiendo del elemento estructural en los siguientes elementos:

- Guarniciones y remates de parapeto
- Zapatas
- Pilotes
- Pilas de 1.20 m de diámetro por 25 m de longitud
- Cabezales de $f_c=250 \text{ kg/cm}^2$
- Losa plana en superestructura de 20 cm de espesor con concreto hidráulico de 300 kg/cm^2 y agregado máximo de 20 mm (3/4")
- Parapeto sobre losa

φ

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Elementos estructurales prefabricados:

- Montaje de las trabes tipo cajón de $f'c=350$ kg/cm² formadas por la combinación de concreto hidráulico y acero de refuerzo para formar una estructura con las propiedades indicadas en el proyecto.
- Placas de neopreno de 30 x 30
- Placa de neopreno integral dureza de 40 x 40
- Junta de calzada tipo matrix 502 con ancho de 50 cm
- Junta de calzada tipo matrix 502 de 58 cm de ancho

PAVIMENTOS

Base hidráulica: formación de la capa de apoyo de materiales pétreos seleccionados compactados al 100% AASTHO modificada.

Carpeta asfáltica: carpeta con mezcla en caliente compactada el 95% de su PVM de 10 cm de espesor.

ESTRUCTURAS SOBRE EL PAVIMENTO

Parapeto: Parapeto metálico de acero galvanizado

Estructura de acero: tubería de acero galvanizado de 12.7 cm de diámetro cedula 40 para diafragmas

SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Raya separadora de carriles discontinua de 15 cm de ancho color blanco reflejante
- Raya discontinua a la orilla del arroyo vial de 15 cm de ancho en color blanco reflejante
- Flechas sencillas sobre el pavimento
- Botón retorreflejante de 10 x 10 cm color amarillo en material plástico ABS sin perno con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito
- Bolardos para confinar el carril del mexibus
- Señales preventivas

SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO

Luminarias: Suministro y colocación de luminaria solar marca DIANMING modelo AIO2 de 40 watts de potencia tipo integral o todo en uno, fabricada en aluminio anodizado con grados de protección IP66 e IK09, de 18.5 kg de peso con las medidas de largo de 925 mm, ancho de 495 mm y alto de 120 mm.

La ejecución de estos trabajos consistirá en 11 meses, por lo tanto, los costos por molestia de la Alternativa B son:

φ



Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 31 Calendario de Actividades de la Alternativa B

| CONCEPTO | IMPORTE | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 |
|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| TERRACERÍAS | \$5,907,364.96 | | | \$1,476,841.24 | \$1,476,841.24 |
| ESTRUCTURAS | \$59,708,559.51 | \$1,745,799.65 | \$2,660,003.22 | \$6,765,691.75 | \$5,684,000.00 |
| PAVIMENTOS | \$4,671,436.00 | | | | |
| SEÑALAMIENTO | \$176,111.20 | | | | |
| ALUMBRADO | \$1,008,040.00 | | | | |
| OBRAS INDUCIDAS | \$4,528,488.33 | \$3,306,000.00 | \$669,005.93 | | |
| TOTAL, MENSUAL | | \$5,051,799.65 | \$3,329,009.15 | \$8,242,532.99 | \$7,160,841.24 |
| TOTAL, ACUMULADO | \$76,000,000.00 | \$5,051,799.65 | \$8,380,808.80 | \$16,623,341.79 | \$23,784,183.03 |

| CONCEPTO | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| TERRACERÍAS | \$1,476,841.24 | \$1,476,841.24 | | |
| ESTRUCTURAS | \$5,684,000.00 | \$2,633,200.00 | \$10,732,973.66 | N\$ 10,732,973.66 |
| PAVIMENTOS | | | | |
| SEÑALAMIENTO | | | | |
| ALUMBRADO | | | | |
| OBRAS INDUCIDAS | | | | |
| TOTAL, MENSUAL | \$7,160,841.24 | \$4,110,041.24 | \$10,732,973.66 | \$10,732,973.66 |
| TOTAL, ACUMULADO | \$30,945,024.27 | \$35,055,065.51 | \$45,788,039.17 | \$56,521,012.83 |

| CONCEPTO | MES 9 | MES 10 | MES 11 |
|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| TERRACERÍAS | | | |
| ESTRUCTURAS | \$13,069,917.57 | | |
| PAVIMENTOS | \$5,716.48 | \$1,205,820.00 | \$3,459,899.52 |
| SEÑALAMIENTO | | | \$176,111.20 |
| ALUMBRADO | | \$1,008,040.00 | |
| OBRAS INDUCIDAS | | | \$553,482.40 |
| TOTAL, MENSUAL | \$13,075,634.05 | \$2,213,860.00 | \$4,189,493.12 |
| TOTAL, ACUMULADO | \$69,596,646.88 | \$71,810,506.88 | \$76,000,000.00 |

Tabla 32 Costos por molestia de la Alternativa B

| Alternativa | Tiempo de ejecución (Meses) | Costo por Molestia mensual | Costo por Molestia Total |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Alternativa B | 11 | \$3,653,945.93 | \$43,847,351.14 |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2019

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

3. CAE

Se realizó el análisis del Costo Anual Equivalente (CAE) de la propuesta B, el cual se presenta a continuación:

Tabla 33 Costo Anual Equivalente de la Alternativa B

| Alternativa B | | | | | | |
|---------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Año | Inversión C/IVA | Inversión S/IVA | | Tasa de descuento | Vida útil (Años) | |
| | \$ 76,000,000.00 | \$ 65,517,241.38 | | 10.00% | 50 | |
| | Inversión | Mantenimiento | Molestias | Total | VPC | CAE |
| 0 | \$ 65,517,241.38 | \$ - | \$ 40,193,405.21 | \$ 105,710,646.59 | \$ 105,710,646.59 | \$ 10,661,888.50 |
| 1 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 416,272.73 | \$ 41,984.92 |
| 2 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 378,429.75 | \$ 38,168.11 |
| 3 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 344,027.05 | \$ 34,698.28 |
| 4 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 642,783.96 | \$ 64,830.66 |
| 5 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 284,319.87 | \$ 28,676.27 |
| 6 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 258,472.61 | \$ 26,069.33 |
| 7 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 482,933.11 | \$ 48,708.23 |
| 8 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 213,613.73 | \$ 21,544.90 |
| 9 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 194,194.30 | \$ 19,586.28 |
| 10 | | \$ 5,150,800.00 | | \$ 5,150,800.00 | \$ 1,985,856.38 | \$ 200,291.83 |
| 11 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 160,491.16 | \$ 16,187.01 |
| 12 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 145,901.05 | \$ 14,715.46 |
| 13 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 272,603.15 | \$ 27,494.53 |
| 14 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 120,579.38 | \$ 12,161.54 |
| 15 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 109,617.62 | \$ 11,055.94 |
| 16 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 204,810.78 | \$ 20,657.05 |
| 17 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 90,593.07 | \$ 9,137.14 |
| 18 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 82,357.34 | \$ 8,306.49 |
| 19 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 153,877.37 | \$ 15,519.94 |
| 20 | | \$ 5,150,800.00 | | \$ 5,150,800.00 | \$ 765,633.60 | \$ 77,221.17 |
| 21 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 61,876.29 | \$ 6,240.79 |
| 22 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 115,610.35 | \$ 11,660.36 |
| 23 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 51,137.43 | \$ 5,157.68 |
| 24 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 46,488.57 | \$ 4,688.80 |
| 25 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 86,859.76 | \$ 8,760.60 |
| 26 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 38,420.31 | \$ 3,875.04 |
| 27 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 34,927.55 | \$ 3,522.76 |
| 28 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 65,259.03 | \$ 6,581.97 |
| 29 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 28,865.75 | \$ 2,911.38 |
| 30 | | \$ 5,150,800.00 | | \$ 5,150,800.00 | \$ 295,184.90 | \$ 29,772.10 |
| 31 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 49,030.07 | \$ 4,945.13 |
| 32 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 21,687.26 | \$ 2,187.36 |
| 33 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 19,715.69 | \$ 1,988.51 |
| 34 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 36,837.02 | \$ 3,715.35 |
| 35 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 16,293.96 | \$ 1,643.40 |
| 36 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 14,812.69 | \$ 1,494.00 |
| 37 | | \$ 1,399,000.00 | | \$ 1,399,000.00 | \$ 41,142.28 | \$ 4,149.58 |
| 38 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 12,241.89 | \$ 1,234.71 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | |
|--------------|--|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 39 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 11,128.99 | \$ 1,122.46 |
| 40 | | \$ 5,150,800.00 | | \$ 5,150,800.00 | \$ 113,806.56 | \$ 11,478.44 |
| 41 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 9,197.52 | \$ 927.65 |
| 42 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 8,361.38 | \$ 843.32 |
| 43 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 15,622.49 | \$ 1,575.67 |
| 44 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 6,910.23 | \$ 696.96 |
| 45 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 6,282.03 | \$ 633.60 |
| 46 | | \$ 1,399,000.00 | | \$ 1,399,000.00 | \$ 17,448.34 | \$ 1,759.83 |
| 47 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 5,191.76 | \$ 523.64 |
| 48 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 4,719.78 | \$ 476.03 |
| 49 | | \$ 941,100.00 | | \$ 941,100.00 | \$ 8,818.49 | \$ 889.43 |
| 50 | | \$ 457,900.00 | | \$ 457,900.00 | \$ 3,900.64 | \$ 393.42 |
| Total | | \$ 49,347,200.00 | \$ 40,193,405.21 | \$ 155,057,846.59 | \$ 114,265,793.60 | \$ 11,524,753.56 |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2019

De acuerdo a lo anterior, la comparativa del Costo Anual Equivalente (CAE) de ambas alternativas, determina que la Alternativa A es la apropiada en realizarse al resultar menor que la Alternativa B.

Tabla 34 Costo Anual Equivalente de las Alternativas

| Costo Anual Equivalente | |
|--|------------------------|
| Indicador | Valor |
| Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa A: Reforzamiento de la estructura actual | \$6,613,944.32 |
| Costo Anual Equivalente (CAE) de la alternativa B: Estructura nueva | \$11,524,753.56 |

Fuente: Elaboración propia

La propuesta seleccionada (Alternativa A) "Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco" con fibras de carbono es la apropiada en realizarse, ya que el monto de inversión es menor principalmente y las molestias generadas son mínimas en comparación de llevar a cabo la construcción inicial del puente vehicular. Se puede observar que el tiempo de ejecución de los trabajos se eleva considerablemente en la alternativa B, lo cual genera congestión y hasta cierre en los laterales de la Av. José López Portillo provocando que los usuarios que circulan por dicha avenida cuenten con altos tiempos de traslado y elevados costos de viaje. Además, al ser una vialidad que atiende a usuarios de largo y corto itinerario propiciaría el congestionamiento en avenidas paralelas, ya que los usuarios se verían obligados a buscar rutas alternas provocando el aumento de volumen vehicular en ellas.

El análisis del Costo Anual Equivalente, demuestra que la alternativa ideal para ejecutarse es la alternativa A al contar con un CAE de \$6,613,944.32 el cual resulta menor al de la alternativa B que cuenta con un valor de \$11,524,753.56.

Existen diferentes razones técnicas para llevar a cabo la ejecución de los trabajos con reforzamiento en las trabes y columnas del puente vehicular, como: Aumenta la capacidad de carga en puentes ante la actualización de cargas vehiculares, no se corroe, es fácil de transportar e instalar, tiene bajo peso propio e incrementa la resistencia por sismos.

IV. Situación con el Proyecto

a) Descripción General

De acuerdo a los Lineamientos para la elaboración y presentación de los Análisis Costo y Beneficio de los Programas y Proyectos de Inversión, se tiene que el presente proyecto corresponde Proyectos de Infraestructura económica.

| | | |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Tipo de PPI: | <input checked="" type="checkbox"/> | Infraestructura económica |
| | <input type="checkbox"/> | Infraestructura social |
| | <input type="checkbox"/> | Infraestructura gubernamental |
| | <input type="checkbox"/> | Inmuebles |
| | <input type="checkbox"/> | Adquisiciones |
| | <input type="checkbox"/> | Mantenimiento |
| | <input type="checkbox"/> | Otros Programas |
| | <input type="checkbox"/> | Otros Proyectos |

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación, publicado con fecha 30 de diciembre de 2013, donde se establecen los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión. Los trabajos de "Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco", se consideran dentro del programa de infraestructura económica y le corresponde un estudio a nivel simplificado (perfil), ya que su monto es mayor a 50 millones de pesos y menor a 500 millones de pesos.

• Objetivo del Proyecto

Se pretende rehabilitar el puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco con el objeto de evitar daños graves por la falta de mantenimiento y reforzamiento. Aunado a optimizar las condiciones de la circulación de los usuarios al mejorar el estado de la carpeta asfáltica. Por lo tanto, al llevar a cabo trabajos que eviten la problemática se brindará un mejor servicio de operación a lo largo de la circulación del puente vehicular Juan Pablo II, en conjunto se brindará un mejor intercambio de mercancías y víveres a la población, así como acceso a los servicios de salud, educación, laboral, vivienda y recreación.

De acuerdo a esto se determina que los objetivos principales del proyecto son los mencionados a continuación:

- *Mantener y mejorar el estado estructural del PSV.
- *Aumentar las velocidades de recorrido
- *Disminuir los tiempos de traslado
- *Minimizar los costos generalizados de viaje (CGV's)

Por lo tanto, el presente estudio busca la factibilidad socioeconómica de llevar a cabo el proyecto denominado "Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de

Coacalco" y de esta manera ofrecer un mejor servicio a los usuarios y de esta manera mejorar la conexión entre los municipios de dichos municipios.

Además, el proyecto contempla mejorar la interacción con los municipios aledaños que permitan el crecimiento urbano, industrial y demográfico, así como el desarrollo económico y social de los municipios. Permitiendo cumplir con los objetivos, estrategias y líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo 2019 -2024 y el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

- **Descripción del proyecto**

El presente proyecto consiste en rehabilitar el puente vehicular Juan Pablo II a lo largo de 221.14 m como mantenimiento del mismo colocando reforzamiento en las traveses y columnas mediante fibra de carbono a lo largo de la estructura del puente vehicular.

Las traveses se reforzarán mediante lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m² con una densidad de 1.8 g/cm³ para refuerzo por cortante y con lámina de polímero reforzado con platinas fibra de carbono de 10 cm de ancho para refuerzo por flexión, con una densidad de 1.6 g/cm³. Además, las columnas se reforzarán con lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m² con una densidad de 1.8 g/cm³ para refuerzo por confinamiento de columnas en caballete. Con la finalidad de permitir el paso del Mexibús.

Además, se colocará la capa base y tendido de la carpeta asfáltica de tal forma que se liguén los niveles de rasante y bombeos entre el puente y las rampas de acceso existentes.

Contará con juntas de dilatación en la ubicación exacta de cada junta de traveses, esto quiere decir que se colocarán nueve juntas asfálticas nuevas del tipo Frey Mex T-50 a base de ángulos de acero y se pintará señalamiento horizontal para visualizar de mejor manera la geometría del camino.

Al llevar a cabo estos trabajos se evitará mal estado del puente vehicular y superficie de rodamiento, así como bajas velocidades, altos tiempos de traslado y elevados costos generalizados de viaje. Por lo que, los usuarios transitarán de forma segura, cómoda, fluida y eficaz.

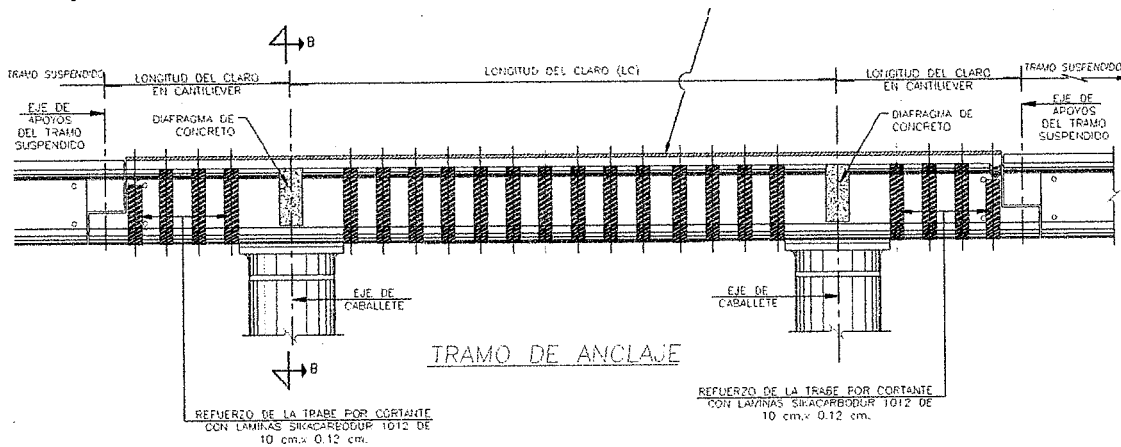
A continuación, se describen los trabajos en general a realizar para cada uno de los componentes antes mencionados de acuerdo al procedimiento constructivo. Véase Anexo VI (Procedimiento constructivo).

Se colocará señalamiento restrictivo de obra, diurno y nocturno, controlado durante todo el tiempo por bandereros que deberán reducir la velocidad vehicular sobre el paso, de acuerdo con la normativa y manuales de señalamiento vigentes.



Rehabilitación del Puente Superior Vehicular Juan Pablo II

Reforzamiento exterior: Mediante martelinado o sandblast se preparará la superficie de concreto en las áreas donde serán colocados los elementos de reforzamiento con fibras de carbono. Una vez preparada perfectamente la superficie de concreto de la trabe que será reforzada, la cual deberá quedar libre de todo material externo que pueda llegar a impedir una adecuada adherencia del producto empleado, se procederá a la aplicación del reforzamiento. En el caso del reforzamiento por cortante se llevarán a cabo los mismos trabajos.



Adecuación de rasante en accesos: demolición de la carpeta asfáltica en los accesos en una longitud de 30 metros y excavaciones hasta el nivel indicado en proyecto para abrir caja que dará lugar a las capas de base y carpeta asfáltica de proyecto de tal forma que se ligen los niveles de rasante y bombeos entre el puente y las rampas de acceso existentes.

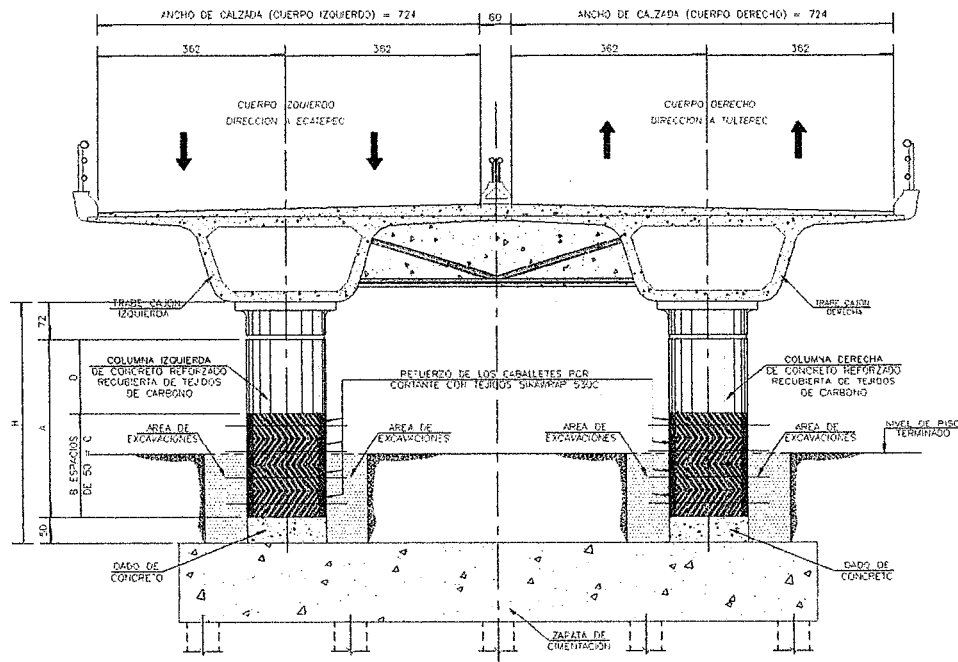
Reforzamiento de columnas: se demolerá el firme de piedra de río alrededor de las columnas procurando recuperar los elementos de las lámparas de piso existentes para su reutilización. Una vez preparada perfectamente la superficie de concreto de las columnas que serán reforzadas, deberá quedar libre de todo material externo que pueda llegar a impedir una adecuada adherencia del producto empleado, se procederá a la aplicación del reforzamiento con fibras de carbono.

ψ

8

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"



Colocación de juntas de dilatación. Se colocarán nueve juntas asfálticas nuevas del tipo Frey Mex T-50.

A la par de estos trabajos se realizará la adecuación de los accesos para ajustar los niveles de la rasante existente a la de proyecto debida al cambio de espesor del firme sobre traveses.

Una vez alcanzada la resistencia de proyecto del concreto del firme, realizar el tendido de la carpeta asfáltica, que a su vez deberá ser colocada en la misma etapa en los accesos.

Rehabilitación de la superficie de rodamiento

Fresado de la superficie: Se fresarán 10 cm de espesor para retirar el total de la carpeta asfáltica.

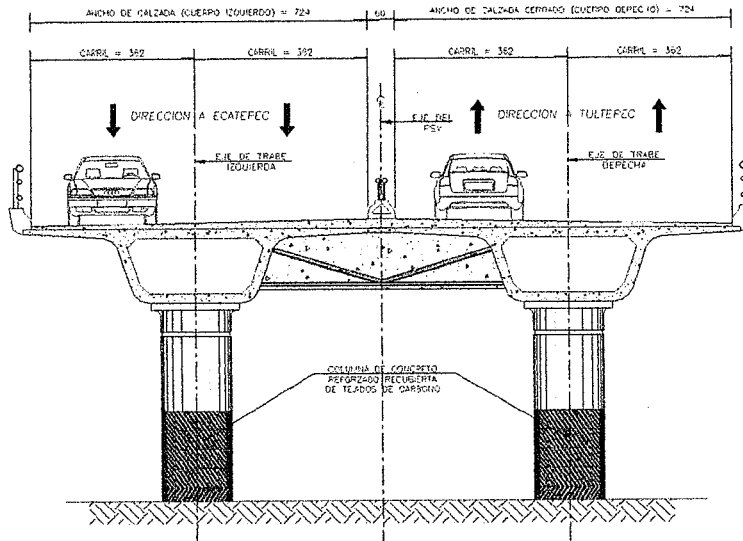
Base hidráulica: Se formará la base hidráulica con materiales producto de banco para dar apoyo a la carpeta asfáltica.

Riego de Impregnación: Con la superficie seca, barrida, sin polvo ni materia, se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica de rompimiento rápido ECR-65 con 65% mínimo de residuo asfáltico, en cantidad que variará de 0.5 a 1.0 lt/m².

Carpeta asfáltica: Aplicado y fraguado el riego de liga, se construirá la carpeta asfáltica en caliente y compactada al 95% mínimo de su P.V.M. Marshall.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"



Señalamiento Horizontal: Se pintarán marcas en el pavimento para delinear las características geométricas de la vialidad, con el objeto de regular y canalizar el tránsito de vehículos.

- Raya continua doble de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante
- Raya en la orilla derecha, continua en color blanco reflejante.
- Raya en la orilla izquierda, continua en color amarillo reflejante.
- Marcas en guarniciones
- Para delinear guarniciones.
- Boya de 20 x 20 cm. color amarillo de color amarillo en material plástico ABS con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito a cada metro

b) Alineación Estratégica

Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Objetivo: II. POLÍTICA SOCIAL. El objetivo más importante del gobierno de la Cuarta Transformación es que en 2024 la población de México esté viviendo en un entorno de bienestar.

Estrategias:

III. ECONOMÍA. Detonar el crecimiento.

Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de México.

2.5 Objetivo: Desarrollar infraestructura con una visión de conectividad integral.

Estrategia 2.5.2: Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad.

Líneas de Acción.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

- Incrementar, mantener y mejorar la red de vialidades primarias, carreteras y vialidades interregionales que faciliten la conectividad de la entidad.
- Ampliar la infraestructura de transporte carretero secundario.
- Fomentar las acciones inherentes a la construcción, modernización, ampliación, conservación, Reconstrucción y reconstrucción de la infraestructura carretera.
- Propiciar el buen funcionamiento de la red estatal de autopistas en la entidad.
- Mantener la Infraestructura Vial Primaria Libre de Peaje en óptimas condiciones de tránsito para facilitar el intercambio de productos y la movilidad de la población.

Programa de Desarrollo de la Infraestructura Carretera del Estado de México.

Con una visión a largo plazo, para contar con una adecuada planeación de las estrategias de construcción, conservación y modernización de la infraestructura carretera. Así mismo, consolidar el sistema carretero estatal, concluir las obras en proceso y complementarlas con programas de nueva infraestructura para mejorar la conectividad inter e intrarregional.

Plan de Desarrollo Municipal de Coacalco 2019-2021

No existen objetivos, estrategias y líneas de acción referentes al presente proyecto en el plan municipal de Coacalco actualizado.

c) Localización Geográfica

En particular el proyecto **"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"** se desarrolla en el municipio de Coacalco dentro de la localidad San Francisco.

Actualmente, Coacalco de Berriozábal se encuentra considerado dentro de la Región XVIII Tultitlán, integrada por los municipios de Coacalco de Berriozábal, Cuautitlán, Tultepec y Tultitlán. Los municipios que integran la región están mayoritariamente urbanizados, especialmente Coacalco y Tultitlán; asimismo, Cuautitlán y Tultepec están en proceso de urbanización constante por lo que las principales actividades económicas dentro de la región son aquellas correspondientes a las actividades económicas secundarias y terciarias, con presencia importante de actividades económicas primarias, pero en disminución debido al avance de la mancha urbana existente en estos municipios.

El territorio del Municipio cuenta con una extensión de 35.5 km², limita al norte con los municipios de Tultitlán; al sur con Ecatepec y la Ciudad de México; al oriente con Ecatepec y al poniente con Tultitlán. Se localiza a una latitud media de 19° 37' 31", una longitud media de 99° 06' 34" y una altura media de 2,619 MSNM. Posee un clima predominantemente templado-semiseco.¹¹

¹¹ Plan de Desarrollo Municipal de Coacalco 2019-2021

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Ilustración 14 Región XVIII Tultitlán
REGIÓN XVIII. TULTITLÁN



Fuente: https://copladem.edomex.gob.mx/regiones_y_municipios

El puente a rehabilitar se encuentra referenciado mediante las siguientes coordenadas:

*Inicio: 19.635155°, -99.102045°

*Fin: 19.634408°, -99.098123°

Ilustración 15 Localización del PPI



Fuente: Elaboración propia con Google

A handwritten signature or set of initials in the bottom right corner of the page.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Los habitantes beneficiados son los ubicados en las siguientes localidades:

Tabla 35 Habitantes Beneficiados

| Habitantes beneficiados | | |
|-------------------------|----------------------|----------------|
| Municipio | Grado de marginación | Población |
| Cuautitlán Izcalli | Muy bajo | 79,276 |
| Tultitlan | Muy bajo | 5,224 |
| Coacalco | Muy bajo | 45,474 |
| Ecatepec | Muy bajo | 270,760 |
| Total | | 400,734 |

Fuente: Elaboración propia

d) Calendario de Actividades

El siguiente calendario corresponde al calendario de avance físico y financiero de los 3 meses correspondientes al monto solicitado para la "Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Los importes incluyen IVA

Tabla 36 Calendario de actividades

| Calendario de actividades | | | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| CONCEPTO | IMPORTE | MES 1 | MES 2 | MES 3 |
| TERRACERÍAS | \$342,565.40 | \$171,282.70 | \$171,282.70 | |
| ESTRUCTURAS | \$48,102,389.70 | \$19,240,955.88 | \$19,240,955.88 | \$9,620,477.94 |
| PAVIMENTOS | \$2,250,168.00 | | \$1,125,084.00 | \$1,125,084.00 |
| SEÑALAMIENTO | \$649,876.90 | | | \$649,876.90 |
| TOTAL, MENSUAL | | \$19,412,238.58 | \$20,537,322.58 | \$11,395,438.84 |
| TOTAL, ACUMULADO | \$51,345,000.00 | \$19,412,238.58 | \$39,949,561.16 | \$51,345,000.00 |
| % MENSUAL | | 37.807% | 39.999% | 22.194% |
| %ACUMULADO | | 37.807% | 77.806% | 100.000% |

Fuente: Elaboración propia

f) Monto Total de Inversión

El presente proyecto se integra por los siguientes componentes e importes.

Tabla 37 Componentes del proyecto

| COMPONENTE | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PU C/IVA | IMPORTE C/IVA | |
|-------------|--|----------------|----------|--------------|-----------------|--|
| TERRACERÍAS | Cortes | M ³ | 264.0 | \$ 214.60 | \$ 56,654.40 | |
| | Excavación para estructuras | M ³ | 355.0 | \$ 249.40 | \$ 88,537.00 | |
| | Recompactación de la superficie descubierta en 95% AASTHO | M ³ | 160.0 | \$ 75.40 | \$ 12,064.00 | |
| | Relleno con materiales procedentes de bancos, para excavaciones, cuñas de terraplén, filtros y trincheras estabilizadoras | M ³ | 355.0 | \$ 522.00 | \$ 185,310.00 | |
| Estructuras | Construcción de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm ² | M ³ | 10.0 | \$ 2,726.00 | \$ 27,260.00 | |
| | Construcción de concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm ² | M ³ | 10.0 | \$ 4,060.00 | \$ 40,600.00 | |
| | Acero para concreto hidráulico | Kg | 2,320.0 | \$ 39.44 | \$ 91,500.80 | |
| | Estructuras de acero | Kg | 1,210.0 | \$ 98.60 | \$ 119,306.00 | |
| | Junta de calzada Frey Mex T-50 a base de ángulos de acero ASTM A-36 y anclas de varilla corrugada 3c, con perfil de elastómero dureza shore 60 ±5, esfuerzo a la ruptura mínimo 10 Mpa, ancho = 50cm | M | 113.0 | \$ 10,440.00 | \$ 1,179,720.00 | |
| | Junta de calzada Frey Mex T-50 a base de ángulos de acero ASTM A-36 y anclas de varilla corrugada 3c, con perfil de elastómero dureza shore 60 ±5, esfuerzo a la ruptura mínimo 10 Mpa ancho = 58cm | M | 33.0 | \$ 11,020.01 | \$ 363,660.38 | |
| | TRABAJOS DE REHABILITACION EN SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA DE PUENTE | | | | | |
| | Desbaste en superficie de concreto en columnas de caballete por confinamiento (por medios mecánicos con copa de diamante), hasta alcanzar un perfil tipo ICRI CSP-03. | M ² | 245.0 | \$ 92.80 | \$ 22,736.00 | |
| | Aplicación de adhesivo epóxido para impregnación y saturación del sistema de tejido de fibra de carbono con rendimiento promedio de 1.3 a 1.5 kg/m ² , | Kg | 7,939.0 | \$ 980.20 | \$ 7,781,807.80 | |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | |
|--|----------------|---------|-------------|------------------|
| en refuerzos para confinamiento y cortante | | | | |
| Lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m ² con una densidad de 1.8 g/cm ³ para refuerzo por confinamiento de columnas en caballete, con las siguientes características del laminado: 1.3 mm de espesor de diseño y con una resistencia a tensión de 950 mpa, módulo de elasticidad de diseño de 53,100 mpa. (según ASTM-D3039) | M ² | 258.0 | \$ 3,712.00 | \$ 957,696.00 |
| Colocación de lámparas en piso | pza | 56.0 | \$ 3,480.00 | \$ 194,880.00 |
| Colocación de pasto sintético | M ² | 56.0 | \$ 278.40 | \$ 15,590.40 |
| Colocación de firme existente (acabado de piedra de río) | M ³ | 4.0 | \$ 2,552.00 | \$ 10,208.00 |
| Desbaste de superficie de concreto para fijación de láminas de polímero con fibra de carbono por cortante, (por medios mecánicos con copa de diamante), hasta alcanzar un perfil tipo ICRI CSP-03. | M ² | 5,030.0 | \$ 92.80 | \$ 466,784.00 |
| Lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m ² con una densidad de 1.8 g/cm ³ para refuerzo por cortante en trabes, con las siguientes características del laminado: 1.3 mm de espesor de diseño y con una resistencia a tensión de 950 mpa, módulo de elasticidad de diseño de 53,100 mpa. (según ASTM-D3039) | M ² | 5,030.0 | \$ 3,712.00 | \$ 18,671,360.00 |
| Desbaste de superficie de concreto para fijación de láminas de polímero con fibra de carbono por flexión, (por medios mecánicos con copa de diamante), hasta alcanzar un perfil tipo ICRI CSP-03. | M ² | 639.4 | \$ 92.80 | \$ 59,336.32 |
| Aplicación de adhesivo epóxico estructural de dos componentes, de color gris claro, de consistencia tixotrópica para el pegado de platinas de polímero de fibra | Kg | 5,116.0 | \$ 580.00 | \$ 2,967,280.00 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|--|---|----------------|----------|-------------|------------------|
| | de carbono por flexión, con un rendimiento promedio de 0.8 kg/m. | | | | |
| | Lámina de polímero reforzado con platinas fibra de carbono de 10 cm. de ancho para refuerzo por flexión, con una densidad de 1.6 g/cm ³ , con las siguientes características del laminado: 1.2 mm de espesor de diseño, con una resistencia a tensión de 2,800 mpa, módulo de elasticidad de diseño de 160,000 mpa. y una deformación a la ruptura de 1.69% (según ASTM-D3039) | M | 6,394.0 | \$ 1,809.60 | \$ 11,570,582.40 |
| | Recubrimiento de superficie de trabes con pintura acrílica para exteriores en acabado mate y excelente resistencia a la intemperie a razón de 10.0 m ² /lt | Lt | 22,728.0 | \$ 150.80 | \$ 3,427,382.40 |
| | Demolición de concreto simple | M ³ | 12.0 | \$ 580.00 | \$ 6,960.00 |
| | Demolición de concreto hidráulico reforzado | M ³ | 10.0 | \$ 986.00 | \$ 9,860.00 |
| | Desmantelamiento de lámparas en piso | pza | 56.0 | \$ 348.00 | \$ 19,488.00 |
| | Retiro de pasto sintético | M ² | 56.0 | \$ 23.20 | \$ 1,299.20 |
| | Fresado de carpeta asfáltica | M ³ | 186.0 | \$ 522.00 | \$ 97,092.00 |
| Pavimentos | Construcción de base hidráulica | M ³ | 200.0 | \$ 580.00 | \$ 116,000.00 |
| | Riego de Impregnación | M ² | 600.0 | \$ 25.52 | \$ 15,312.00 |
| | Arena para cubrir el riego de impregnación | M ³ | 4.0 | \$ 754.00 | \$ 3,016.00 |
| | Carpeta asfáltica con mezcla en caliente | M ³ | 380.0 | \$ 5,568.00 | \$ 2,115,840.00 |
| Señalamiento y dispositivos de seguridad | Raya continua doble de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante | ml | 1,000.0 | \$ 17.40 | \$ 17,400.00 |
| | Raya en la orilla derecha, continua en color blanco reflejante. | ml | 1,000.0 | \$ 17.40 | \$ 17,400.00 |
| | Raya en la orilla izquierda, continua en color amarillo reflejante. | ml | 1,000.0 | \$ 17.40 | \$ 17,400.00 |
| | Marcas en guarniciones | | | \$ - | \$ - |
| | Para delinear guarniciones. | ml | 2,000.0 | \$ 44.08 | \$ 88,160.00 |
| | Boya de 20 x 20 cm. color amarillo de color amarillo en material plástico ABS con reflejante de esferas de vidrio | pza | 1,000.0 | \$ 174.00 | \$ 174,000.00 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|--------------|--|-----|---------|--------------|-------------------------|
| | en ambas caras al tránsito a cada metro | | | | |
| | Recubrimiento con pintura en parapeto metálico | m2 | 1,880.0 | \$ 156.60 | \$ 294,408.00 |
| | Cartelera panorámica de 3.0 x 5.0 m | pza | 1.0 | \$ 41,108.90 | \$ 41,108.90 |
| Total | | | | | \$ 51,345,000.00 |

Fuente: Elaboración propia

g) Financiamiento

| Fuente de los recursos | Procedencia | Proceso | Monto | Porcentaje |
|------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| Federales | | | | |
| Estatales | PAD | Por ejercer | \$ 51,345,000.00 | 100.00% |
| Municipales | | | | |
| Fideicomisos | | | | |
| Otros | | | | |
| Total | | | | 100% |

h) Capacidad Instalada

La capacidad instalada resultante de la implementación del proyecto permitirá incrementar el nivel de servicios y seguridad operativa en el camino. El diseño operacional permitirá incrementar la seguridad de los vehículos motorizados que circulan diariamente en la situación actual. Para tal efecto se toma como tasa de crecimiento el 1.4% obtenido del PIB del primer trimestre del año 2019 emitido por el INEGI. Además, el camino presentará un Nivel de servicio Tipo C, de acuerdo al Manual de Proyecto geométrico 2018 publicado por la SCT.

Tabla 38 Capacidad instalada del proyecto

| PUENTE VEHICULAR | | | | | | |
|---|-------------------------|--------|-------|-----------|-------------|------------|
| Proyección del Tránsito Diario Promedio Anual | | | | | | |
| Crecimiento anual | Clasificación vehicular | | | TDPA | 45,472.00 | |
| 1.40% | A | B | C | Total Día | Total Anual | |
| Año | 91.00% | 1.20% | 7.80% | 100.00% | 365 | |
| 0 | 2021 | 41,380 | 546 | 3,547 | 45,472 | 16,597,280 |
| 1 | 2022 | 41,959 | 553 | 3,596 | 46,109 | 16,829,642 |
| 2 | 2023 | 42,546 | 561 | 3,647 | 46,754 | 17,065,257 |
| 3 | 2024 | 43,142 | 569 | 3,698 | 47,409 | 17,304,171 |
| 4 | 2025 | 43,746 | 577 | 3,750 | 48,072 | 17,546,429 |
| 5 | 2026 | 44,358 | 585 | 3,802 | 48,745 | 17,792,079 |
| 6 | 2027 | 44,979 | 593 | 3,855 | 49,428 | 18,041,168 |
| 7 | 2028 | 45,609 | 601 | 3,909 | 50,120 | 18,293,744 |
| 8 | 2029 | 46,248 | 610 | 3,964 | 50,822 | 18,549,857 |
| 9 | 2030 | 46,895 | 618 | 4,020 | 51,533 | 18,809,555 |
| 10 | 2031 | 47,552 | 627 | 4,076 | 52,254 | 19,072,889 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | |
|----|------|--------|-----|-------|--------|------------|
| 11 | 2032 | 48,217 | 636 | 4,133 | 52,986 | 19,339,909 |
| 12 | 2033 | 48,892 | 645 | 4,191 | 53,728 | 19,610,668 |
| 13 | 2034 | 49,577 | 654 | 4,249 | 54,480 | 19,885,217 |
| 14 | 2035 | 50,271 | 663 | 4,309 | 55,243 | 20,163,610 |
| 15 | 2036 | 50,975 | 672 | 4,369 | 56,016 | 20,445,901 |
| 16 | 2037 | 51,688 | 682 | 4,430 | 56,800 | 20,732,143 |
| 17 | 2038 | 52,412 | 691 | 4,492 | 57,596 | 21,022,393 |
| 18 | 2039 | 53,146 | 701 | 4,555 | 58,402 | 21,316,707 |
| 19 | 2040 | 53,890 | 711 | 4,619 | 59,220 | 21,615,141 |
| 20 | 2041 | 54,644 | 721 | 4,684 | 60,049 | 21,917,753 |
| 21 | 2042 | 55,409 | 731 | 4,749 | 60,889 | 22,224,601 |
| 22 | 2043 | 56,185 | 741 | 4,816 | 61,742 | 22,535,746 |
| 23 | 2044 | 56,972 | 751 | 4,883 | 62,606 | 22,851,246 |
| 24 | 2045 | 57,769 | 762 | 4,952 | 63,483 | 23,171,163 |
| 25 | 2046 | 58,578 | 772 | 5,021 | 64,371 | 23,495,560 |
| 26 | 2047 | 59,398 | 783 | 5,091 | 65,273 | 23,824,498 |
| 27 | 2048 | 60,230 | 794 | 5,163 | 66,186 | 24,158,041 |
| 28 | 2049 | 61,073 | 805 | 5,235 | 67,113 | 24,496,253 |
| 29 | 2050 | 61,928 | 817 | 5,308 | 68,053 | 24,839,201 |
| 30 | 2051 | 62,795 | 828 | 5,382 | 69,005 | 25,186,949 |
| 31 | 2052 | 63,674 | 840 | 5,458 | 69,971 | 25,539,567 |
| 32 | 2053 | 64,565 | 851 | 5,534 | 70,951 | 25,897,121 |
| 33 | 2054 | 65,469 | 863 | 5,612 | 71,944 | 26,259,680 |
| 34 | 2055 | 66,386 | 875 | 5,690 | 72,952 | 26,627,316 |
| 35 | 2056 | 67,315 | 888 | 5,770 | 73,973 | 27,000,098 |

| LATERAL 1 (SENTIDO COACALCO-ECATEPEC) | | | | | | |
|---|-------------------------|--------|--------|-----------|-------------|-----------|
| Proyección del Transito Diario Promedio Anual | | | | | | |
| Crecimiento anual | Clasificación vehicular | | | TDPA | 20,263.00 | |
| | A | B | C | Total Día | Total Anual | |
| 1.40% | | | | 100.00% | 365 | |
| Año | 75.10% | 4.10% | 20.80% | | | |
| 0 | 2021 | 15,218 | 831 | 4,215 | 20,263 | 7,395,995 |
| 1 | 2022 | 15,431 | 842 | 4,274 | 20,547 | 7,499,539 |
| 2 | 2023 | 15,647 | 854 | 4,334 | 20,834 | 7,604,532 |
| 3 | 2024 | 15,866 | 866 | 4,394 | 21,126 | 7,710,996 |
| 4 | 2025 | 16,088 | 878 | 4,456 | 21,422 | 7,818,950 |
| 5 | 2026 | 16,313 | 891 | 4,518 | 21,722 | 7,928,415 |
| 6 | 2027 | 16,541 | 903 | 4,581 | 22,026 | 8,039,413 |
| 7 | 2028 | 16,773 | 916 | 4,646 | 22,334 | 8,151,965 |
| 8 | 2029 | 17,008 | 929 | 4,711 | 22,647 | 8,266,092 |
| 9 | 2030 | 17,246 | 942 | 4,776 | 22,964 | 8,381,818 |
| 10 | 2031 | 17,487 | 955 | 4,843 | 23,285 | 8,499,163 |
| 11 | 2032 | 17,732 | 968 | 4,911 | 23,611 | 8,618,151 |
| 12 | 2033 | 17,980 | 982 | 4,980 | 23,942 | 8,738,805 |
| 13 | 2034 | 18,232 | 995 | 5,050 | 24,277 | 8,861,149 |
| 14 | 2035 | 18,487 | 1,009 | 5,120 | 24,617 | 8,985,205 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | |
|----|------|--------|-------|-------|--------|------------|
| 15 | 2036 | 18,746 | 1,023 | 5,192 | 24,962 | 9,110,998 |
| 16 | 2037 | 19,009 | 1,038 | 5,265 | 25,311 | 9,238,552 |
| 17 | 2038 | 19,275 | 1,052 | 5,338 | 25,665 | 9,367,891 |
| 18 | 2039 | 19,545 | 1,067 | 5,413 | 26,025 | 9,499,042 |
| 19 | 2040 | 19,818 | 1,082 | 5,489 | 26,389 | 9,632,028 |
| 20 | 2041 | 20,096 | 1,097 | 5,566 | 26,759 | 9,766,877 |
| 21 | 2042 | 20,377 | 1,112 | 5,644 | 27,133 | 9,903,613 |
| 22 | 2043 | 20,662 | 1,128 | 5,723 | 27,513 | 10,042,264 |
| 23 | 2044 | 20,952 | 1,144 | 5,803 | 27,898 | 10,182,855 |
| 24 | 2045 | 21,245 | 1,160 | 5,884 | 28,289 | 10,325,415 |
| 25 | 2046 | 21,542 | 1,176 | 5,966 | 28,685 | 10,469,971 |
| 26 | 2047 | 21,844 | 1,193 | 6,050 | 29,086 | 10,616,551 |
| 27 | 2048 | 22,150 | 1,209 | 6,135 | 29,494 | 10,765,182 |
| 28 | 2049 | 22,460 | 1,226 | 6,221 | 29,907 | 10,915,895 |
| 29 | 2050 | 22,774 | 1,243 | 6,308 | 30,325 | 11,068,718 |
| 30 | 2051 | 23,093 | 1,261 | 6,396 | 30,750 | 11,223,680 |
| 31 | 2052 | 23,416 | 1,278 | 6,486 | 31,180 | 11,380,811 |
| 32 | 2053 | 23,744 | 1,296 | 6,576 | 31,617 | 11,540,142 |
| 33 | 2054 | 24,077 | 1,314 | 6,668 | 32,059 | 11,701,704 |
| 34 | 2055 | 24,414 | 1,333 | 6,762 | 32,508 | 11,865,528 |
| 35 | 2056 | 24,756 | 1,351 | 6,856 | 32,963 | 12,031,646 |

LATERAL 2 (SENTIDO ECATEPEC-COACALCO)

| Proyección del Transito Diario Promedio Anual | | | | | | |
|---|-------------------------|--------|--------|-----------|-------------|-----------|
| Crecimiento anual | Clasificación vehicular | | | TDPA | 21,266.00 | |
| | A | B | C | Total Día | Total Anual | |
| 1.40% | | | | | | |
| Año | 78.20% | 3.90% | 17.90% | 100.00% | 365 | |
| 0 | 2021 | 16,630 | 829 | 3,807 | 21,266 | 7,762,090 |
| 1 | 2022 | 16,863 | 841 | 3,860 | 21,564 | 7,870,759 |
| 2 | 2023 | 17,099 | 853 | 3,914 | 21,866 | 7,980,950 |
| 3 | 2024 | 17,338 | 865 | 3,969 | 22,172 | 8,092,683 |
| 4 | 2025 | 17,581 | 877 | 4,024 | 22,482 | 8,205,981 |
| 5 | 2026 | 17,827 | 889 | 4,081 | 22,797 | 8,320,864 |
| 6 | 2027 | 18,077 | 902 | 4,138 | 23,116 | 8,437,357 |
| 7 | 2028 | 18,330 | 914 | 4,196 | 23,440 | 8,555,480 |
| 8 | 2029 | 18,586 | 927 | 4,254 | 23,768 | 8,675,256 |
| 9 | 2030 | 18,847 | 940 | 4,314 | 24,101 | 8,796,710 |
| 10 | 2031 | 19,111 | 953 | 4,374 | 24,438 | 8,919,864 |
| 11 | 2032 | 19,378 | 966 | 4,436 | 24,780 | 9,044,742 |
| 12 | 2033 | 19,649 | 980 | 4,498 | 25,127 | 9,171,368 |
| 13 | 2034 | 19,924 | 994 | 4,561 | 25,479 | 9,299,767 |
| 14 | 2035 | 20,203 | 1,008 | 4,625 | 25,836 | 9,429,964 |
| 15 | 2036 | 20,486 | 1,022 | 4,689 | 26,197 | 9,561,984 |
| 16 | 2037 | 20,773 | 1,036 | 4,755 | 26,564 | 9,695,851 |
| 17 | 2038 | 21,064 | 1,050 | 4,822 | 26,936 | 9,831,593 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | |
|----|------|--------|-------|-------|--------|------------|
| 18 | 2039 | 21,359 | 1,065 | 4,889 | 27,313 | 9,969,236 |
| 19 | 2040 | 21,658 | 1,080 | 4,957 | 27,695 | 10,108,805 |
| 20 | 2041 | 21,961 | 1,095 | 5,027 | 28,083 | 10,250,328 |
| 21 | 2042 | 22,268 | 1,111 | 5,097 | 28,476 | 10,393,833 |
| 22 | 2043 | 22,580 | 1,126 | 5,169 | 28,875 | 10,539,347 |
| 23 | 2044 | 22,896 | 1,142 | 5,241 | 29,279 | 10,686,897 |
| 24 | 2045 | 23,217 | 1,158 | 5,314 | 29,689 | 10,836,514 |
| 25 | 2046 | 23,542 | 1,174 | 5,389 | 30,105 | 10,988,225 |
| 26 | 2047 | 23,871 | 1,191 | 5,464 | 30,526 | 11,142,060 |
| 27 | 2048 | 24,206 | 1,207 | 5,541 | 30,954 | 11,298,049 |
| 28 | 2049 | 24,545 | 1,224 | 5,618 | 31,387 | 11,456,222 |
| 29 | 2050 | 24,888 | 1,241 | 5,697 | 31,826 | 11,616,609 |
| 30 | 2051 | 25,237 | 1,259 | 5,777 | 32,272 | 11,779,241 |
| 31 | 2052 | 25,590 | 1,276 | 5,858 | 32,724 | 11,944,151 |
| 32 | 2053 | 25,948 | 1,294 | 5,940 | 33,182 | 12,111,369 |
| 33 | 2054 | 26,311 | 1,312 | 6,023 | 33,646 | 12,280,928 |
| 34 | 2055 | 26,680 | 1,331 | 6,107 | 34,117 | 12,452,861 |
| 35 | 2056 | 27,053 | 1,349 | 6,193 | 34,595 | 12,627,201 |

Fuente: Elaboración propia

i) Metas del proyecto

A continuación, se presentan las metas correspondientes al proyecto.

Tabla 39 Metas del Proyecto

| Metas | | |
|--|--------|----------|
| Concepto | Unidad | Cantidad |
| Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco | m | 221.14 m |
| Recubrimiento de superficie de trabes con pintura acrílica para exteriores en acabado mate | lt | 22,728.0 |
| Lámparas de piso | pza | 56.00 |
| Pasto sintético | m2 | 56.00 |
| Lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m2 con una densidad de 1.8 g/cm3 para refuerzo por confinamiento | m2 | 258.0 |
| Lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m2 con una densidad de 1.8 g/cm3 para refuerzo por cortante en trabes | m2 | 5,030.0 |
| Lámina de polímero reforzado con platinas fibra de carbono de 10 cm. de ancho para refuerzo por flexión | m | 6,394.0 |
| Carpeta asfáltica | m³ | 380.0 |
| Señalamiento horizontal | m | 3,000.00 |
| Marcas para delinear guarniciones | m | 2,000.00 |
| Boya de 20 x 20 cm. color amarillo de color amarillo | pza | 1,000.00 |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

j) Vida Útil

La vida útil del proyecto es de 35 años, siempre y cuando se cumpla con el programa de mantenimiento adecuado, que respete la calendarización del mantenimiento rutinario, periódico y rehabilitación.

De acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal la vida útil de estructuras de concreto hidráulico corresponde a 50 años. Sin embargo, el análisis del presente estudio contempla 35 años para el horizonte de evaluación ya que de acuerdo a registros históricos el puente vehicular Juan Pablo II fue construido en el año 2005.

k) Aspectos más Relevantes

Estudios técnicos

El proyecto se realizó de acuerdo a la normatividad vigente. Además, cuenta con el visto bueno correspondiente.

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades técnicas antes del inicio de la obra.

Estudios legales

La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades legales antes del inicio de la obra.

Estudios ambientales

Al tratarse de trabajos de rehabilitación será necesario presentar una Exención o Manifestación de impacto ambiental según lo requiera la instancia encargada. La JCEM se compromete a cumplir con todas las factibilidades ambientales antes del inicio de la obra.

l) Análisis de la Oferta Con Proyecto

Como se mencionó anteriormente el proyecto consiste en rehabilitar el puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco a base de láminas de fibra de carbono con la finalidad de mantener la estructura en buen estado. Esto impactará en la calidad de vida de los usuarios, ya que transitarán con mayor comodidad.

A continuación, se presentan las características físicas y geométricas con las que contará el puente vehicular Juan Pablo II al llevar a cabo el proyecto.

p

[Handwritten signature]

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 40 Características físicas y geométricas del camino Con proyecto, 2021

| CARACTERÍSTICAS | |
|------------------------------------|--|
| Condiciones del tramo | Estructura del puente en buen estado |
| Longitud del tramo (m) | 221.14 m |
| Municipio (s) | Coacalco de Berriozábal |
| Tipo de terreno | Plano |
| Numero de cuerpos | 2 |
| Sentidos de circulación | 2 |
| Camellón | Existente de 60 cm |
| Ancho de calzada (m) | De 7.14 a 7.24 m cada una |
| Número de carriles | 2 (por calzada y sentido de circulación) |
| Ancho promedio de carril (m) | De 7.50 a 3.62 metros |
| Acotamientos | Inexistentes |
| Ancho de los acotamientos: | - |
| Tipo de superficie de rodamiento | Carpeta asfáltica en buen estado |
| Índice de rugosidad (m/km) | 3 mm/m |
| Obras de drenaje | Existentes |
| Pendiente media ascendente (%) | 1.30% |
| Pendiente media descendente (%) | -1.50% |
| Proporción de viaje ascendente (%) | 33.56% |
| Altitud promedio (m.s.n.m.) | 2,250 |
| Curvatura horizontal máx. (grados) | 17.780º |
| Nivel de Servicio | C |

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en trabajo de campo

Nivel de servicio

La capacidad y nivel de servicio en el que opera un camino, se clasifica en seis diferentes niveles dependiendo del tránsito vehicular que circula por ese tramo. La metodología empleada para el cálculo es la que se describe en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras 2018, editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), el resultado se obtuvo en base a los datos obtenidos en campo cuando se llevó a cabo la encuesta y los aforos viales.

De acuerdo a esto, el nivel de Servicio en el puente vehicular Juan Pablo II es un tipo de servicio Tipo C.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 41 Nivel de Servicio de carreteras

| Nivel de Servicio | Carreteras de dos carriles |
|-------------------|---|
| A | Corresponde a una condición de tránsito libre, con volúmenes vehiculares bajos y velocidades altas. La densidad es baja y la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites establecidos por las condiciones del camino |
| B | Corresponde a la zona de tránsito estable, con velocidades de operación que empiezan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable de elegir sus velocidades y el carril de operación. |
| C | Se encuentra en la zona de tránsito estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobrar dependen del volumen de tránsito. Se obtiene una velocidad de operación satisfactoria. |
| D | Empieza a tener tránsito inestable, con velocidades de operación aun satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. |
| E | El flujo viaja a velocidades constantes pero significativamente bajas, más que en cualquiera de sus niveles predecesores; el volumen de tránsito corresponde a la capacidad, así también el flujo de tránsito no puede elegir sus maniobras con libertad. |
| F | Se caracteriza porque el tránsito fluye en forma forzada; con paradas continuas |

Fuente: Manual de Proyecto Geométrico de Carretera 2018, SCT

http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manual-pg/MPGC_2018_310718.pdf

Fuente: Elaboración propia con base en las características promedio obtenidas en trabajo de campo

m) Análisis de la Demanda con Proyecto

La demanda la constituye los vehículos que utilizan esta vialidad para trasladarse desde un origen a un destino.

Al llevar a cabo el mantenimiento de reforzamiento del puente vehicular se considera que la operación del mismo continúe siendo como en la situación actual, ya que alojará la circulación de todo tipo de vehículo. Por lo tanto, el TDPA y clasificación sobre el puente vehicular quedaría de la siguiente manera. Al permitir el paso de los vehículos pesados sobre el puente, se liberarán las laterales de la vialidad por lo tanto se realizará el análisis.

1. Transito Diario Promedio Anual

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por las carreteras diariamente, lo anterior se manifiesta a través del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), el aforo vehicular es importante ya que refleja la demanda o importancia de dichas calles.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Para la vialidad en estudio se cuenta con datos obtenidos en campo por el Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México los cuales arrojan la siguiente información al año 2021, teniendo como resultado el siguiente TDPA:

Tabla 42 TDPA proyecto

| Demanda | |
|---|----------------------|
| TDPA en el puente vehicular Juan Pablo II | 45,472 ¹² |
| TDPA lateral 1 (Coacalco-Ecatepec) | 20,263 |
| TDPA lateral 2 (Ecatepec-Coacalco) | 21,266 |




Fuente: Departamento de Ingeniería de Transito de la Junta de Caminos del Estado de México

2. Composición vehicular

En los aforos realizados, se clasifico el tránsito, de acuerdo con los criterios establecidos por la S.C.T. Federal, que denomina automóviles "A", autobuses "B" y camiones "C", existiendo subclasificaciones de camiones, de acuerdo con el número de ejes y la combinación de semirremolque, a continuación, se presenta la clasificación de lo antes descrito:

Ilustración 16 Composición vehicular de acuerdo a la SCT









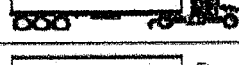



| CLASE: VEHÍCULO O CONFIGURACIÓN | | NOMENCLATURA | |
|------------------------------------|--|---------------|--|
| AUTOBÚS | | B | |
| CAMIÓN UNITARIO | | C | |
| CAMIÓN REMOLQUE | | C-R | |
| TRACTOCAMIÓN ARTICULADO | | T-S | |
| TRACTOCAMIÓN DOBLEMENTE ARTICULADO | | T-S-R y T-S-S | |

| AUTOBÚS (B) | | | |
|---------------|----------------|-------------------|---|
| NOMENCLATURA | NÚMERO DE EJES | NÚMERO DE LLANTAS | VEHÍCULO |
| B2 | 2 | 6 |  |
| B3 | 3 | 8 o 10 |  |
| B4 | 4 | 10 |  |

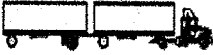
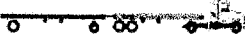









¹² Véase Anexo IV. Estudio de Transito

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| CAMIÓN UNITARIO (C) | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------|--|
| NOMENCLATURA | NÚMERO DE EJES | NÚMERO DE LLANTAS | VEHÍCULO |
| C2 | 2 | 6 |  |
| C3 | 3 | 8-10 |  |
| CAMIÓN-REMOLQUE (C-R) | | | |
| NOMENCLATURA | NÚMERO DE EJES | NÚMERO DE LLANTAS | VEHÍCULO |
| C2-R2 | 4 | 14 |  |
| C3-R2 | 5 | 18 |  |
| C2-R3 | 5 | 18 |  |
| C3-R3 | 6 | 22 |  |
| TRACTOCAMIÓN ARTICULADO (T-S) | | | |
| NOMENCLATURA | NÚMERO DE EJES | NÚMERO DE LLANTAS | CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO |
| T2-S1 | 3 | 10 |  |
| T2-S2 | 4 | 14 |  |
| T2-S3 | 5 | 18 |  |
| T3-S1 | 4 | 14 |  |
| T3-S2 | 5 | 18 |  |
| T3-S3 | 6 | 22 |  |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado
"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| TRACTOCAMIÓN SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R) | | | |
|---|----------------|-------------------|---|
| NOMENCLATURA | NÚMERO DE EJES | NÚMERO DE LLANTAS | CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO |
| T2-S1-R2 | 5 | 18 |  |
| T2-S2-R2 | 6 | 22 |  |
| T2-S1-R3 | 6 | 22 |  |
| T3-S1-R2 | 6 | 22 |  |
| T3-S1-R3 | 7 | 26 |  |
| T3-S2-R2 | 7 | 26 |  |
| T3-S2-R3 | 8 | 30 |  |
| T3-S2-R4 | 9 | 34 |  |
| T2-S2-S2 | 6 | 22 |  |
| T3-S2-S2 | 7 | 26 |  |
| T3-S3-S2 | 8 | 30 |  |

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2014, SCT




Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

De acuerdo a lo anterior el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México arrojaron la siguiente información al año 2021, teniendo como resultado la siguiente clasificación:

Tabla 43 Composición vehicular

| | M | Autos y remolques | Pick-up | B | C2 | C3 | C4 | OTROS C4 | T3-S2 | T3-S3 | OTROS C5 | OTROS C6 | T3-S2-R4 | C7, C8 Y MAS DE 9 EJES | Total |
|-----------------------------|------|-------------------|---------|------|------|------|------|----------|-------|-------|----------|----------|----------|------------------------|--------|
| Puente vehicular | 2.3% | 78.8% | 9.9% | 1.2% | 3.5% | 0.9% | 0.0% | 0.0% | 1.9% | 0.8% | 0.0% | 0.0% | 0.3% | 0.4% | 100.0% |
| Lateral 1 Coacalco-Ecatepec | 2.0% | 65.3% | 7.7% | 4.1% | 9.4% | 2.4% | 0.0% | 0.0% | 4.8% | 2.0% | 0.0% | 0.0% | 0.9% | 1.4% | 100.0% |
| Lateral 2 Ecatepec-Coacalco | 2.4% | 67.3% | 8.4% | 3.9% | 6.7% | 2.3% | 0.0% | 0.0% | 4.8% | 2.5% | 0.0% | 0.0% | 0.7% | 1.0% | 100.0% |

Fuente: Elaboración con datos proporcionados por el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México.

Cabe mencionar que el mexibús es considerado como tipo de vehículo tipo T3-S3. Sin embargo, para efectos del análisis del presente proyecto se tomará en cuenta la clasificación por tipo de vehículo "A", "B" y "C".

*Tipo A: M, Autos y remolques y Pick up

*Tipo B: Autobuses

*Tipo C: C2,C3,C4, Otros C4, T3-S2, T3-S3, C5, C6, T3-S2-R4, C7, C8 y más de 9 ejes

Tabla 44 Composición vehicular A, B y C

| Demanda | | | |
|-------------------------------|--------|-------|--------|
| Clasificación | A | B | C |
| Puente vehicular | 91.00% | 1.20% | 7.80% |
| Lateral 1 (Coacalco-Ecatepec) | 75.10% | 4.10% | 20.80% |
| Lateral 2(Ecatepec-Coacalco) | 78.20% | 3.90% | 17.90% |

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el Departamento de Ingeniería de Tránsito de la Junta de Caminos del Estado de México

3.Periodización

De acuerdo con la SCT el factor K' es útil para determinar el volumen horario de proyecto, el cual representa el volumen máximo de vehículos que puede transitar sobre una carretera en un lapso de 1 hora.

Tomando en cuenta lo anterior se supone que el factor K' es el porcentaje máximo del TDPA que puede circular por el camino. Para el presente proyecto se toma el valor de K' del camino Carr. San Pedro Barrientos-Ecatepec en el Tramo Izq. Tultepec, ya que se encuentra cercano a la zona en estudio, emitido por los datos viales de la SCT. Dicho esto, el factor de K' que se encontró para el camino Carr. San Pedro Barrientos-Ecatepec es de 0.054

Una vez analizado los aforos vehiculares que se presentan a lo largo del día, se observa que no existen variaciones significativas.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Aunado a lo anterior se considerará que el camino opera a MEDIA CONGESTIÓN ya que el valor del factor K' promedio es de 0.042 siendo este menor al 0.054 registrado en los Datos Viales de la SCT.¹³

4. Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación vehicular señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad.

Tabla 45 Ocupación Vehicular Promedio

| A | B | C |
|-----|------|-----|
| 2.0 | 23.0 | 1.0 |

Fuente: Publicación Técnica No. 590, IMT

<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt590.pdf>

5. Tasa de crecimiento

Con el objeto de conocer el comportamiento de las corrientes de tránsito durante todo el año, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes instaló un conjunto de aparatos automáticos contadores de vehículos, distribuidos en diferentes tramos de la red carretera. Con este mismo propósito también se dispone de los volúmenes de tránsito que se registran en las casetas de cobro de Autopistas y Puentes de cuota, que constituyen una de las fuentes más completas de información, en virtud de que su sistema de operación exige una clasificación detallada del tipo de vehículos que utilizan las obras a su cargo. Esta información, entre otras aplicaciones, es utilizada para correlacionar sus variaciones con los resultados de los conteos vehiculares que se efectúan en la red de carreteras para hacerlos representativos para todo el año.

Para obtener la tasa de crecimiento del presente proyecto se revisaron los datos históricos de incremento del tráfico en la zona de influencia del proyecto, tomando como reseña los datos históricos del libro de Datos Viales editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de los años 2015 al 2020. Para el caso del presente proyecto se toman en cuenta las lecturas sobre la Carr. San Pedro Barrientos-Ecatepec en el Tramo IZQ. Tultepec, debido a la cercanía del tramo en estudio, ya que no existe un registro en el punto exacto de la zona de interés.

La metodología utilizada para calcular la tasa de crecimiento anual es la siguiente:

$$TMACP = \left[\left(\frac{N_f}{N_i} \right)^{\left(\frac{1}{t} \right)} \right] - 1$$

Dónde:

TMACP: tasa media anual de crecimiento poblacional.¹⁴

¹³ Anexo IV. Estudio de Transito

¹⁴http://estadisticas.ambiente.gob.ar/archivos/web/Indicadores/file/multisitio/pdf/13_%20Tasa%20media%20anual%20de%20crecimiento%20poblacional.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

N_i : población en el momento inicial del periodo

N_f : población al final del período.

t : tiempo transcurrido entre i y f .

Aunado a lo anterior se obtienen siguientes tasas de crecimiento para cada tramo y año.

Tabla 46 Tasa de crecimiento

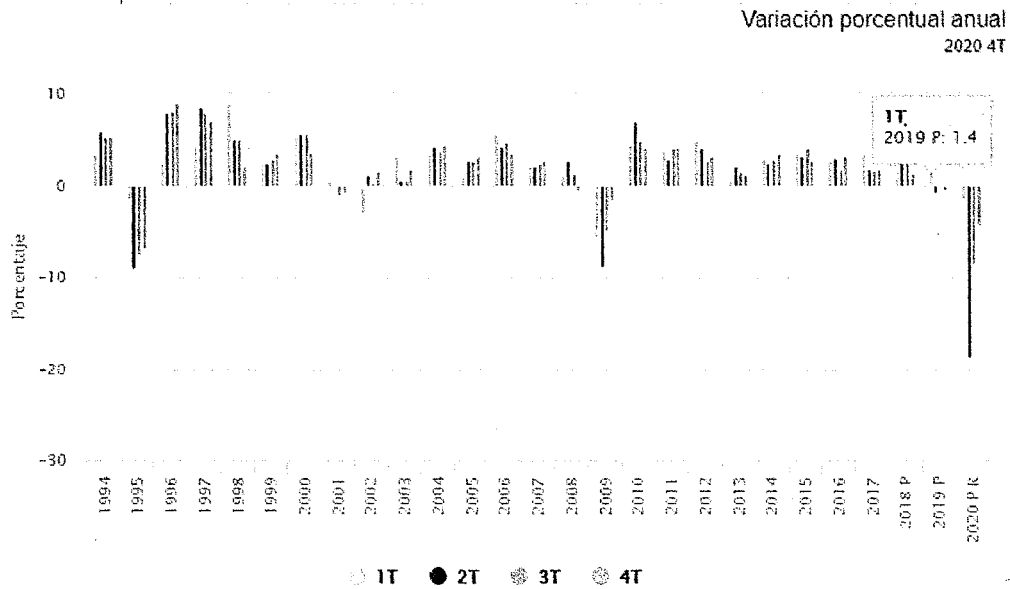
| Año | TDPA | Tasa de Crecimiento anual | |
|------|-----------|---------------------------|---------|
| 2015 | 41,951.00 | 2014-2015 | -12.55% |
| 2016 | 36,686.00 | 2015-2016 | -1.64% |
| 2017 | 36,083.00 | 2016-2017 | 13.98% |
| 2018 | 41,127.00 | 2017-2018 | 2.37% |
| 2019 | 42,102.00 | 2018-2019 | 26.20% |
| 2020 | 53,133.00 | Promedio | 5.67% |

Fuente: Elaboración propia con datos del libro de datos viales SCT

Como se puede observar la tasa de crecimiento resultante de la evaluación de los datos viales de la SCT es alta por lo que se recurra a utilizar el PIB del primer periodo del año 2019, publicado por el INEGI para no sobrevalorar los beneficios del proyecto.

Dicho lo anterior, la tasa de crecimiento para la proyección de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación será de 1.4% de acuerdo al PIB.

Ilustración 17 PIB del primer trimestre del año 2019



Fuente: <https://www.inegi.org.mx/temas/pib/>

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

A continuación, se presenta el cálculo de la demanda en la situación con proyecto y sus proyecciones a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 47 Proyección del TDPA de la situación con proyecto

| PUENTE VEHICULAR | | | | | | |
|---|-------------------------|--------|-------|-----------|-------------|------------|
| Proyección del Transito Diario Promedio Anual | | | | | | |
| Crecimiento anual | Clasificación vehicular | | | TDPA | 45,472.00 | |
| 1.40% | A | B | C | Total Día | Total Anual | |
| Año | 91.00% | 1.20% | 7.80% | 100.00% | 365 | |
| 0 | 2021 | 41,380 | 546 | 3,547 | 45,472 | 16,597,280 |
| 1 | 2022 | 41,959 | 553 | 3,596 | 46,109 | 16,829,642 |
| 2 | 2023 | 42,546 | 561 | 3,647 | 46,754 | 17,065,257 |
| 3 | 2024 | 43,142 | 569 | 3,698 | 47,409 | 17,304,171 |
| 4 | 2025 | 43,746 | 577 | 3,750 | 48,072 | 17,546,429 |
| 5 | 2026 | 44,358 | 585 | 3,802 | 48,745 | 17,792,079 |
| 6 | 2027 | 44,979 | 593 | 3,855 | 49,428 | 18,041,168 |
| 7 | 2028 | 45,609 | 601 | 3,909 | 50,120 | 18,293,744 |
| 8 | 2029 | 46,248 | 610 | 3,964 | 50,822 | 18,549,857 |
| 9 | 2030 | 46,895 | 618 | 4,020 | 51,533 | 18,809,555 |
| 10 | 2031 | 47,552 | 627 | 4,076 | 52,254 | 19,072,889 |
| 11 | 2032 | 48,217 | 636 | 4,133 | 52,986 | 19,339,909 |
| 12 | 2033 | 48,892 | 645 | 4,191 | 53,728 | 19,610,668 |
| 13 | 2034 | 49,577 | 654 | 4,249 | 54,480 | 19,885,217 |
| 14 | 2035 | 50,271 | 663 | 4,309 | 55,243 | 20,163,610 |
| 15 | 2036 | 50,975 | 672 | 4,369 | 56,016 | 20,445,901 |
| 16 | 2037 | 51,688 | 682 | 4,430 | 56,800 | 20,732,143 |
| 17 | 2038 | 52,412 | 691 | 4,492 | 57,596 | 21,022,393 |
| 18 | 2039 | 53,146 | 701 | 4,555 | 58,402 | 21,316,707 |
| 19 | 2040 | 53,890 | 711 | 4,619 | 59,220 | 21,615,141 |
| 20 | 2041 | 54,644 | 721 | 4,684 | 60,049 | 21,917,753 |
| 21 | 2042 | 55,409 | 731 | 4,749 | 60,889 | 22,224,601 |
| 22 | 2043 | 56,185 | 741 | 4,816 | 61,742 | 22,535,746 |
| 23 | 2044 | 56,972 | 751 | 4,883 | 62,606 | 22,851,246 |
| 24 | 2045 | 57,769 | 762 | 4,952 | 63,483 | 23,171,163 |
| 25 | 2046 | 58,578 | 772 | 5,021 | 64,371 | 23,495,560 |
| 26 | 2047 | 59,398 | 783 | 5,091 | 65,273 | 23,824,498 |
| 27 | 2048 | 60,230 | 794 | 5,163 | 66,186 | 24,158,041 |
| 28 | 2049 | 61,073 | 805 | 5,235 | 67,113 | 24,496,253 |
| 29 | 2050 | 61,928 | 817 | 5,308 | 68,053 | 24,839,201 |
| 30 | 2051 | 62,795 | 828 | 5,382 | 69,005 | 25,186,949 |
| 31 | 2052 | 63,674 | 840 | 5,458 | 69,971 | 25,539,567 |
| 32 | 2053 | 64,565 | 851 | 5,534 | 70,951 | 25,897,121 |
| 33 | 2054 | 65,469 | 863 | 5,612 | 71,944 | 26,259,680 |
| 34 | 2055 | 66,386 | 875 | 5,690 | 72,952 | 26,627,316 |
| 35 | 2056 | 67,315 | 888 | 5,770 | 73,973 | 27,000,098 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| LATERAL 1 (SENTIDO COACALCO-ECATEPEC) | | | | | | |
|---|------|-------------------------|-------|--------|-----------|-------------|
| Proyección del Transito Diario Promedio Anual | | | | | | |
| Crecimiento anual | | Clasificación vehicular | | | TDPA | 20,263.00 |
| 1.40% | | A | B | C | Total Día | Total Anual |
| Año | | 75.10% | 4.10% | 20.80% | 100.00% | 365 |
| 0 | 2021 | 15,218 | 831 | 4,215 | 20,263 | 7,395,995 |
| 1 | 2022 | 15,431 | 842 | 4,274 | 20,547 | 7,499,539 |
| 2 | 2023 | 15,647 | 854 | 4,334 | 20,834 | 7,604,532 |
| 3 | 2024 | 15,866 | 866 | 4,394 | 21,126 | 7,710,996 |
| 4 | 2025 | 16,088 | 878 | 4,456 | 21,422 | 7,818,950 |
| 5 | 2026 | 16,313 | 891 | 4,518 | 21,722 | 7,928,415 |
| 6 | 2027 | 16,541 | 903 | 4,581 | 22,026 | 8,039,413 |
| 7 | 2028 | 16,773 | 916 | 4,646 | 22,334 | 8,151,965 |
| 8 | 2029 | 17,008 | 929 | 4,711 | 22,647 | 8,266,092 |
| 9 | 2030 | 17,246 | 942 | 4,776 | 22,964 | 8,381,818 |
| 10 | 2031 | 17,487 | 955 | 4,843 | 23,285 | 8,499,163 |
| 11 | 2032 | 17,732 | 968 | 4,911 | 23,611 | 8,618,151 |
| 12 | 2033 | 17,980 | 982 | 4,980 | 23,942 | 8,738,805 |
| 13 | 2034 | 18,232 | 995 | 5,050 | 24,277 | 8,861,149 |
| 14 | 2035 | 18,487 | 1,009 | 5,120 | 24,617 | 8,985,205 |
| 15 | 2036 | 18,746 | 1,023 | 5,192 | 24,962 | 9,110,998 |
| 16 | 2037 | 19,009 | 1,038 | 5,265 | 25,311 | 9,238,552 |
| 17 | 2038 | 19,275 | 1,052 | 5,338 | 25,665 | 9,367,891 |
| 18 | 2039 | 19,545 | 1,067 | 5,413 | 26,025 | 9,499,042 |
| 19 | 2040 | 19,818 | 1,082 | 5,489 | 26,389 | 9,632,028 |
| 20 | 2041 | 20,096 | 1,097 | 5,566 | 26,759 | 9,766,877 |
| 21 | 2042 | 20,377 | 1,112 | 5,644 | 27,133 | 9,903,613 |
| 22 | 2043 | 20,662 | 1,128 | 5,723 | 27,513 | 10,042,264 |
| 23 | 2044 | 20,952 | 1,144 | 5,803 | 27,898 | 10,182,855 |
| 24 | 2045 | 21,245 | 1,160 | 5,884 | 28,289 | 10,325,415 |
| 25 | 2046 | 21,542 | 1,176 | 5,966 | 28,685 | 10,469,971 |
| 26 | 2047 | 21,844 | 1,193 | 6,050 | 29,086 | 10,616,551 |
| 27 | 2048 | 22,150 | 1,209 | 6,135 | 29,494 | 10,765,182 |
| 28 | 2049 | 22,460 | 1,226 | 6,221 | 29,907 | 10,915,895 |
| 29 | 2050 | 22,774 | 1,243 | 6,308 | 30,325 | 11,068,718 |
| 30 | 2051 | 23,093 | 1,261 | 6,396 | 30,750 | 11,223,680 |
| 31 | 2052 | 23,416 | 1,278 | 6,486 | 31,180 | 11,380,811 |
| 32 | 2053 | 23,744 | 1,296 | 6,576 | 31,617 | 11,540,142 |
| 33 | 2054 | 24,077 | 1,314 | 6,668 | 32,059 | 11,701,704 |
| 34 | 2055 | 24,414 | 1,333 | 6,762 | 32,508 | 11,865,528 |
| 35 | 2056 | 24,756 | 1,351 | 6,856 | 32,963 | 12,031,646 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| LATERAL 2 (SENTIDO ECATEPEC-COACALCO) | | | | | | |
|---|-------------------------|--------|--------|-----------|-------------|------------|
| Proyección del Transito Diario Promedio Anual | | | | | | |
| Crecimiento anual | Clasificación vehicular | | | TDPA | 21,266.00 | |
| 1.40% | A | B | C | Total Día | Total Anual | |
| Año | 78.20% | 3.90% | 17.90% | 100.00% | 365 | |
| 0 | 2021 | 16,630 | 829 | 3,807 | 21,266 | 7,762,090 |
| 1 | 2022 | 16,863 | 841 | 3,860 | 21,564 | 7,870,759 |
| 2 | 2023 | 17,099 | 853 | 3,914 | 21,866 | 7,980,950 |
| 3 | 2024 | 17,338 | 865 | 3,969 | 22,172 | 8,092,683 |
| 4 | 2025 | 17,581 | 877 | 4,024 | 22,482 | 8,205,981 |
| 5 | 2026 | 17,827 | 889 | 4,081 | 22,797 | 8,320,864 |
| 6 | 2027 | 18,077 | 902 | 4,138 | 23,116 | 8,437,357 |
| 7 | 2028 | 18,330 | 914 | 4,196 | 23,440 | 8,555,480 |
| 8 | 2029 | 18,586 | 927 | 4,254 | 23,768 | 8,675,256 |
| 9 | 2030 | 18,847 | 940 | 4,314 | 24,101 | 8,796,710 |
| 10 | 2031 | 19,111 | 953 | 4,374 | 24,438 | 8,919,864 |
| 11 | 2032 | 19,378 | 966 | 4,436 | 24,780 | 9,044,742 |
| 12 | 2033 | 19,649 | 980 | 4,498 | 25,127 | 9,171,368 |
| 13 | 2034 | 19,924 | 994 | 4,561 | 25,479 | 9,299,767 |
| 14 | 2035 | 20,203 | 1,008 | 4,625 | 25,836 | 9,429,964 |
| 15 | 2036 | 20,486 | 1,022 | 4,689 | 26,197 | 9,561,984 |
| 16 | 2037 | 20,773 | 1,036 | 4,755 | 26,564 | 9,695,851 |
| 17 | 2038 | 21,064 | 1,050 | 4,822 | 26,936 | 9,831,593 |
| 18 | 2039 | 21,359 | 1,065 | 4,889 | 27,313 | 9,969,236 |
| 19 | 2040 | 21,658 | 1,080 | 4,957 | 27,695 | 10,108,805 |
| 20 | 2041 | 21,961 | 1,095 | 5,027 | 28,083 | 10,250,328 |
| 21 | 2042 | 22,268 | 1,111 | 5,097 | 28,476 | 10,393,833 |
| 22 | 2043 | 22,580 | 1,126 | 5,169 | 28,875 | 10,539,347 |
| 23 | 2044 | 22,896 | 1,142 | 5,241 | 29,279 | 10,686,897 |
| 24 | 2045 | 23,217 | 1,158 | 5,314 | 29,689 | 10,836,514 |
| 25 | 2046 | 23,542 | 1,174 | 5,389 | 30,105 | 10,988,225 |
| 26 | 2047 | 23,871 | 1,191 | 5,464 | 30,526 | 11,142,060 |
| 27 | 2048 | 24,206 | 1,207 | 5,541 | 30,954 | 11,298,049 |
| 28 | 2049 | 24,545 | 1,224 | 5,618 | 31,387 | 11,456,222 |
| 29 | 2050 | 24,888 | 1,241 | 5,697 | 31,826 | 11,616,609 |
| 30 | 2051 | 25,237 | 1,259 | 5,777 | 32,272 | 11,779,241 |
| 31 | 2052 | 25,590 | 1,276 | 5,858 | 32,724 | 11,944,151 |
| 32 | 2053 | 25,948 | 1,294 | 5,940 | 33,182 | 12,111,369 |
| 33 | 2054 | 26,311 | 1,312 | 6,023 | 33,646 | 12,280,928 |
| 34 | 2055 | 26,680 | 1,331 | 6,107 | 34,117 | 12,452,861 |
| 35 | 2056 | 27,053 | 1,349 | 6,193 | 34,595 | 12,627,201 |

Fuente: Elaboración propia

n) Diagnóstico De La Interacción de La Oferta- Demanda Con Proyecto

Con la "Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco" se perfeccionarán las condiciones de traslado en la zona de influencia, por lo que se ofrecerán ventajas principales como la seguridad y comodidad de los usuarios, aunado a menores tiempos de traslado y costos generalizados de viaje.

Como se mencionó anteriormente el proyecto consiste en rehabilitar el puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco a base de láminas de fibra de carbono con la finalidad de mantener la estructura en buen estado. Esto impactará en la calidad de vida de los usuarios, ya que transitarán con mayor comodidad.

La relación que tiene la oferta y la demanda es el costo en el que incurren los vehículos al circular por las calles. Al ser estimados se toman en cuenta diferentes características del camino y vehículo como: costos de operación, mantenimiento del vehículo, costo del tiempo de las personas que transitan, costos de los hidrocarburos, costos del mantenimiento vehicular, valor del tiempo de los usuarios, valor del tiempo de los choferes de las unidades, condiciones físicas de la carretera, altitud de promedio de la carretera, entre otros.

Así entonces, el CGV es el costo en el que incurre el usuario de un camino, por trasladarse entre un cierto origen y un destino en donde influyen tanto los costos de operación vehicular (COV) (combustible, lubricantes, neumáticos, refacciones, etc.), como los costos del tiempo del recorrido (CTR). La sumatoria de estos dos elementos dan como resultado los Costos Generalizados de Viaje por tipo de vehículo.

- **Velocidad y Tiempo de Recorrido**

Al mejorar las condiciones de la estructura del puente vehicular y la carpeta asfáltica se tiene un incremento en las velocidades, sin embargo, este es mínimo ya que el TDPA que circula sobre el puente vehicular contempla todo tipo de vehículos.

Tabla 48 Velocidades en situación sin proyecto del puente vehicular Juan Pablo II

| PUENTE VEHICULAR | | | |
|------------------------|----------|----------|----------|
| Situación Con Proyecto | | | |
| Longitud (km) | 0.22 | | |
| IRI (m/km) | 3 | | |
| Clasificación | A | B | C |
| Velocidad (km/hr) | 60.00 | 50.00 | 40.00 |
| Vel. Prom (km/hr) | 50 | | |
| Tiempo de recorrido | 00:00:13 | 00:00:16 | 00:00:20 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| LATERAL 1 (SENTIDO COACALCO-ECATEPEC) | | | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| Situación Con Proyecto | | | |
| Longitud (km) | 0.22 | | |
| IRI (m/km) | 6 | | |
| Clasificación | A | B | C |
| Velocidad (km/hr) | 33.33 | 31.03 | 26.09 |
| Vel. Prom (km/hr) | 30.15 | | |
| Tiempo de recorrido | 00:00:24 | 00:00:26 | 00:00:31 |

| LATERAL 2 (SENTIDO ECATEPEC-COACALCO) | | | |
|---------------------------------------|-------------|----------|----------|
| Situación Con Proyecto | | | |
| Longitud (km) | 0.22 | | |
| IRI (m/km) | 6 | | |
| Clasificación | A | B | C |
| Velocidad (km/hr) | 31.58 | 29.03 | 26.47 |
| Vel. Prom (km/hr) | 29.02666667 | | |
| Tiempo de recorrido | 00:00:25 | 00:00:27 | 00:00:30 |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021.

Anterior al tramo en interés, se puede observar que la avenida cuenta con cuatro carriles de circulación y los usuarios viajan a una velocidad promedio de 43 km/hr. A partir del puente vehicular se divide en dos carriles en laterales y dos carriles sobre el puente. Al ejecutar el proyecto se puede notar un incremento de velocidad. Sin embargo, este es mínimo ya que el número de usuarios que circulan por la avenida es considerable, pero se considera que este incremento se debe al mejoramiento de la carpeta asfáltica, la cual quedara en buen estado y el trafico permite una velocidad de operación satisfactoria.

- **Costos de Operación Vehicular**

Los costos de operación vehicular se miden en términos monetarios. Para su cálculo se incluye el costo de combustibles y lubricantes, desgaste de llantas y elementos de frenado, deterioro del sistema de suspensión y de embrague, así como los costos de refacciones, mantenimiento y depreciación del vehículo. El COV es sensible a las características geométricas del camino, tales como pendientes, grados de curvatura, IRI y altitud sobre el nivel del mar.

Para obtención de los COV del presente proyecto se hará uso del modelo computacional VOC-MEX, el cual arroja los resultados base por cada 1,000 vehículos-kilómetro. Los insumos básicos que se ingresaron para las corridas del VOC-MEX son los valores reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en su publicación Técnica No. 590 2020, así como las características técnicas de los vehículos que operan en México, así como de las características representativas de las carreteras en México para los diferentes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

En la siguiente tabla se muestran los resultados arrojados por el programa VOC-MEX, para el caso de cada tipo de vehículo del presente proyecto:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 49 Costos de Operación Vehicular para cada tipo de vehículo

| PUENTE VEHICULAR | | | |
|-----------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Situación Con Proyecto | | | |
| Longitud (km) | 0.22 | | |
| IRI (m/km) | 3 | | |
| Clasificación | A | B | C |
| COV (\$/km) 1,000 vehículos | \$ 5,611.58 | \$ 14,310.84 | \$ 9,810.15 |
| COV (\$/km)/vehículo | \$ 5.61 | \$ 14.31 | \$ 9.81 |

| LATERAL 1 (SENTIDO COACALCO-ECATEPEC) | | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Situación Con Proyecto | | | |
| Longitud (km) | 0.22 | | |
| IRI (m/km) | 6 | | |
| Clasificación | A | B | C |
| COV (\$/km) 1,000 vehículos | \$ 7,608.45 | \$ 17,579.73 | \$ 13,383.39 |
| COV (\$/km)/vehículo | \$ 7.61 | \$ 17.58 | \$ 13.38 |

| LATERAL 2 (SENTIDO ECATEPEC-COACALCO) | | | |
|---------------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Situación Con Proyecto | | | |
| Longitud (km) | 0.22 | | |
| IRI (m/km) | 6 | | |
| Clasificación | A | B | C |
| COV (\$/km) 1,000 vehículos | \$ 7,803.09 | \$ 18,039.56 | \$ 13,290.85 |
| COV (\$/km)/vehículo | \$ 7.80 | \$ 18.04 | \$ 13.29 |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

Los parámetros con los que se alimentó el programa VOC-MEX por tipo de vehículo son los publicados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) en la publicación técnica 590 2020, estos se presentan en el Anexo III. Además, los resultados arrojados por el software se presentan en el anexo VIII.

- **Costo del Tiempo de Recorrido (CRT)**

El CTR representa el valor, en términos monetarios, del tiempo de viaje de las personas que viajan en cada tipo de vehículo. Está dado por el valor unitario del tiempo de las personas (peso/hora) multiplicado por el tiempo de recorrido en horas y por el número de pasajeros. El segundo insumo importante es precisamente el valor económico del tiempo de los usuarios.

Con la publicación de los resultados del Censo 2010, se realizó una actualización de los factores de ingresos y horas trabajadas aplicando la metodología propuesta por Torres (2012), cuyas expresiones básicas y valores se muestran a continuación.

$$SHP = \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$




Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

$$VT_{pp} = 0.3 * 2 * \frac{FIP * SMGP * 7}{HTP}$$

Dónde:

SHP= Valor tiempo por motivo de trabajo

VT_{pp}= Valor del tiempo por motivo de placer

SMGP = salario mínimo por hora (en pesos)

PHTD = promedio de horas trabajadas diarias = HTP / 7

HTPcenso2010 = promedio de las horas trabajadas por semana = 41.444

FIP censo2010 = factor de ingreso promedio de la población (en SMGP) = 3.367

H = ingreso horario familiar = 2*FIP*SMH

La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 50 Parámetros para el valor del Tiempo de Recorrido con optimizaciones

| Características Valor Tiempo | |
|--|--------|
| Salario Mínimo General Promedio (\$) | 141.7 |
| Valor tiempo por motivo de trabajo | 80.58 |
| % coeficiente tiempo motivo trabajo | 70.00% |
| Valor del tiempo por motivo de placer | 48.35 |
| % coeficiente tiempo motivo placer | 30.00% |
| Coefficiente de pasajeros por Auto | 2.00 |
| Coefficiente de pasajeros por Bus | 23.00 |
| Coefficiente de pasajeros por camión carga | 1.00 |
| Toneladas promedio (ton/veh) | 20.00 |
| Valor del tiempo de la carga (\$/h/ton) | 15.00 |

Fuente: Estimación del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020, NOTAS núm. 182, ENERO-FEBRERO 2020, artículo 1, Instituto Mexicano Transporte

A continuación, se presentan los resultados de los CGV's correspondientes a la situación con proyecto a lo largo del horizonte de evaluación.

Tabla 51 Costos representativos del puente vehicular Juan Pablo II en la situación con proyecto

| PUENTE VEHICULAR | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|---------|-------------------------|-----------------|--------------|----------------|-----------------|
| Costos de Operación Vehicular | | | | | | | | |
| COV (\$/km) | | | | Situación Sin Proyecto | | | TC | |
| Costo de Operación (\$/veh/km) | | | | Costo de Operación (\$) | | | 1.40% | |
| Año | A | B | C | A | B | C | Total | |
| 0 | 2021 | | | - | - | - | - | |
| 1 | 2022 | \$5.61 | \$14.31 | \$9.81 | \$19,005,024.00 | \$639,129.22 | \$2,847,819.32 | \$22,491,972.54 |
| 2 | 2023 | \$5.69 | \$14.51 | \$9.95 | \$19,540,889.66 | \$657,150.11 | \$2,928,116.43 | \$23,126,156.20 |
| 3 | 2024 | \$5.77 | \$14.71 | \$10.09 | \$20,091,864.58 | \$675,679.11 | \$3,010,677.60 | \$23,778,221.30 |
| 4 | 2025 | \$5.85 | \$14.92 | \$10.23 | \$20,658,374.80 | \$694,730.56 | \$3,095,566.67 | \$24,448,672.03 |
| 5 | 2026 | \$5.93 | \$15.13 | \$10.37 | \$21,240,858.33 | \$714,319.19 | \$3,182,849.26 | \$25,138,026.78 |
| 6 | 2027 | \$6.02 | \$15.34 | \$10.52 | \$21,839,765.57 | \$734,460.13 | \$3,272,592.88 | \$25,846,818.59 |
| 7 | 2028 | \$6.10 | \$15.56 | \$10.66 | \$22,455,559.60 | \$755,168.97 | \$3,364,866.91 | \$26,575,595.48 |
| 8 | 2029 | \$6.19 | \$15.77 | \$10.81 | \$23,088,716.56 | \$776,461.71 | \$3,459,742.70 | \$27,324,920.97 |
| 9 | 2030 | \$6.27 | \$15.99 | \$10.96 | \$23,739,726.02 | \$798,354.83 | \$3,557,293.60 | \$28,095,374.44 |
| 10 | 2031 | \$6.36 | \$16.22 | \$11.12 | \$24,409,091.33 | \$820,865.24 | \$3,657,595.05 | \$28,887,551.62 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | | | |
|----|------|--------|---------|---------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 11 | 2032 | \$6.45 | \$16.45 | \$11.27 | \$25,097,330.07 | \$844,010.35 | \$3,760,724.60 | \$29,702,065.03 |
| 12 | 2033 | \$6.54 | \$16.68 | \$11.43 | \$25,804,974.39 | \$867,808.07 | \$3,866,762.00 | \$30,539,544.45 |
| 13 | 2034 | \$6.63 | \$16.91 | \$11.59 | \$26,532,571.45 | \$892,276.79 | \$3,975,789.22 | \$31,400,637.45 |
| 14 | 2035 | \$6.72 | \$17.15 | \$11.75 | \$27,280,683.83 | \$917,435.42 | \$4,087,890.57 | \$32,286,009.82 |
| 15 | 2036 | \$6.82 | \$17.39 | \$11.92 | \$28,049,889.99 | \$943,303.43 | \$4,203,152.73 | \$33,196,346.16 |
| 16 | 2037 | \$6.91 | \$17.63 | \$12.08 | \$28,840,784.69 | \$969,900.82 | \$4,321,664.83 | \$34,132,350.33 |
| 17 | 2038 | \$7.01 | \$17.88 | \$12.25 | \$29,653,979.45 | \$997,248.14 | \$4,443,518.49 | \$35,094,746.08 |
| 18 | 2039 | \$7.11 | \$18.13 | \$12.43 | \$30,490,103.06 | \$1,025,366.55 | \$4,568,807.94 | \$36,084,277.54 |
| 19 | 2040 | \$7.21 | \$18.38 | \$12.60 | \$31,349,802.00 | \$1,054,277.78 | \$4,697,630.04 | \$37,101,709.83 |
| 20 | 2041 | \$7.31 | \$18.64 | \$12.78 | \$32,233,741.02 | \$1,084,004.20 | \$4,830,084.42 | \$38,147,829.64 |
| 21 | 2042 | \$7.41 | \$18.90 | \$12.95 | \$33,142,603.58 | \$1,114,568.78 | \$4,966,273.48 | \$39,223,445.85 |
| 22 | 2043 | \$7.51 | \$19.16 | \$13.14 | \$34,077,092.43 | \$1,145,995.16 | \$5,106,302.53 | \$40,329,390.13 |
| 23 | 2044 | \$7.62 | \$19.43 | \$13.32 | \$35,037,930.13 | \$1,178,307.64 | \$5,250,279.83 | \$41,466,517.61 |
| 24 | 2045 | \$7.73 | \$19.70 | \$13.51 | \$36,025,859.61 | \$1,211,531.20 | \$5,398,316.72 | \$42,635,707.54 |
| 25 | 2046 | \$7.83 | \$19.98 | \$13.70 | \$37,041,644.75 | \$1,245,691.54 | \$5,550,527.66 | \$43,837,863.95 |
| 26 | 2047 | \$7.94 | \$20.26 | \$13.89 | \$38,086,070.96 | \$1,280,815.06 | \$5,707,030.34 | \$45,073,916.36 |
| 27 | 2048 | \$8.06 | \$20.54 | \$14.08 | \$39,159,945.82 | \$1,316,928.92 | \$5,867,945.77 | \$46,344,820.51 |
| 28 | 2049 | \$8.17 | \$20.83 | \$14.28 | \$40,264,099.65 | \$1,354,061.05 | \$6,033,398.37 | \$47,651,559.07 |
| 29 | 2050 | \$8.28 | \$21.12 | \$14.48 | \$41,399,386.21 | \$1,392,240.15 | \$6,203,516.07 | \$48,995,142.43 |
| 30 | 2051 | \$8.40 | \$21.42 | \$14.68 | \$42,566,683.30 | \$1,431,495.75 | \$6,378,430.41 | \$50,376,609.46 |
| 31 | 2052 | \$8.52 | \$21.72 | \$14.89 | \$43,766,893.50 | \$1,471,858.21 | \$6,558,276.63 | \$51,797,028.34 |
| 32 | 2053 | \$8.63 | \$22.02 | \$15.10 | \$45,000,944.83 | \$1,513,358.72 | \$6,743,193.80 | \$53,257,497.35 |
| 33 | 2054 | \$8.76 | \$22.33 | \$15.31 | \$46,269,791.47 | \$1,556,029.39 | \$6,933,324.89 | \$54,759,145.75 |
| 34 | 2055 | \$8.88 | \$22.64 | \$15.52 | \$47,574,414.51 | \$1,599,903.19 | \$7,128,816.92 | \$56,303,134.62 |
| 35 | 2056 | \$9.00 | \$22.96 | \$15.74 | \$48,915,822.70 | \$1,645,014.06 | \$7,329,821.04 | \$57,890,657.81 |

| Valor Tiempo | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|-------|------------------------|-------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Velocidad de Recorrido (km/hr) | | | Situación Sin Proyecto | | | Total | | |
| Año | A | B | C | A | B | | C | |
| 0 | 2021 | | | | - | - | - | - |
| 1 | 2022 | 60.00 | 50.00 | 40.00 | \$8,005,608.21 | \$1,456,844.75 | \$2,177,198.60 | \$11,639,651.56 |
| 2 | 2023 | 59.16 | 49.30 | 39.44 | \$8,232,948.00 | \$1,498,215.59 | \$2,239,025.74 | \$11,970,189.34 |
| 3 | 2024 | 58.33 | 48.61 | 38.89 | \$8,466,743.68 | \$1,540,761.27 | \$2,302,608.63 | \$12,310,113.58 |
| 4 | 2025 | 57.52 | 47.93 | 38.34 | \$8,707,178.60 | \$1,584,515.14 | \$2,367,997.11 | \$12,659,690.84 |
| 5 | 2026 | 56.71 | 47.26 | 37.81 | \$8,954,441.27 | \$1,629,511.51 | \$2,435,242.46 | \$13,019,195.24 |
| 6 | 2027 | 55.92 | 46.60 | 37.28 | \$9,208,725.61 | \$1,675,785.67 | \$2,504,397.42 | \$13,388,908.70 |
| 7 | 2028 | 55.13 | 45.94 | 36.76 | \$9,470,231.00 | \$1,723,373.91 | \$2,575,516.21 | \$13,769,121.12 |
| 8 | 2029 | 54.36 | 45.30 | 36.24 | \$9,739,162.51 | \$1,772,313.53 | \$2,648,654.60 | \$14,160,130.64 |
| 9 | 2030 | 53.60 | 44.67 | 35.73 | \$10,015,731.02 | \$1,822,642.92 | \$2,723,869.94 | \$14,562,243.88 |
| 10 | 2031 | 52.85 | 44.04 | 35.23 | \$10,300,153.40 | \$1,874,401.54 | \$2,801,221.22 | \$14,975,776.17 |
| 11 | 2032 | 52.11 | 43.42 | 34.74 | \$10,592,652.69 | \$1,927,629.98 | \$2,880,769.08 | \$15,401,051.76 |
| 12 | 2033 | 51.38 | 42.82 | 34.25 | \$10,893,458.24 | \$1,982,369.98 | \$2,962,575.91 | \$15,838,404.14 |
| 13 | 2034 | 50.66 | 42.22 | 33.77 | \$11,202,805.94 | \$2,038,664.47 | \$3,046,705.86 | \$16,288,176.26 |
| 14 | 2035 | 49.95 | 41.63 | 33.30 | \$11,520,938.36 | \$2,096,557.57 | \$3,133,224.89 | \$16,750,720.82 |
| 15 | 2036 | 49.25 | 41.04 | 32.83 | \$11,848,104.97 | \$2,156,094.71 | \$3,222,200.85 | \$17,226,400.52 |
| 16 | 2037 | 48.56 | 40.47 | 32.38 | \$12,184,562.31 | \$2,217,322.55 | \$3,313,703.51 | \$17,715,588.37 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 17 | 2038 | 47.88 | 39.90 | 31.92 | \$12,530,574.22 | \$2,280,289.11 | \$3,407,804.62 | \$18,218,667.96 |
| 18 | 2039 | 47.21 | 39.34 | 31.48 | \$12,886,412.03 | \$2,345,043.77 | \$3,504,577.98 | \$18,736,033.78 |
| 19 | 2040 | 46.55 | 38.79 | 31.03 | \$13,252,354.76 | \$2,411,637.31 | \$3,604,099.47 | \$19,268,091.53 |
| 20 | 2041 | 45.90 | 38.25 | 30.60 | \$13,628,689.38 | \$2,480,121.94 | \$3,706,447.12 | \$19,815,258.43 |
| 21 | 2042 | 45.26 | 37.71 | 30.17 | \$14,015,710.99 | \$2,550,551.36 | \$3,811,701.19 | \$20,377,963.54 |
| 22 | 2043 | 44.62 | 37.19 | 29.75 | \$14,413,723.06 | \$2,622,980.81 | \$3,919,944.23 | \$20,956,648.10 |
| 23 | 2044 | 44.00 | 36.67 | 29.33 | \$14,823,037.71 | \$2,697,467.08 | \$4,031,261.10 | \$21,551,765.90 |
| 24 | 2045 | 43.38 | 36.15 | 28.92 | \$15,243,975.90 | \$2,774,068.58 | \$4,145,739.11 | \$22,163,783.59 |
| 25 | 2046 | 42.78 | 35.65 | 28.52 | \$15,676,867.71 | \$2,852,845.38 | \$4,263,468.01 | \$22,793,181.10 |
| 26 | 2047 | 42.18 | 35.15 | 28.12 | \$16,122,052.60 | \$2,933,859.24 | \$4,384,540.12 | \$23,440,451.96 |
| 27 | 2048 | 41.59 | 34.66 | 27.72 | \$16,579,879.65 | \$3,017,173.70 | \$4,509,050.39 | \$24,106,103.74 |
| 28 | 2049 | 41.00 | 34.17 | 27.34 | \$17,050,707.88 | \$3,102,854.09 | \$4,637,096.44 | \$24,790,658.41 |
| 29 | 2050 | 40.43 | 33.69 | 26.95 | \$17,534,906.48 | \$3,190,967.60 | \$4,768,778.70 | \$25,494,652.77 |
| 30 | 2051 | 39.86 | 33.22 | 26.58 | \$18,032,855.14 | \$3,281,583.31 | \$4,904,200.40 | \$26,218,638.85 |
| 31 | 2052 | 39.31 | 32.75 | 26.20 | \$18,544,944.33 | \$3,374,772.29 | \$5,043,467.76 | \$26,963,184.38 |
| 32 | 2053 | 38.76 | 32.30 | 25.84 | \$19,071,575.61 | \$3,470,607.61 | \$5,186,689.97 | \$27,728,873.18 |
| 33 | 2054 | 38.21 | 31.84 | 25.48 | \$19,613,161.94 | \$3,569,164.41 | \$5,333,979.34 | \$28,516,305.69 |
| 34 | 2055 | 37.68 | 31.40 | 25.12 | \$20,170,128.00 | \$3,670,520.00 | \$5,485,451.37 | \$29,326,099.36 |
| 35 | 2056 | 37.15 | 30.96 | 24.77 | \$20,742,910.54 | \$3,774,753.83 | \$5,641,224.83 | \$30,158,889.20 |

| | | CGV'S Anuales (\$) | | | |
|-----|------|--------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Año | | A | B | C | Total |
| 0 | 2021 | - | - | - | - |
| 1 | 2022 | \$27,010,632.21 | \$2,095,973.97 | \$5,025,017.92 | \$34,131,624.10 |
| 2 | 2023 | \$27,773,837.66 | \$2,155,365.70 | \$5,167,142.17 | \$35,096,345.53 |
| 3 | 2024 | \$28,558,608.27 | \$2,216,440.38 | \$5,313,286.23 | \$36,088,334.88 |
| 4 | 2025 | \$29,365,553.39 | \$2,279,245.70 | \$5,463,563.77 | \$37,108,362.87 |
| 5 | 2026 | \$30,195,299.61 | \$2,343,830.70 | \$5,618,091.72 | \$38,157,222.03 |
| 6 | 2027 | \$31,048,491.18 | \$2,410,245.80 | \$5,776,990.30 | \$39,235,727.29 |
| 7 | 2028 | \$31,925,790.61 | \$2,478,542.87 | \$5,940,383.12 | \$40,344,716.60 |
| 8 | 2029 | \$32,827,879.07 | \$2,548,775.24 | \$6,108,397.30 | \$41,485,051.61 |
| 9 | 2030 | \$33,755,457.04 | \$2,620,997.75 | \$6,281,163.55 | \$42,657,618.33 |
| 10 | 2031 | \$34,709,244.73 | \$2,695,266.78 | \$6,458,816.27 | \$43,863,327.79 |
| 11 | 2032 | \$35,689,982.76 | \$2,771,640.34 | \$6,641,493.69 | \$45,103,116.78 |
| 12 | 2033 | \$36,698,432.63 | \$2,850,178.05 | \$6,829,337.91 | \$46,377,948.59 |
| 13 | 2034 | \$37,735,377.39 | \$2,930,941.25 | \$7,022,495.08 | \$47,688,813.71 |
| 14 | 2035 | \$38,801,622.19 | \$3,013,993.00 | \$7,221,115.46 | \$49,036,730.65 |
| 15 | 2036 | \$39,897,994.96 | \$3,099,398.14 | \$7,425,353.58 | \$50,422,746.68 |
| 16 | 2037 | \$41,025,347.00 | \$3,187,223.36 | \$7,635,368.34 | \$51,847,938.70 |
| 17 | 2038 | \$42,184,553.67 | \$3,277,537.25 | \$7,851,323.11 | \$53,313,414.04 |
| 18 | 2039 | \$43,376,515.09 | \$3,370,410.32 | \$8,073,385.92 | \$54,820,311.32 |
| 19 | 2040 | \$44,602,156.77 | \$3,465,915.09 | \$8,301,729.51 | \$56,369,801.37 |
| 20 | 2041 | \$45,862,430.40 | \$3,564,126.13 | \$8,536,531.54 | \$57,963,088.08 |
| 21 | 2042 | \$47,158,314.57 | \$3,665,120.14 | \$8,777,974.67 | \$59,601,409.39 |
| 22 | 2043 | \$48,490,815.50 | \$3,768,975.98 | \$9,026,246.76 | \$61,286,038.23 |
| 23 | 2044 | \$49,860,967.85 | \$3,875,774.73 | \$9,281,540.94 | \$63,018,283.51 |
| 24 | 2045 | \$51,269,835.52 | \$3,985,599.79 | \$9,544,055.83 | \$64,799,491.13 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|----|------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 25 | 2046 | \$52,718,512.46 | \$4,098,536.92 | \$9,813,995.67 | \$66,631,045.05 |
| 26 | 2047 | \$54,208,123.56 | \$4,214,674.30 | \$10,091,570.46 | \$68,514,368.32 |
| 27 | 2048 | \$55,739,825.47 | \$4,334,102.62 | \$10,376,996.16 | \$70,450,924.25 |
| 28 | 2049 | \$57,314,807.53 | \$4,456,915.14 | \$10,670,494.81 | \$72,442,217.48 |
| 29 | 2050 | \$58,934,292.68 | \$4,583,207.75 | \$10,972,294.76 | \$74,489,795.19 |
| 30 | 2051 | \$60,599,538.44 | \$4,713,079.06 | \$11,282,630.81 | \$76,595,248.31 |
| 31 | 2052 | \$62,311,837.84 | \$4,846,630.50 | \$11,601,744.39 | \$78,760,212.72 |
| 32 | 2053 | \$64,072,520.44 | \$4,983,966.33 | \$11,929,883.76 | \$80,986,370.54 |
| 33 | 2054 | \$65,882,953.41 | \$5,125,193.80 | \$12,267,304.23 | \$83,275,451.44 |
| 34 | 2055 | \$67,744,542.51 | \$5,270,423.19 | \$12,614,268.28 | \$85,629,233.98 |
| 35 | 2056 | \$69,658,733.24 | \$5,419,767.89 | \$12,971,045.87 | \$88,049,547.00 |

| LATERAL 1 (SENTIDO COACALCO-ECATEPEC) | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|---------|-------------------------|---------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Costos de Operación Vehicular | | | | | | | | |
| COV (\$/km) | | | Situación Sin Proyecto | | | TC | | |
| Costo de Operación (\$/veh/km) | | | Costo de Operación (\$) | | | 1.40% | | |
| Año | A | B | C | A | B | C | Total | |
| 0 | 2021 | | | - | - | - | - | |
| 1 | 2022 | \$7.61 | \$17.58 | \$13.38 | \$9,476,277.47 | \$1,195,357.95 | \$4,616,695.26 | \$15,288,330.68 |
| 2 | 2023 | \$7.71 | \$17.83 | \$13.57 | \$9,743,470.59 | \$1,229,062.27 | \$4,746,867.59 | \$15,719,400.46 |
| 3 | 2024 | \$7.82 | \$18.08 | \$13.76 | \$10,018,197.49 | \$1,263,716.91 | \$4,880,710.27 | \$16,162,624.67 |
| 4 | 2025 | \$7.93 | \$18.33 | \$13.95 | \$10,300,670.59 | \$1,299,348.67 | \$5,018,326.78 | \$16,618,346.04 |
| 5 | 2026 | \$8.04 | \$18.59 | \$14.15 | \$10,591,108.29 | \$1,335,985.10 | \$5,159,823.52 | \$17,086,916.92 |
| 6 | 2027 | \$8.16 | \$18.85 | \$14.35 | \$10,889,735.18 | \$1,373,654.54 | \$5,305,309.91 | \$17,568,699.63 |
| 7 | 2028 | \$8.27 | \$19.11 | \$14.55 | \$11,196,782.16 | \$1,412,386.10 | \$5,454,898.42 | \$18,064,066.69 |
| 8 | 2029 | \$8.39 | \$19.38 | \$14.75 | \$11,512,486.63 | \$1,452,209.74 | \$5,608,704.74 | \$18,573,401.11 |
| 9 | 2030 | \$8.50 | \$19.65 | \$14.96 | \$11,837,092.70 | \$1,493,156.25 | \$5,766,847.78 | \$19,097,096.73 |
| 10 | 2031 | \$8.62 | \$19.92 | \$15.17 | \$12,170,851.37 | \$1,535,257.28 | \$5,929,449.82 | \$19,635,558.47 |
| 11 | 2032 | \$8.74 | \$20.20 | \$15.38 | \$12,514,020.69 | \$1,578,545.40 | \$6,096,636.59 | \$20,189,202.67 |
| 12 | 2033 | \$8.87 | \$20.48 | \$15.59 | \$12,866,866.02 | \$1,623,054.06 | \$6,268,537.35 | \$20,758,457.43 |
| 13 | 2034 | \$8.99 | \$20.77 | \$15.81 | \$13,229,660.17 | \$1,668,817.69 | \$6,445,285.03 | \$21,343,762.90 |
| 14 | 2035 | \$9.12 | \$21.06 | \$16.03 | \$13,602,683.67 | \$1,715,871.68 | \$6,627,016.29 | \$21,945,571.64 |
| 15 | 2036 | \$9.24 | \$21.36 | \$16.26 | \$13,986,224.94 | \$1,764,252.40 | \$6,813,871.64 | \$22,564,348.97 |
| 16 | 2037 | \$9.37 | \$21.66 | \$16.49 | \$14,380,580.54 | \$1,813,997.26 | \$7,005,995.56 | \$23,200,573.36 |
| 17 | 2038 | \$9.50 | \$21.96 | \$16.72 | \$14,786,055.39 | \$1,865,144.72 | \$7,203,536.61 | \$23,854,736.72 |
| 18 | 2039 | \$9.64 | \$22.27 | \$16.95 | \$15,202,963.00 | \$1,917,734.34 | \$7,406,647.53 | \$24,527,344.88 |
| 19 | 2040 | \$9.77 | \$22.58 | \$17.19 | \$15,631,625.75 | \$1,971,806.78 | \$7,615,485.37 | \$25,218,917.90 |
| 20 | 2041 | \$9.91 | \$22.89 | \$17.43 | \$16,072,375.07 | \$2,027,403.84 | \$7,830,211.59 | \$25,929,990.51 |
| 21 | 2042 | \$10.05 | \$23.22 | \$17.67 | \$16,525,551.76 | \$2,084,568.52 | \$8,050,992.24 | \$26,661,112.52 |
| 22 | 2043 | \$10.19 | \$23.54 | \$17.92 | \$16,991,506.21 | \$2,143,345.02 | \$8,277,998.02 | \$27,412,849.25 |
| 23 | 2044 | \$10.33 | \$23.87 | \$18.17 | \$17,470,598.72 | \$2,203,778.77 | \$8,511,404.45 | \$28,185,781.94 |
| 24 | 2045 | \$10.48 | \$24.20 | \$18.43 | \$17,963,199.72 | \$2,265,916.52 | \$8,751,392.01 | \$28,980,508.25 |
| 25 | 2046 | \$10.62 | \$24.54 | \$18.68 | \$18,469,690.10 | \$2,329,806.30 | \$8,998,146.26 | \$29,797,642.66 |
| 26 | 2047 | \$10.77 | \$24.89 | \$18.95 | \$18,990,461.49 | \$2,395,497.52 | \$9,251,857.99 | \$30,637,816.99 |
| 27 | 2048 | \$10.92 | \$25.23 | \$19.21 | \$19,525,916.54 | \$2,463,040.97 | \$9,512,723.38 | \$31,501,680.88 |
| 28 | 2049 | \$11.07 | \$25.59 | \$19.48 | \$20,076,469.28 | \$2,532,488.87 | \$9,780,944.12 | \$32,389,902.28 |
| 29 | 2050 | \$11.23 | \$25.95 | \$19.75 | \$20,642,545.41 | \$2,603,894.93 | \$10,056,727.62 | \$33,303,167.96 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | | | |
|----|------|---------|---------|---------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 30 | 2051 | \$11.39 | \$26.31 | \$20.03 | \$21,224,582.62 | \$2,677,314.35 | \$10,340,287.12 | \$34,242,184.09 |
| 31 | 2052 | \$11.55 | \$26.68 | \$20.31 | \$21,823,030.95 | \$2,752,803.91 | \$10,631,841.85 | \$35,207,676.71 |
| 32 | 2053 | \$11.71 | \$27.05 | \$20.59 | \$22,438,353.13 | \$2,830,421.96 | \$10,931,617.27 | \$36,200,392.36 |
| 33 | 2054 | \$11.87 | \$27.43 | \$20.88 | \$23,071,024.94 | \$2,910,228.54 | \$11,239,845.15 | \$37,221,098.62 |
| 34 | 2055 | \$12.04 | \$27.81 | \$21.17 | \$23,721,535.55 | \$2,992,285.35 | \$11,556,763.82 | \$38,270,584.72 |
| 35 | 2056 | \$12.21 | \$28.20 | \$21.47 | \$24,390,387.97 | \$3,076,655.82 | \$11,882,618.33 | \$39,349,662.13 |

| Valor Tiempo | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|-------|-------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Velocidad de Recorrido (km/hr) | | | | Situación Sin Proyecto | | | Total | |
| Año | A | B | C | Valor Tiempo | | | | |
| | A | B | C | A | B | C | | |
| 0 | 2021 | | | | | | | |
| 1 | 2022 | 33.33 | 31.03 | 26.09 | \$5,299,910.09 | \$3,574,076.14 | \$3,966,544.95 | \$12,840,531.17 |
| 2 | 2023 | 32.86 | 30.60 | 25.72 | \$5,450,414.63 | \$3,675,571.20 | \$4,079,185.17 | \$13,205,171.00 |
| 3 | 2024 | 32.40 | 30.17 | 25.36 | \$5,605,193.14 | \$3,779,948.48 | \$4,195,024.10 | \$13,580,165.72 |
| 4 | 2025 | 31.95 | 29.74 | 25.01 | \$5,764,366.98 | \$3,887,289.81 | \$4,314,152.57 | \$13,965,809.37 |
| 5 | 2026 | 31.50 | 29.33 | 24.66 | \$5,928,060.98 | \$3,997,679.38 | \$4,436,664.00 | \$14,362,404.36 |
| 6 | 2027 | 31.06 | 28.92 | 24.31 | \$6,096,403.48 | \$4,111,203.75 | \$4,562,654.46 | \$14,770,261.68 |
| 7 | 2028 | 30.63 | 28.51 | 23.97 | \$6,269,526.50 | \$4,227,951.92 | \$4,692,222.74 | \$15,189,701.16 |
| 8 | 2029 | 30.20 | 28.11 | 23.64 | \$6,447,565.79 | \$4,348,015.47 | \$4,825,470.45 | \$15,621,051.70 |
| 9 | 2030 | 29.77 | 27.72 | 23.31 | \$6,630,660.96 | \$4,471,488.52 | \$4,962,502.06 | \$16,064,651.55 |
| 10 | 2031 | 29.36 | 27.33 | 22.98 | \$6,818,955.60 | \$4,598,467.91 | \$5,103,425.04 | \$16,520,848.55 |
| 11 | 2032 | 28.95 | 26.95 | 22.66 | \$7,012,597.34 | \$4,729,053.21 | \$5,248,349.89 | \$16,990,000.44 |
| 12 | 2033 | 28.54 | 26.57 | 22.34 | \$7,211,738.03 | \$4,863,346.81 | \$5,397,390.25 | \$17,472,475.09 |
| 13 | 2034 | 28.14 | 26.20 | 22.03 | \$7,416,533.84 | \$5,001,454.02 | \$5,550,663.00 | \$17,968,650.86 |
| 14 | 2035 | 27.75 | 25.83 | 21.72 | \$7,627,145.35 | \$5,143,483.14 | \$5,708,288.32 | \$18,478,916.81 |
| 15 | 2036 | 27.36 | 25.47 | 21.42 | \$7,843,737.71 | \$5,289,545.54 | \$5,870,389.81 | \$19,003,673.06 |
| 16 | 2037 | 26.98 | 25.12 | 21.12 | \$8,066,480.77 | \$5,439,755.76 | \$6,037,094.59 | \$19,543,331.12 |
| 17 | 2038 | 26.60 | 24.76 | 20.82 | \$8,295,549.19 | \$5,594,231.59 | \$6,208,533.38 | \$20,098,314.16 |
| 18 | 2039 | 26.23 | 24.42 | 20.53 | \$8,531,122.59 | \$5,753,094.15 | \$6,384,840.62 | \$20,669,057.36 |
| 19 | 2040 | 25.86 | 24.07 | 20.24 | \$8,773,385.71 | \$5,916,468.02 | \$6,566,154.55 | \$21,256,008.28 |
| 20 | 2041 | 25.50 | 23.74 | 19.96 | \$9,022,528.51 | \$6,084,481.31 | \$6,752,617.36 | \$21,859,627.17 |
| 21 | 2042 | 25.14 | 23.41 | 19.68 | \$9,278,746.36 | \$6,257,265.77 | \$6,944,375.25 | \$22,480,387.38 |
| 22 | 2043 | 24.79 | 23.08 | 19.40 | \$9,542,240.17 | \$6,434,956.88 | \$7,141,578.61 | \$23,118,775.66 |
| 23 | 2044 | 24.44 | 22.75 | 19.13 | \$9,813,216.56 | \$6,617,693.99 | \$7,344,382.06 | \$23,775,292.61 |
| 24 | 2045 | 24.10 | 22.44 | 18.86 | \$10,091,888.03 | \$6,805,620.40 | \$7,552,944.63 | \$24,450,453.05 |
| 25 | 2046 | 23.76 | 22.12 | 18.60 | \$10,378,473.08 | \$6,998,883.45 | \$7,767,429.87 | \$25,144,786.41 |
| 26 | 2047 | 23.43 | 21.81 | 18.34 | \$10,673,196.46 | \$7,197,634.70 | \$7,988,005.98 | \$25,858,837.14 |
| 27 | 2048 | 23.10 | 21.51 | 18.08 | \$10,976,289.26 | \$7,402,030.01 | \$8,214,845.90 | \$26,593,165.17 |
| 28 | 2049 | 22.78 | 21.21 | 17.83 | \$11,287,989.15 | \$7,612,229.65 | \$8,448,127.53 | \$27,348,346.33 |
| 29 | 2050 | 22.46 | 20.91 | 17.58 | \$11,608,540.57 | \$7,828,398.44 | \$8,688,033.79 | \$28,124,972.80 |
| 30 | 2051 | 22.14 | 20.62 | 17.33 | \$11,938,194.87 | \$8,050,705.90 | \$8,934,752.80 | \$28,923,653.57 |
| 31 | 2052 | 21.83 | 20.33 | 17.09 | \$12,277,210.54 | \$8,279,326.35 | \$9,188,478.03 | \$29,745,014.93 |
| 32 | 2053 | 21.53 | 20.04 | 16.85 | \$12,625,853.44 | \$8,514,439.07 | \$9,449,408.44 | \$30,589,700.95 |
| 33 | 2054 | 21.23 | 19.76 | 16.62 | \$12,984,396.94 | \$8,756,228.41 | \$9,717,748.64 | \$31,458,374.00 |
| 34 | 2055 | 20.93 | 19.49 | 16.38 | \$13,353,122.21 | \$9,004,883.98 | \$9,993,709.05 | \$32,351,715.25 |
| 35 | 2056 | 20.64 | 19.21 | 16.15 | \$13,732,318.38 | \$9,260,600.77 | \$10,277,506.06 | \$33,270,425.21 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | CGV'S Anuales (\$) | | | |
|-----|------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Año | | A | B | C | Total |
| 0 | 2021 | - | - | - | - |
| 1 | 2022 | \$14,776,187.56 | \$4,769,434.09 | \$8,583,240.20 | \$28,128,861.86 |
| 2 | 2023 | \$15,193,885.23 | \$4,904,633.47 | \$8,826,052.76 | \$28,924,571.46 |
| 3 | 2024 | \$15,623,390.63 | \$5,043,665.38 | \$9,075,734.37 | \$29,742,790.39 |
| 4 | 2025 | \$16,065,037.57 | \$5,186,638.48 | \$9,332,479.35 | \$30,584,155.40 |
| 5 | 2026 | \$16,519,169.27 | \$5,333,664.49 | \$9,596,487.52 | \$31,449,321.28 |
| 6 | 2027 | \$16,986,138.66 | \$5,484,858.29 | \$9,867,964.37 | \$32,338,961.31 |
| 7 | 2028 | \$17,466,308.66 | \$5,640,338.03 | \$10,147,121.17 | \$33,253,767.85 |
| 8 | 2029 | \$17,960,052.42 | \$5,800,225.21 | \$10,434,175.19 | \$34,194,452.81 |
| 9 | 2030 | \$18,467,753.66 | \$5,964,644.77 | \$10,729,349.84 | \$35,161,748.28 |
| 10 | 2031 | \$18,989,806.96 | \$6,133,725.20 | \$11,032,874.86 | \$36,156,407.02 |
| 11 | 2032 | \$19,526,618.03 | \$6,307,598.61 | \$11,344,986.48 | \$37,179,203.11 |
| 12 | 2033 | \$20,078,604.05 | \$6,486,400.87 | \$11,665,927.60 | \$38,230,932.53 |
| 13 | 2034 | \$20,646,194.01 | \$6,670,271.72 | \$11,995,948.03 | \$39,312,413.76 |
| 14 | 2035 | \$21,229,829.02 | \$6,859,354.82 | \$12,335,304.60 | \$40,424,488.44 |
| 15 | 2036 | \$21,829,962.65 | \$7,053,797.94 | \$12,684,261.45 | \$41,568,022.04 |
| 16 | 2037 | \$22,447,061.31 | \$7,253,753.02 | \$13,043,090.15 | \$42,743,904.48 |
| 17 | 2038 | \$23,081,604.57 | \$7,459,376.31 | \$13,412,070.00 | \$43,953,050.88 |
| 18 | 2039 | \$23,734,085.60 | \$7,670,828.49 | \$13,791,488.15 | \$45,196,402.24 |
| 19 | 2040 | \$24,405,011.46 | \$7,888,274.80 | \$14,181,639.92 | \$46,474,926.17 |
| 20 | 2041 | \$25,094,903.58 | \$8,111,885.15 | \$14,582,828.95 | \$47,789,617.68 |
| 21 | 2042 | \$25,804,298.11 | \$8,341,834.29 | \$14,995,367.49 | \$49,141,499.89 |
| 22 | 2043 | \$26,533,746.38 | \$8,578,301.90 | \$15,419,576.62 | \$50,531,624.91 |
| 23 | 2044 | \$27,283,815.28 | \$8,821,472.77 | \$15,855,786.51 | \$51,961,074.56 |
| 24 | 2045 | \$28,055,087.75 | \$9,071,536.92 | \$16,304,336.64 | \$53,430,961.31 |
| 25 | 2046 | \$28,848,163.19 | \$9,328,689.75 | \$16,765,576.13 | \$54,942,429.07 |
| 26 | 2047 | \$29,663,657.94 | \$9,593,132.23 | \$17,239,863.96 | \$56,496,654.13 |
| 27 | 2048 | \$30,502,205.79 | \$9,865,070.98 | \$17,727,569.28 | \$58,094,846.05 |
| 28 | 2049 | \$31,364,458.43 | \$10,144,718.52 | \$18,229,071.65 | \$59,738,248.61 |
| 29 | 2050 | \$32,251,085.98 | \$10,432,293.37 | \$18,744,761.41 | \$61,428,140.76 |
| 30 | 2051 | \$33,162,777.48 | \$10,728,020.25 | \$19,275,039.92 | \$63,165,837.65 |
| 31 | 2052 | \$34,100,241.49 | \$11,032,130.26 | \$19,820,319.89 | \$64,952,691.63 |
| 32 | 2053 | \$35,064,206.57 | \$11,344,861.03 | \$20,381,025.71 | \$66,790,093.31 |
| 33 | 2054 | \$36,055,421.88 | \$11,666,456.95 | \$20,957,593.79 | \$68,679,472.62 |
| 34 | 2055 | \$37,074,657.77 | \$11,997,169.33 | \$21,550,472.87 | \$70,622,299.97 |
| 35 | 2056 | \$38,122,706.35 | \$12,337,256.59 | \$22,160,124.39 | \$72,620,087.34 |

LATERAL 2 (SENTIDO ECATEPEC-COACALCO)

| Costos de Operación Vehicular | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|--------|-------------------------|---------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| COV (\$/km) | | | Situación Sin Proyecto | | | TC | | |
| Costo de Operación (\$/veh/km) | | | Costo de Operación (\$) | | | 1.40% | | |
| Año | A | B | C | A | B | C | Total | |
| 0 | 2021 | | | - | - | - | - | |
| 1 | 2022 | \$7.80 | \$18.04 | \$13.29 | \$10,620,805.86 | \$1,224,544.31 | \$4,140,852.75 | \$15,986,202.92 |
| 2 | 2023 | \$7.91 | \$18.29 | \$13.48 | \$10,920,270.10 | \$1,259,071.56 | \$4,257,608.23 | \$16,436,949.90 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | | | |
|----|------|---------|---------|---------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 3 | 2024 | \$8.02 | \$18.55 | \$13.67 | \$11,228,178.04 | \$1,294,572.35 | \$4,377,655.76 | \$16,900,406.14 |
| 4 | 2025 | \$8.14 | \$18.81 | \$13.86 | \$11,544,767.75 | \$1,331,074.11 | \$4,501,088.14 | \$17,376,929.99 |
| 5 | 2026 | \$8.25 | \$19.07 | \$14.05 | \$11,870,284.02 | \$1,368,605.07 | \$4,628,000.82 | \$17,866,889.91 |
| 6 | 2027 | \$8.36 | \$19.34 | \$14.25 | \$12,204,978.54 | \$1,407,194.26 | \$4,758,491.93 | \$18,370,664.74 |
| 7 | 2028 | \$8.48 | \$19.61 | \$14.45 | \$12,549,110.12 | \$1,446,871.51 | \$4,892,662.37 | \$18,888,644.00 |
| 8 | 2029 | \$8.60 | \$19.88 | \$14.65 | \$12,902,944.83 | \$1,487,667.50 | \$5,030,615.88 | \$19,421,228.21 |
| 9 | 2030 | \$8.72 | \$20.16 | \$14.85 | \$13,266,756.26 | \$1,529,613.77 | \$5,172,459.12 | \$19,968,829.16 |
| 10 | 2031 | \$8.84 | \$20.44 | \$15.06 | \$13,640,825.72 | \$1,572,742.76 | \$5,318,301.78 | \$20,531,870.26 |
| 11 | 2032 | \$8.97 | \$20.73 | \$15.27 | \$14,025,442.44 | \$1,617,087.82 | \$5,468,256.62 | \$21,110,786.88 |
| 12 | 2033 | \$9.09 | \$21.02 | \$15.49 | \$14,420,903.82 | \$1,662,683.23 | \$5,622,439.58 | \$21,706,026.63 |
| 13 | 2034 | \$9.22 | \$21.31 | \$15.70 | \$14,827,515.62 | \$1,709,564.24 | \$5,780,969.89 | \$22,318,049.75 |
| 14 | 2035 | \$9.35 | \$21.61 | \$15.92 | \$15,245,592.25 | \$1,757,767.12 | \$5,943,970.11 | \$22,947,329.48 |
| 15 | 2036 | \$9.48 | \$21.92 | \$16.15 | \$15,675,456.97 | \$1,807,329.12 | \$6,111,566.29 | \$23,594,352.39 |
| 16 | 2037 | \$9.61 | \$22.22 | \$16.37 | \$16,117,442.16 | \$1,858,288.57 | \$6,283,888.02 | \$24,259,618.75 |
| 17 | 2038 | \$9.75 | \$22.53 | \$16.60 | \$16,571,889.56 | \$1,910,684.88 | \$6,461,068.52 | \$24,943,642.96 |
| 18 | 2039 | \$9.88 | \$22.85 | \$16.83 | \$17,039,150.55 | \$1,964,558.55 | \$6,643,244.81 | \$25,646,953.91 |
| 19 | 2040 | \$10.02 | \$23.17 | \$17.07 | \$17,519,586.44 | \$2,019,951.24 | \$6,830,557.74 | \$26,370,095.42 |
| 20 | 2041 | \$10.16 | \$23.49 | \$17.31 | \$18,013,568.70 | \$2,076,905.78 | \$7,023,152.15 | \$27,113,626.64 |
| 21 | 2042 | \$10.30 | \$23.82 | \$17.55 | \$18,521,479.28 | \$2,135,466.22 | \$7,221,176.95 | \$27,878,122.45 |
| 22 | 2043 | \$10.45 | \$24.16 | \$17.80 | \$19,043,710.91 | \$2,195,677.82 | \$7,424,785.25 | \$28,664,173.99 |
| 23 | 2044 | \$10.60 | \$24.49 | \$18.05 | \$19,580,667.39 | \$2,257,587.16 | \$7,634,134.50 | \$29,472,389.04 |
| 24 | 2045 | \$10.74 | \$24.84 | \$18.30 | \$20,132,763.89 | \$2,321,242.08 | \$7,849,386.55 | \$30,303,392.52 |
| 25 | 2046 | \$10.89 | \$25.18 | \$18.56 | \$20,700,427.30 | \$2,386,691.83 | \$8,070,707.86 | \$31,157,826.98 |
| 26 | 2047 | \$11.05 | \$25.54 | \$18.81 | \$21,284,096.54 | \$2,453,986.99 | \$8,298,269.54 | \$32,036,353.07 |
| 27 | 2048 | \$11.20 | \$25.89 | \$19.08 | \$21,884,222.93 | \$2,523,179.61 | \$8,532,247.54 | \$32,939,650.08 |
| 28 | 2049 | \$11.36 | \$26.26 | \$19.35 | \$22,501,270.48 | \$2,594,323.18 | \$8,772,822.80 | \$33,868,416.45 |
| 29 | 2050 | \$11.52 | \$26.62 | \$19.62 | \$23,135,716.30 | \$2,667,472.71 | \$9,020,181.31 | \$34,823,370.32 |
| 30 | 2051 | \$11.68 | \$27.00 | \$19.89 | \$23,788,050.96 | \$2,742,684.78 | \$9,274,514.34 | \$35,805,250.07 |
| 31 | 2052 | \$11.84 | \$27.38 | \$20.17 | \$24,458,778.84 | \$2,820,017.52 | \$9,536,018.55 | \$36,814,814.90 |
| 32 | 2053 | \$12.01 | \$27.76 | \$20.45 | \$25,148,418.57 | \$2,899,530.73 | \$9,804,896.12 | \$37,852,845.43 |
| 33 | 2054 | \$12.18 | \$28.15 | \$20.74 | \$25,857,503.38 | \$2,981,285.90 | \$10,081,354.98 | \$38,920,144.26 |
| 34 | 2055 | \$12.35 | \$28.54 | \$21.03 | \$26,586,581.55 | \$3,065,346.23 | \$10,365,608.86 | \$40,017,536.64 |
| 35 | 2056 | \$12.52 | \$28.94 | \$21.32 | \$27,336,216.80 | \$3,151,776.74 | \$10,657,877.57 | \$41,145,871.11 |

| Valor Tiempo | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|-------|------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Velocidad de Recorrido (km/hr) | | | Situación Sin Proyecto | | | Total | | |
| Año | A | B | C | A | B | | C | |
| 0 | 2021 | | | | - | - | - | |
| 1 | 2022 | 31.58 | 29.03 | 26.47 | \$6,112,805.41 | \$3,813,830.22 | \$3,531,053.34 | \$13,457,688.97 |
| 2 | 2023 | 31.14 | 28.62 | 26.10 | \$6,286,394.21 | \$3,922,133.71 | \$3,631,326.66 | \$13,839,854.58 |
| 3 | 2024 | 30.70 | 28.22 | 25.73 | \$6,464,912.50 | \$4,033,512.76 | \$3,734,447.50 | \$14,232,872.76 |
| 4 | 2025 | 30.27 | 27.83 | 25.37 | \$6,648,500.28 | \$4,148,054.71 | \$3,840,496.72 | \$14,637,051.71 |
| 5 | 2026 | 29.85 | 27.44 | 25.02 | \$6,837,301.50 | \$4,265,849.36 | \$3,949,557.48 | \$15,052,708.35 |
| 6 | 2027 | 29.43 | 27.05 | 24.67 | \$7,031,464.22 | \$4,386,989.10 | \$4,061,715.30 | \$15,480,168.62 |
| 7 | 2028 | 29.02 | 26.68 | 24.32 | \$7,231,140.69 | \$4,511,568.91 | \$4,177,058.13 | \$15,919,767.73 |
| 8 | 2029 | 28.61 | 26.30 | 23.98 | \$7,436,487.49 | \$4,639,686.49 | \$4,295,676.41 | \$16,371,850.39 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 9 | 2030 | 28.21 | 25.93 | 23.65 | \$7,647,665.63 | \$4,771,442.29 | \$4,417,663.17 | \$16,836,771.09 |
| 10 | 2031 | 27.82 | 25.57 | 23.32 | \$7,864,840.72 | \$4,906,939.64 | \$4,543,114.05 | \$17,314,894.41 |
| 11 | 2032 | 27.43 | 25.21 | 22.99 | \$8,088,183.05 | \$5,046,284.78 | \$4,672,127.43 | \$17,806,595.26 |
| 12 | 2033 | 27.04 | 24.86 | 22.67 | \$8,317,867.76 | \$5,189,586.99 | \$4,804,804.47 | \$18,312,259.22 |
| 13 | 2034 | 26.66 | 24.51 | 22.35 | \$8,554,074.96 | \$5,336,958.62 | \$4,941,249.23 | \$18,832,282.81 |
| 14 | 2035 | 26.29 | 24.17 | 22.04 | \$8,796,989.87 | \$5,488,515.26 | \$5,081,568.68 | \$19,367,073.80 |
| 15 | 2036 | 25.92 | 23.83 | 21.73 | \$9,046,802.97 | \$5,644,375.73 | \$5,225,872.86 | \$19,917,051.56 |
| 16 | 2037 | 25.56 | 23.50 | 21.42 | \$9,303,710.15 | \$5,804,662.26 | \$5,374,274.93 | \$20,482,647.34 |
| 17 | 2038 | 25.20 | 23.17 | 21.12 | \$9,567,912.87 | \$5,969,500.54 | \$5,526,891.25 | \$21,064,304.67 |
| 18 | 2039 | 24.85 | 22.84 | 20.83 | \$9,839,618.31 | \$6,139,019.83 | \$5,683,841.51 | \$21,662,479.65 |
| 19 | 2040 | 24.50 | 22.52 | 20.54 | \$10,119,039.52 | \$6,313,353.05 | \$5,845,248.78 | \$22,277,641.35 |
| 20 | 2041 | 24.16 | 22.21 | 20.25 | \$10,406,395.61 | \$6,492,636.91 | \$6,011,239.61 | \$22,910,272.14 |
| 21 | 2042 | 23.82 | 21.90 | 19.97 | \$10,701,911.92 | \$6,677,011.99 | \$6,181,944.19 | \$23,560,868.10 |
| 22 | 2043 | 23.49 | 21.59 | 19.69 | \$11,005,820.17 | \$6,866,622.88 | \$6,357,496.35 | \$24,229,939.40 |
| 23 | 2044 | 23.16 | 21.29 | 19.41 | \$11,318,358.67 | \$7,061,618.26 | \$6,538,033.78 | \$24,918,010.71 |
| 24 | 2045 | 22.83 | 20.99 | 19.14 | \$11,639,772.51 | \$7,262,151.03 | \$6,723,698.02 | \$25,625,621.56 |
| 25 | 2046 | 22.51 | 20.70 | 18.87 | \$11,970,313.71 | \$7,468,378.44 | \$6,914,634.68 | \$26,353,326.83 |
| 26 | 2047 | 22.20 | 20.41 | 18.61 | \$12,310,241.49 | \$7,680,462.21 | \$7,110,993.47 | \$27,101,697.17 |
| 27 | 2048 | 21.89 | 20.12 | 18.35 | \$12,659,822.38 | \$7,898,568.64 | \$7,312,928.38 | \$27,871,319.40 |
| 28 | 2049 | 21.58 | 19.84 | 18.09 | \$13,019,330.52 | \$8,122,868.77 | \$7,520,597.75 | \$28,662,797.03 |
| 29 | 2050 | 21.28 | 19.56 | 17.84 | \$13,389,047.82 | \$8,353,538.47 | \$7,734,164.42 | \$29,476,750.70 |
| 30 | 2051 | 20.98 | 19.29 | 17.59 | \$13,769,264.19 | \$8,590,758.63 | \$7,953,795.86 | \$30,313,818.67 |
| 31 | 2052 | 20.69 | 19.02 | 17.34 | \$14,160,277.77 | \$8,834,715.26 | \$8,179,664.30 | \$31,174,657.34 |
| 32 | 2053 | 20.40 | 18.75 | 17.10 | \$14,562,395.20 | \$9,085,599.67 | \$8,411,946.86 | \$32,059,941.72 |
| 33 | 2054 | 20.11 | 18.49 | 16.86 | \$14,975,931.77 | \$9,343,608.58 | \$8,650,825.67 | \$32,970,366.03 |
| 34 | 2055 | 19.83 | 18.23 | 16.62 | \$15,401,211.78 | \$9,608,944.33 | \$8,896,488.07 | \$33,906,644.17 |
| 35 | 2056 | 19.55 | 17.97 | 16.39 | \$15,838,568.71 | \$9,881,814.96 | \$9,149,126.67 | \$34,869,510.34 |

| | | CGV'S Anuales (\$) | | | |
|-----|------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Año | | A | B | C | Total |
| 0 | 2021 | - | - | - | - |
| 1 | 2022 | \$16,733,611.27 | \$5,038,374.53 | \$7,671,906.10 | \$29,443,891.89 |
| 2 | 2023 | \$17,206,664.31 | \$5,181,205.28 | \$7,888,934.90 | \$30,276,804.48 |
| 3 | 2024 | \$17,693,090.54 | \$5,328,085.11 | \$8,112,103.26 | \$31,133,278.90 |
| 4 | 2025 | \$18,193,268.02 | \$5,479,128.81 | \$8,341,584.86 | \$32,013,981.70 |
| 5 | 2026 | \$18,707,585.52 | \$5,634,454.44 | \$8,577,558.30 | \$32,919,598.26 |
| 6 | 2027 | \$19,236,442.77 | \$5,794,183.36 | \$8,820,207.23 | \$33,850,833.36 |
| 7 | 2028 | \$19,780,250.81 | \$5,958,440.43 | \$9,069,720.50 | \$34,808,411.73 |
| 8 | 2029 | \$20,339,432.31 | \$6,127,353.99 | \$9,326,292.29 | \$35,793,078.59 |
| 9 | 2030 | \$20,914,421.89 | \$6,301,056.07 | \$9,590,122.29 | \$36,805,600.25 |
| 10 | 2031 | \$21,505,666.44 | \$6,479,682.40 | \$9,861,415.83 | \$37,846,764.67 |
| 11 | 2032 | \$22,113,625.49 | \$6,663,372.60 | \$10,140,384.04 | \$38,917,382.14 |
| 12 | 2033 | \$22,738,771.58 | \$6,852,270.21 | \$10,427,244.05 | \$40,018,285.85 |
| 13 | 2034 | \$23,381,590.58 | \$7,046,522.87 | \$10,722,219.11 | \$41,150,332.56 |
| 14 | 2035 | \$24,042,582.12 | \$7,246,282.38 | \$11,025,538.79 | \$42,314,403.29 |
| 15 | 2036 | \$24,722,259.94 | \$7,451,704.85 | \$11,337,439.15 | \$43,511,403.94 |
| 16 | 2037 | \$25,421,152.31 | \$7,662,950.84 | \$11,658,162.95 | \$44,742,266.09 |
| 17 | 2038 | \$26,139,802.43 | \$7,880,185.42 | \$11,987,959.78 | \$46,007,947.63 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|----|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 18 | 2039 | \$26,878,768.86 | \$8,103,578.38 | \$12,327,086.33 | \$47,309,433.56 |
| 19 | 2040 | \$27,638,625.96 | \$8,333,304.29 | \$12,675,806.52 | \$48,647,736.77 |
| 20 | 2041 | \$28,419,964.31 | \$8,569,542.69 | \$13,034,391.76 | \$50,023,898.77 |
| 21 | 2042 | \$29,223,391.20 | \$8,812,478.21 | \$13,403,121.13 | \$51,438,990.55 |
| 22 | 2043 | \$30,049,531.08 | \$9,062,300.71 | \$13,782,281.61 | \$52,894,113.40 |
| 23 | 2044 | \$30,899,026.06 | \$9,319,205.41 | \$14,172,168.27 | \$54,390,399.75 |
| 24 | 2045 | \$31,772,536.39 | \$9,583,393.11 | \$14,573,084.58 | \$55,929,014.08 |
| 25 | 2046 | \$32,670,741.01 | \$9,855,070.27 | \$14,985,342.54 | \$57,511,153.81 |
| 26 | 2047 | \$33,594,338.03 | \$10,134,449.20 | \$15,409,263.01 | \$59,138,050.24 |
| 27 | 2048 | \$34,544,045.31 | \$10,421,748.25 | \$15,845,175.92 | \$60,810,969.48 |
| 28 | 2049 | \$35,520,601.00 | \$10,717,191.94 | \$16,293,420.54 | \$62,531,213.49 |
| 29 | 2050 | \$36,524,764.12 | \$11,021,011.18 | \$16,754,345.72 | \$64,300,121.03 |
| 30 | 2051 | \$37,557,315.15 | \$11,333,443.40 | \$17,228,310.20 | \$66,119,068.75 |
| 31 | 2052 | \$38,619,056.62 | \$11,654,732.78 | \$17,715,682.85 | \$67,989,472.24 |
| 32 | 2053 | \$39,710,813.77 | \$11,985,130.40 | \$18,216,842.98 | \$69,912,787.15 |
| 33 | 2054 | \$40,833,435.16 | \$12,324,894.48 | \$18,732,180.65 | \$71,890,510.29 |
| 34 | 2055 | \$41,987,793.33 | \$12,674,290.56 | \$19,262,096.93 | \$73,924,180.82 |
| 35 | 2056 | \$43,174,785.51 | \$13,033,591.69 | \$19,807,004.24 | \$76,015,381.44 |

| CGV'S Anuales Totales(\$) | | | | | |
|---------------------------|------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Año | A | B | C | Total | |
| 0 | 2021 | - | - | - | |
| 1 | 2022 | \$58,520,431.05 | \$11,903,782.59 | \$21,280,164.22 | \$91,704,377.85 |
| 2 | 2023 | \$60,174,387.19 | \$12,241,204.45 | \$21,882,129.84 | \$94,297,721.48 |
| 3 | 2024 | \$61,875,089.44 | \$12,588,190.87 | \$22,501,123.86 | \$96,964,404.17 |
| 4 | 2025 | \$63,623,858.99 | \$12,945,013.00 | \$23,137,627.98 | \$99,706,499.97 |
| 5 | 2026 | \$65,422,054.40 | \$13,311,949.62 | \$23,792,137.55 | \$102,526,141.57 |
| 6 | 2027 | \$67,271,072.61 | \$13,689,287.45 | \$24,465,161.90 | \$105,425,521.96 |
| 7 | 2028 | \$69,172,350.07 | \$14,077,321.33 | \$25,157,224.78 | \$108,406,896.18 |
| 8 | 2029 | \$71,127,363.81 | \$14,476,354.44 | \$25,868,864.77 | \$111,472,583.02 |
| 9 | 2030 | \$73,137,632.59 | \$14,886,698.58 | \$26,600,635.68 | \$114,624,966.85 |
| 10 | 2031 | \$75,204,718.13 | \$15,308,674.38 | \$27,353,106.96 | \$117,866,499.48 |
| 11 | 2032 | \$77,330,226.28 | \$15,742,611.54 | \$28,126,864.21 | \$121,199,702.03 |
| 12 | 2033 | \$79,515,808.26 | \$16,188,849.14 | \$28,922,509.57 | \$124,627,166.97 |
| 13 | 2034 | \$81,763,161.98 | \$16,647,735.84 | \$29,740,662.22 | \$128,151,560.03 |
| 14 | 2035 | \$84,074,033.33 | \$17,119,630.19 | \$30,581,958.85 | \$131,775,622.38 |
| 15 | 2036 | \$86,450,217.55 | \$17,604,900.93 | \$31,447,054.18 | \$135,502,172.66 |
| 16 | 2037 | \$88,893,560.61 | \$18,103,927.22 | \$32,336,621.44 | \$139,334,109.27 |
| 17 | 2038 | \$91,405,960.68 | \$18,617,098.98 | \$33,251,352.89 | \$143,274,412.54 |
| 18 | 2039 | \$93,989,369.55 | \$19,144,817.18 | \$34,191,960.39 | \$147,326,147.12 |
| 19 | 2040 | \$96,645,794.19 | \$19,687,494.17 | \$35,159,175.95 | \$151,492,464.31 |
| 20 | 2041 | \$99,377,298.29 | \$20,245,553.98 | \$36,153,752.25 | \$155,776,604.52 |
| 21 | 2042 | \$102,186,003.89 | \$20,819,432.65 | \$37,176,463.30 | \$160,181,899.83 |
| 22 | 2043 | \$105,074,092.96 | \$21,409,578.58 | \$38,228,104.99 | \$164,711,776.53 |
| 23 | 2044 | \$108,043,809.19 | \$22,016,452.91 | \$39,309,495.72 | \$169,369,757.82 |
| 24 | 2045 | \$111,097,459.66 | \$22,640,529.82 | \$40,421,477.05 | \$174,159,466.52 |
| 25 | 2046 | \$114,237,416.66 | \$23,282,296.94 | \$41,564,914.34 | \$179,084,627.93 |
| 26 | 2047 | \$117,466,119.54 | \$23,942,255.72 | \$42,740,697.44 | \$184,149,072.69 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|----|------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 27 | 2048 | \$120,786,076.58 | \$24,620,921.85 | \$43,949,741.36 | \$189,356,739.78 |
| 28 | 2049 | \$124,199,866.96 | \$25,318,825.60 | \$45,192,987.01 | \$194,711,679.57 |
| 29 | 2050 | \$127,710,142.78 | \$26,036,512.30 | \$46,471,401.90 | \$200,218,056.98 |
| 30 | 2051 | \$131,319,631.07 | \$26,774,542.71 | \$47,785,980.93 | \$205,880,154.71 |
| 31 | 2052 | \$135,031,135.94 | \$27,533,493.53 | \$49,137,747.12 | \$211,702,376.59 |
| 32 | 2053 | \$138,847,540.78 | \$28,313,957.76 | \$50,527,752.46 | \$217,689,250.99 |
| 33 | 2054 | \$142,771,810.44 | \$29,116,545.24 | \$51,957,078.66 | \$223,845,434.34 |
| 34 | 2055 | \$146,806,993.61 | \$29,941,883.08 | \$53,426,838.08 | \$230,175,714.76 |
| 35 | 2056 | \$150,956,225.10 | \$30,790,616.18 | \$54,938,174.51 | \$236,685,015.79 |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

φ

RV

V. Evaluación del Proyecto de Inversión

a) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Costos del Proyecto de Inversión

Etapa de ejecución.

La rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco tendrá un monto de inversión de \$51,345,000.00 con el impuesto al Valor Agregado (IVA).

| | |
|---------------|------------------------|
| *Terracerías | \$342,565.40 |
| *Estructuras | \$48,102,389.70 |
| *Pavimentos | \$2,250,168.00 |
| *Señalamiento | \$649,876.90 |
| Subtotal | \$44,262,931.04 |
| IVA | \$7,082,068.97 |
| Total | \$51,345,000.00 |

* Inversión con recursos del PAD 2020

Tabla 52 Presupuesto desglosado

| COMPONENTE | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PU C/IVA | IMPORTE C/IVA |
|-------------|--|----------------|----------|--------------|-----------------|
| TERRACERÍAS | Cortes | M ³ | 264.0 | \$ 214.60 | \$ 56,654.40 |
| | Excavación para estructuras | M ³ | 355.0 | \$ 249.40 | \$ 88,537.00 |
| | Recompactación de la superficie descubierta en 95% AASTHO | M ³ | 160.0 | \$ 75.40 | \$ 12,064.00 |
| | Relleno con materiales procedentes de bancos, para excavaciones, cuñas de terraplén, filtros y trincheras estabilizadoras | M ³ | 355.0 | \$ 522.00 | \$ 185,310.00 |
| Estructuras | Construcción de concreto hidráulico de f'c = 150 kg/cm ² | M ³ | 10.0 | \$ 2,726.00 | \$ 27,260.00 |
| | Construcción de concreto hidráulico de f'c = 250 kg/cm ² | M ³ | 10.0 | \$ 4,060.00 | \$ 40,600.00 |
| | Acero para concreto hidráulico | Kg | 2,320.0 | \$ 39.44 | \$ 91,500.80 |
| | Estructuras de acero | Kg | 1,210.0 | \$ 98.60 | \$ 119,306.00 |
| | Junta de calzada Frey Mex T-50 a base de ángulos de acero ASTM A-36 y anclas de varilla corrugada 3c, con perfil de elastómero dureza shore 60 ±5, esfuerzo a la ruptura mínimo 10 Mpa, ancho = 50cm | M | 113.0 | \$ 10,440.00 | \$ 1,179,720.00 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | |
|--|----------------|---------|--------------|------------------|
| Junta de calzada Frey Mex T-50 a base de ángulos de acero ASTM A-36 y anclas de varilla corrugada 3c, con perfil de elastómero dureza shore 60 ±5, esfuerzo a la ruptura mínimo 10 Mpa ancho = 58cm | M | 33.0 | \$ 11,020.01 | \$ 363,660.38 |
| TRABAJOS DE REHABILITACION EN SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA DE PUENTE | | | | |
| Desbaste en superficie de concreto en columnas de caballete por confinamiento (por medios mecánicos con copa de diamante), hasta alcanzar un perfil tipo ICRI CSP-03. | M ² | 245.0 | \$ 92.80 | \$ 22,736.00 |
| Aplicación de adhesivo epóxico para impregnación y saturación del sistema de tejido de fibra de carbono con rendimiento promedio de 1.3 a 1.5 kg/m ² , en refuerzos para confinamiento y cortante | Kg | 7,939.0 | \$ 980.20 | \$ 7,781,807.80 |
| Lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m ² con una densidad de 1.8 g/cm ³ para refuerzo por confinamiento de columnas en caballete, con las siguientes características del laminado: 1.3 mm de espesor de diseño y con una resistencia a tensión de 950 mpa, módulo de elasticidad de diseño de 53,100 mpa. (según ASTM-D3039) | M ² | 258.0 | \$ 3,712.00 | \$ 957,696.00 |
| Colocación de lámparas en piso | pza | 56.0 | \$ 3,480.00 | \$ 194,880.00 |
| Colocación de pasto sintético | M ² | 56.0 | \$ 278.40 | \$ 15,590.40 |
| Colocación de firme existente (acabado de piedra de rio) | M ³ | 4.0 | \$ 2,552.00 | \$ 10,208.00 |
| Desbaste de superficie de concreto para fijación de láminas de polímero con fibra de carbono por cortante, (por medios mecánicos con copa de diamante), hasta alcanzar un perfil tipo ICRI CSP-03. | M ² | 5,030.0 | \$ 92.80 | \$ 466,784.00 |
| Lámina de polímero reforzado con tejido de fibra de carbono de 600 g/m ² con una densidad de 1.8 g/cm ³ para refuerzo por cortante en traveses, con las | M ² | 5,030.0 | \$ 3,712.00 | \$ 18,671,360.00 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|------------|---|----------------|----------|-------------|------------------|
| | siguientes características del laminado: 1.3 mm de espesor de diseño y con una resistencia a tensión de 950 mpa, módulo de elasticidad de diseño de 53,100 mpa. (según ASTM-D3039) | | | | |
| | Desbaste de superficie de concreto para fijación de láminas de polímero con fibra de carbono por flexión, (por medios mecánicos con copa de diamante), hasta alcanzar un perfil tipo ICRI CSP-03. | M ² | 639.4 | \$ 92.80 | \$ 59,336.32 |
| | Aplicación de adhesivo epóxido estructural de dos componentes, de color gris claro, de consistencia tixotrópica para el pegado de platinas de polímero de fibra de carbono por flexión, con un rendimiento promedio de 0.8 kg/m. | Kg | 5,116.0 | \$ 580.00 | \$ 2,967,280.00 |
| | Lámina de polímero reforzado con platinas fibra de carbono de 10 cm. de ancho para refuerzo por flexión, con una densidad de 1.6 g/cm ³ , con las siguientes características del laminado: 1.2 mm de espesor de diseño, con una resistencia a tensión de 2,800 mpa, módulo de elasticidad de diseño de 160,000 mpa. y una deformación a la ruptura de 1.69% (según ASTM-D3039) | M | 6,394.0 | \$ 1,809.60 | \$ 11,570,582.40 |
| | Recubrimiento de superficie de trabes con pintura acrílica para exteriores en acabado mate y excelente resistencia a la intemperie a razón de 10.0 m ² /lt | Lt | 22,728.0 | \$ 150.80 | \$ 3,427,382.40 |
| | Demolición de concreto simple | M ³ | 12.0 | \$ 580.00 | \$ 6,960.00 |
| | Demolición de concreto hidráulico reforzado | M ³ | 10.0 | \$ 986.00 | \$ 9,860.00 |
| | Desmantelamiento de lámparas en piso | pza | 56.0 | \$ 348.00 | \$ 19,488.00 |
| | Retiro de pasto sintético | M ² | 56.0 | \$ 23.20 | \$ 1,299.20 |
| | Fresado de carpeta asfáltica | M ³ | 186.0 | \$ 522.00 | \$ 97,092.00 |
| Pavimentos | Construcción de base hidráulica | M ³ | 200.0 | \$ 580.00 | \$ 116,000.00 |
| | Riego de Impregnación | M ² | 600.0 | \$ 25.52 | \$ 15,312.00 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|--|---|----------------|---------|--------------|------------------------|
| | Arena para cubrir el riego de impregnación | M ³ | 4.0 | \$ 754.00 | \$ 3,016.00 |
| | Carpeta asfáltica con mezcla en caliente | M ³ | 380.0 | \$ 5,568.00 | \$ 2,115,840.00 |
| Señalamiento y dispositivos de seguridad | Raya continua doble de 15 cm de ancho, en color blanco reflejante | ml | 1,000.0 | \$ 17.40 | \$ 17,400.00 |
| | Raya en la orilla derecha, continua en color blanco reflejante. | ml | 1,000.0 | \$ 17.40 | \$ 17,400.00 |
| | Raya en la orilla izquierda, continua en color amarillo reflejante. | ml | 1,000.0 | \$ 17.40 | \$ 17,400.00 |
| | Marcas en guarniciones | | | | |
| | Para delinear guarniciones. | ml | 2,000.0 | \$ 44.08 | \$ 88,160.00 |
| | Boya de 20 x 20 cm. color amarillo de color amarillo en material plástico ABS con reflejante de esferas de vidrio en ambas caras al tránsito a cada metro | pza | 1,000.0 | \$ 174.00 | \$ 174,000.00 |
| | Recubrimiento con pintura en parapeto metálico | m2 | 1,880.0 | \$ 156.60 | \$ 294,408.00 |
| | Cartelera panorámica de 3.0 x 5.0 m | pza | 1.0 | \$ 41,108.90 | \$ 41,108.90 |
| | | | | | |
| | | | | | Total \$ 51,345,000.00 |

Nota: Monto incluyen Impuesto al Valor Agregado.

Aunado a lo anterior y para no sobre valorar los beneficios del proyecto se considerarán costos por molestias durante la ejecución; los cuales se presentan durante la construcción del proyecto se procederá a cerrar la circulación de una calzada de circulación para realizar los trabajos sobre la otra calzada.

Sin embargo debido a que la metodología del CEPEP 2004 no considera los costos por molestias se tomará como referencia exclusiva la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras para los costos por molestia los cuales se calculan de la siguiente manera: ¹⁵

$$\text{Costos por Molestias} = CGV_c - CGV_0$$

Dónde:

CGV_c es el costo generalizado durante la ejecución del proyecto

CGV₀ es el costo generalizado de viaje de la situación sin proyecto

¹⁵ Metodología para la Evaluación de Proyectos de Carreteras, Parte 2.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/21457/Met_Carreteras_Parte2.pdf

Análisis Costo-Beneficio Simplificado
"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 53 Costos por Molestias
PUNTE VEHICULAR

| Situación Actual | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| Velocidad promedio (km/h) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | 55 | 42 | 38 |

| Situación Actual | | | |
|------------------|---------|----------|----------|
| COV (\$/km) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$ 6.34 | \$ 15.97 | \$ 11.50 |

| Durante la Construcción | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| Velocidad promedio (km/h) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | 27 | 21 | 19 |

| Durante la Construcción | | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|
| COV (\$/km) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$ 9.51 | \$ 23.95 | \$ 17.25 |

| CGV Actual | | | |
|--------------|------------------------|----------------|----------------|
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$29,783,603.87 | \$2,413,559.01 | \$5,551,680.33 |
| Total | \$37,748,843.22 | | |

| CGV Durante la Construcción | | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$49,307,953.79 | \$4,475,637.64 | \$9,458,710.84 |
| Total | \$63,242,302.27 | | |

| CGV Total Anual | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| A | B | C | Total |
| -\$19,524,349.92 | -\$2,062,078.63 | -\$3,907,030.51 | -\$25,493,459.06 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado
"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

LATERAL 1 (SENTIDO COACALCO-ECATEPEC)

| Situación Actual | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| Velocidad promedio (km/h) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | 28 | 25 | 22 |

| Situación Actual | | | |
|------------------|---------|----------|----------|
| COV (\$/km) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$ 8.28 | \$ 19.22 | \$ 14.61 |

| Durante la Construcción | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| Velocidad promedio (km/h) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | 24 | 22 | 19 |

| Durante la Construcción | | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|
| COV (\$/km) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$ 9.53 | \$ 22.11 | \$ 16.80 |

| CGV Actual | | | |
|--------------|------------------------|----------------|----------------|
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$44,586,919.15 | \$3,720,095.34 | \$8,086,422.12 |
| Total | \$56,393,436.61 | | |

| CGV Durante la Construcción | | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$51,567,830.64 | \$4,239,106.60 | \$9,329,882.52 |
| Total | \$65,136,819.77 | | |

| CGV Total Anual | | | |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| A | B | C | Total |
| -\$6,980,911.49 | -\$519,011.26 | -\$1,243,460.40 | -\$8,743,383.16 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado
"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

LATERAL 2 (SENTIDO ECATEPEC-COACALCO)

| Situación Actual | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| Velocidad promedio (km/h) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | 26 | 24 | 22 |

| Situación Actual | | | |
|------------------|---------|----------|----------|
| COV (\$/km) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$ 8.61 | \$ 19.58 | \$ 14.61 |

| Durante la Construcción | | | |
|---------------------------|----|----|----|
| Velocidad promedio (km/h) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | 22 | 20 | 19 |

| Durante la Construcción | | | |
|-------------------------|---------|----------|----------|
| COV (\$/km) | | | |
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$ 9.91 | \$ 22.52 | \$ 16.80 |

| CGV Actual | | | |
|--------------|------------------------|----------------|----------------|
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$46,992,253.49 | \$3,855,756.11 | \$8,086,422.12 |
| Total | \$58,934,431.72 | | |

| CGV Durante la Construcción | | | |
|-----------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| Año | A | B | C |
| 0 2021 | \$54,631,363.88 | \$4,583,694.25 | \$9,329,882.52 |
| Total | \$68,544,940.65 | | |

| CGV Total Anual | | | |
|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| A | B | C | Total |
| -\$7,639,110.38 | -\$727,938.14 | -\$1,243,460.40 | -\$9,610,508.93 |

| Molestias Totales | | |
|-------------------|------------------------|------------------------|
| Annuales | Mensuales | |
| PSV | \$25,493,459.06 | \$ 2,124,454.92 |
| Lateral 1 | \$8,743,383.16 | \$ 728,615.26 |
| Lateral 2 | \$9,610,508.93 | \$ 800,875.74 |
| Total | \$43,847,351.14 | \$ 3,653,945.93 |

Fuente: Elaboración propia

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Etapa de operación

A continuación, se describen los trabajos correspondientes a los mantenimientos del puente vehicular Juan Pablo II.

- **Conservación Rutinaria (Cada año)**

- *Limpieza de las juntas de dilatación: actividades que se realizan para retirar suelos, vegetación, basura y todo material que se acumule en las juntas de dilatación, con el propósito de evitar que se generen esfuerzos sobre ellas que produzcan grietas o fisuras.

- *Limpieza de la superficie de rodadura: actividades que se realizan sobre la superficie de pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

- *Bacheo superficial aislado: Reposición de una parte de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de los agregados, en zonas relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua.

- *Bacheo superficial profundo: reposición de una porción del pavimento asfáltico que presenta daños como deformaciones y oquedades por desprendimiento o desintegración en zonas relativamente pequeñas, cuando las capas subyacentes del pavimento se encuentran en condiciones inestables o con exceso de agua.

- *Señalamiento horizontal: marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios.

- *Pintura en columnas: recubrimiento y acabo en estructuras.

- **Conservación Periódica (Cada 3 años)**

- *Limpieza de las juntas de dilatación: actividades que se realizan para retirar suelos, vegetación, basura y todo material que se acumule en las juntas de dilatación, con el propósito de evitar que se generen esfuerzos sobre ellas que produzcan grietas o fisuras.

- *Reposición del sello de las juntas de dilatación: actividades necesarias en puentes y estructuras con el propósito de prevenir la entrada de cuerpos extraños y del agua a dichas juntas, a la vez que se permite el movimiento libre de las mismas debido a los cambios de temperatura, evitando así su degradación o deterioro.

- *Limpieza de la superficie de rodadura: actividades que se realizan sobre la superficie de pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

- *Bacheo superficial aislado: Reposición de una parte de la carpeta asfáltica que presenta daños como oquedades por desprendimiento o desintegración inicial de

los agregados, en zonas relativamente pequeñas, cuando la base del pavimento se encuentra en condiciones estables y sin exceso de agua.

*Bacheo superficial profundo: reposición de una porción del pavimento asfáltico que presenta daños como deformaciones y oquedades por desprendimiento o desintegración en zonas relativamente pequeñas, cuando las capas subyacentes del pavimento se encuentran en condiciones inestables o con exceso de agua.

*Renivelación de la superficie: corrección de las deformaciones permanentes tales como roderas, depresiones y corrugaciones, entre otras, con el propósito de restablecer las características geométricas, de drenaje superficial, de seguridad y comodidad de la carretera.

*Señalamiento horizontal: marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios.

*Pintura en columnas: recubrimiento y acabo en estructuras.

- **Rehabilitación (Cada 10 años):**

*Reposición de las juntas de dilatación: para restituir sus condiciones originales de operación.

*Limpieza de la superficie de rodadura: actividades que se realizan sobre la superficie de pavimento con el propósito de eliminar objetos sólidos, materiales pulverulentos, sustancias líquidas y semilíquidas que afecten la comodidad y seguridad del usuario.

*Fresado de la superficie: actividades que se realizan para eliminar las deformaciones superficiales en carpetas asfálticas o para retirar carpetas deterioradas con el fin de mejorar las características de comodidad, fricción de la superficie de rodadura o para desplantar la nueva capa de rodadura.

*Base hidráulica: capa de apoyo para una carpeta asfáltica.

*Carpeta asfáltica: tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos de granulometría densa y cemento asfáltico, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme.

*Señalamiento horizontal: marcas que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, con el propósito de delinear las características geométricas de las carreteras y vialidades urbanas, y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios.

*Pintura en columnas: recubrimiento y acabo en estructuras.

Los costos de mantenimiento se presentan a continuación de acuerdo a la etapa de operación:

φ

K

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 54 Mantenimiento de la Alternativa A

| Mantenimiento Alternativa A | | | |
|-----------------------------|---|---|----------------|
| Mantenimiento | Periodo | Descripción | Monto S/IVA |
| Rutinario | 1 año | Limpieza de las juntas de dilatación, limpieza de la superficie de rodadura, bacheo superficial aislado, bacheo superficial profundo, señalamiento horizontal y pintura en columnas. | \$457,900.00 |
| Conservación Periódica | 3 años | Limpieza de las juntas de dilatación, reposición del sello de juntas de dilatación, limpieza de la superficie de rodadura, bacheo superficial aislado, bacheo superficial profundo, renivelaciones, señalamiento horizontal y pintura en traveses y columnas. | \$941,100.00 |
| Rehabilitación | 10 años | Reposición de las juntas de dilatación, limpieza de la superficie de rodadura, fresado del pavimento, base hidráulica, reposición de la carpeta asfáltica, señalamiento horizontal y pintura en traveses y columnas. | \$5,150,800.00 |
| Reconstrucción | Para efecto de este proyecto no se considerará una reconstrucción como mantenimiento, ya que de ser así, se tendría de nuevo el inicio del presente estudio, siendo que, como mantenimiento mayor se contempla una rehabilitación cada 10 años. | | |

Fuente: SCT/ Costos Paramétricos SHCP.

A continuación, se presentan los costos de mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto, de acuerdo a las frecuencias indicadas.

Tabla 55 Mantenimiento y conservación considerados para la situación con proyecto

| Alternativa A | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------|----------------|-----------------|
| Mantenimiento Proyecto | | | | |
| Vida útil (Años) | Concreto Asfáltico | | | TOTAL |
| | Rutinaria | Periódica | Rehabilitación | |
| 35 | Periódica | Periódica | Periódica | |
| AÑO | Anual | 3 años | 10 años | |
| 0 | | | | |
| 1 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 2 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 3 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 4 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 5 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 6 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 7 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 8 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 9 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 10 | | | \$5,150,800.00 | \$ 5,150,800.00 |
| 11 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 12 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | |
|----|--------------|--------------|----------------|-----------------|
| 13 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 14 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 15 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 16 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 17 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 18 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 19 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 20 | | | \$5,150,800.00 | \$ 5,150,800.00 |
| 21 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 22 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 23 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 24 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 25 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 26 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 27 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 28 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 29 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 30 | | | \$5,150,800.00 | \$ 5,150,800.00 |
| 31 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 32 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 33 | | \$941,100.00 | | \$ 941,100.00 |
| 34 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |
| 35 | \$457,900.00 | | | \$ 457,900.00 |

Fuente: Dirección General de Conservación de Carreteras, SCT.

b) Identificación, Cuantificación y Valoración de los Beneficios del Proyecto de Inversión

Para llevar a cabo la evaluación socioeconómica del proyecto se toman en cuenta los beneficios obtenidos por concepto de ahorros en costos generalizados de viaje de los vehículos, así como los costos operativos del proyecto y costos tiempo recorrido.

Los factores considerados para la obtención de los beneficios del proyecto son los siguientes:

- El Horizonte de evaluación, que es de 35 años una vez terminado el proyecto.
- La Tasa social de descuento es del 10% utilizada por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Los beneficios del proyecto se estimaron en función de dos fuentes:

1. Ahorros en costo de operación vehicular
2. Ahorro en tiempo de viaje de los usuarios.

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

El cálculo del CGV se obtuvo tanto de la situación sin proyecto como de la situación con proyecto, la cual se realizó con base en información levantada en el estudio de campo, tomando en cuenta la información de composición vehicular. De acuerdo a esto se calcularon los beneficios por ahorro en CGV entre la situación con proyecto y la situación sin proyecto incluyendo optimizaciones.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular y costo por tiempo de recorrido anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, durante los 35 años del horizonte del proyecto.

En la siguiente tabla se muestran los beneficios obtenidos del análisis de la situación sin proyecto y la situación con proyecto.



Análisis Costo-Beneficio Simplificado
"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 56 Beneficios del proyecto
 Costos Generalizados de Viaje

| Año | Situación Sin Proyecto | | | Situación Con Proyecto | | | Beneficios | | | |
|-----|------------------------|------------------|-----------------|------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | COV | Tiempo | CGV | COV | Tiempo | CGV | COV | Tiempo | CGV | |
| 0 | 2021 | | | | | | | | | |
| 1 | 2022 | \$59,983,111.38 | \$44,881,420.61 | \$104,864,531.99 | \$53,766,506.15 | \$37,937,871.71 | \$91,704,377.85 | \$6,216,605.23 | \$6,943,548.90 | \$13,160,154.13 |
| 2 | 2023 | \$61,674,395.19 | \$46,155,943.71 | \$107,830,338.89 | \$55,282,506.55 | \$39,015,214.92 | \$94,297,721.48 | \$6,391,888.63 | \$7,140,728.79 | \$13,532,617.42 |
| 3 | 2024 | \$63,413,366.43 | \$47,466,660.16 | \$110,880,026.60 | \$56,841,252.11 | \$40,123,152.06 | \$96,964,404.17 | \$6,572,114.33 | \$7,343,508.10 | \$13,915,622.43 |
| 4 | 2025 | \$65,201,369.71 | \$48,814,597.77 | \$114,015,967.49 | \$58,443,948.05 | \$41,262,551.91 | \$99,706,499.97 | \$6,757,421.66 | \$7,552,045.86 | \$14,309,467.52 |
| 5 | 2026 | \$67,039,787.54 | \$50,200,813.53 | \$117,240,601.07 | \$60,091,833.61 | \$42,434,307.95 | \$102,526,141.57 | \$6,947,953.92 | \$7,766,505.58 | \$14,714,459.50 |
| 6 | 2027 | \$68,930,041.38 | \$51,626,394.44 | \$120,556,435.83 | \$61,786,182.95 | \$43,639,339.01 | \$105,425,521.96 | \$7,143,858.43 | \$7,987,055.43 | \$15,130,913.86 |
| 7 | 2028 | \$70,873,592.83 | \$53,092,458.38 | \$123,966,051.21 | \$63,528,306.17 | \$44,878,590.02 | \$108,406,896.18 | \$7,345,286.66 | \$8,213,868.37 | \$15,559,155.03 |
| 8 | 2029 | \$72,871,944.66 | \$54,600,154.97 | \$127,472,099.62 | \$65,319,550.29 | \$46,153,032.73 | \$111,472,583.02 | \$7,552,394.37 | \$8,447,122.23 | \$15,999,516.60 |
| 9 | 2030 | \$74,926,642.01 | \$56,150,666.47 | \$131,077,308.47 | \$67,161,300.33 | \$47,463,666.52 | \$114,624,966.85 | \$7,765,341.68 | \$8,686,999.95 | \$16,452,341.62 |
| 10 | 2031 | \$77,039,273.60 | \$57,745,208.72 | \$134,784,482.33 | \$69,054,980.35 | \$48,811,519.12 | \$117,866,499.48 | \$7,984,293.25 | \$8,933,689.60 | \$16,917,982.85 |
| 11 | 2032 | \$79,211,472.96 | \$59,385,032.09 | \$138,596,505.06 | \$71,002,054.58 | \$50,197,647.45 | \$121,199,702.03 | \$8,209,418.38 | \$9,187,384.64 | \$17,396,803.02 |
| 12 | 2033 | \$81,444,919.65 | \$61,071,422.46 | \$142,516,342.11 | \$73,004,028.51 | \$51,623,138.46 | \$124,627,166.97 | \$8,440,891.14 | \$9,448,284.00 | \$17,889,175.14 |
| 13 | 2034 | \$83,741,340.61 | \$62,805,702.20 | \$146,547,042.81 | \$75,062,450.10 | \$53,089,109.93 | \$128,151,560.03 | \$8,678,890.51 | \$9,716,592.27 | \$18,395,482.78 |
| 14 | 2035 | \$86,102,511.45 | \$64,589,231.27 | \$150,691,742.72 | \$77,178,910.94 | \$54,596,711.43 | \$131,775,622.38 | \$8,923,600.51 | \$9,992,519.84 | \$18,916,120.34 |
| 15 | 2036 | \$88,530,257.86 | \$66,423,408.22 | \$154,953,666.08 | \$79,355,047.51 | \$56,147,125.15 | \$135,502,172.66 | \$9,175,210.35 | \$10,276,283.08 | \$19,451,493.42 |
| 16 | 2037 | \$91,026,457.01 | \$68,309,671.34 | \$159,336,128.35 | \$81,592,542.43 | \$57,741,566.83 | \$139,334,109.27 | \$9,433,914.58 | \$10,568,104.50 | \$20,002,019.08 |
| 17 | 2038 | \$93,593,038.99 | \$70,249,499.73 | \$163,842,538.73 | \$83,893,125.76 | \$59,381,286.78 | \$143,274,412.54 | \$9,699,913.23 | \$10,868,212.95 | \$20,568,126.18 |
| 18 | 2039 | \$96,231,988.32 | \$72,244,414.53 | \$168,476,402.85 | \$86,258,576.33 | \$61,067,570.79 | \$147,326,147.12 | \$9,973,411.99 | \$11,176,843.74 | \$21,150,255.73 |
| 19 | 2040 | \$98,945,345.46 | \$74,295,980.06 | \$173,241,325.52 | \$88,690,723.15 | \$62,801,741.16 | \$151,492,464.31 | \$10,254,622.31 | \$11,494,238.90 | \$21,748,861.21 |
| 20 | 2041 | \$101,735,208.43 | \$76,405,805.05 | \$178,141,013.47 | \$91,191,446.78 | \$64,585,157.74 | \$155,776,604.52 | \$10,543,761.64 | \$11,820,647.30 | \$22,364,408.95 |
| 21 | 2042 | \$104,603,734.36 | \$78,575,543.93 | \$183,179,278.29 | \$93,762,680.82 | \$66,419,219.02 | \$160,181,899.83 | \$10,841,053.55 | \$12,156,324.92 | \$22,997,378.46 |
| 22 | 2043 | \$107,553,141.26 | \$80,806,898.12 | \$188,360,039.38 | \$96,406,413.36 | \$68,305,363.17 | \$164,711,776.53 | \$11,146,727.89 | \$12,501,534.95 | \$23,648,262.85 |
| 23 | 2044 | \$110,585,709.63 | \$83,101,617.34 | \$193,687,326.97 | \$99,124,688.60 | \$70,245,069.22 | \$169,369,757.82 | \$11,461,021.03 | \$12,856,548.12 | \$24,317,569.15 |
| 24 | 2045 | \$113,703,784.30 | \$85,461,500.99 | \$199,165,285.29 | \$101,919,608.32 | \$72,239,858.20 | \$174,159,466.52 | \$11,784,175.98 | \$13,221,642.79 | \$25,005,813.77 |
| 25 | 2046 | \$116,909,776.20 | \$87,888,399.60 | \$204,798,175.80 | \$104,793,333.59 | \$74,291,294.34 | \$179,084,627.93 | \$12,116,442.61 | \$13,597,105.26 | \$25,713,547.87 |
| 26 | 2047 | \$120,206,164.25 | \$90,384,216.22 | \$210,590,380.47 | \$107,748,086.43 | \$76,400,986.27 | \$184,149,072.69 | \$12,458,077.82 | \$13,983,229.96 | \$26,441,307.78 |
| 27 | 2048 | \$123,595,497.25 | \$92,950,907.96 | \$216,546,405.22 | \$110,786,151.47 | \$78,570,588.31 | \$189,356,739.78 | \$12,809,345.78 | \$14,380,319.65 | \$27,189,665.43 |
| 28 | 2049 | \$127,080,395.90 | \$95,590,487.50 | \$222,670,883.39 | \$113,909,877.80 | \$80,801,801.77 | \$194,711,679.57 | \$13,170,518.10 | \$14,788,685.73 | \$27,959,203.82 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado
"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 29 | 2050 | \$130,663,554.74 | \$98,305,024.67 | \$228,968,579.41 | \$117,121,680.71 | \$83,096,376.27 | \$200,218,056.98 | \$13,541,874.03 | \$15,208,648.40 | \$28,750,522.43 |
| 30 | 2051 | \$134,347,744.33 | \$101,096,648.09 | \$235,444,392.42 | \$120,424,043.62 | \$85,456,111.09 | \$205,880,154.71 | \$13,923,700.71 | \$15,640,537.00 | \$29,564,237.71 |
| 31 | 2052 | \$138,135,813.33 | \$103,967,546.82 | \$242,103,360.14 | \$123,819,519.95 | \$87,882,856.64 | \$211,702,376.59 | \$14,316,293.37 | \$16,084,690.18 | \$30,400,983.55 |
| 32 | 2053 | \$142,030,690.72 | \$106,919,972.08 | \$248,950,662.80 | \$127,310,735.14 | \$90,378,515.85 | \$217,689,250.99 | \$14,719,955.58 | \$16,541,456.23 | \$31,261,411.81 |
| 33 | 2054 | \$146,035,388.07 | \$109,956,239.04 | \$255,991,627.11 | \$130,900,388.63 | \$92,945,045.71 | \$223,845,434.34 | \$15,134,999.45 | \$17,011,193.32 | \$32,146,192.77 |
| 34 | 2055 | \$150,153,001.88 | \$113,078,728.58 | \$263,231,730.46 | \$134,591,255.99 | \$95,584,458.78 | \$230,175,714.76 | \$15,561,745.89 | \$17,494,269.81 | \$33,056,015.70 |
| 35 | 2056 | \$154,386,715.92 | \$116,289,889.23 | \$270,676,605.15 | \$138,386,191.04 | \$98,298,824.75 | \$236,685,015.79 | \$16,000,524.88 | \$17,991,064.49 | \$33,991,589.37 |

d) Calculo de Indicadores de Rentabilidad

La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los indicadores: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Neto (VPN) y Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y los beneficios de los Costos Generalizados de Viaje del proyecto se estimaron en función de dos fuentes: (i) ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y (ii) ahorros en costo de operación vehicular.

Indicadores económicos:

Los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil de 20 años, por lo tanto, la "Evaluación del Proyecto" integra los flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de descuento. Acorde a los lineamientos de la Unidad de Inversiones de la SHCP, la tasa de descuento que se utilizó en la presente evaluación es el 10%. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de los siguientes indicadores:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de Retorno (TIR)
- Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI)

Los Indicadores de rentabilidad se calcularon conforme al anexo III de los Lineamientos para la elaboración de Estudios Costo Beneficio de los proyectos de inversión de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público el 30 de diciembre de 2013.

- **Valor Presente Neto (VPN)**

El VPN es la suma de los flujos netos anuales, descontados por la tasa social. Para el cálculo del VPN, tanto los costos como los beneficios futuros del programa o proyecto de inversión son descontados, utilizando la tasa social para su comparación en un punto en el tiempo o en el "presente". Si el resultado del VPN es positivo, significa que los beneficios derivados del programa o proyecto de inversión son mayores a sus costos. Alternativamente, si el resultado del VPN es negativo, significa que los costos del programa o proyecto de inversión son mayores a sus beneficios. La fórmula del VPN es:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

r: es la tasa social de descuento

✓

✓

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VPN de un programa o proyecto de inversión sea igual a cero. Esto es económicamente equivalente a encontrar el punto de equilibrio de un programa o proyecto de inversión, es decir, el valor presente de los beneficios netos del programa o proyecto de inversión es igual a cero y se debe comparar contra una tasa de retorno deseada.

La TIR se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Dónde:

Bt: son los beneficios totales en el año t

Ct: son los costos totales en el año t

Bt-Ct: flujo neto en el año t

n: número de años del horizonte de evaluación

TIR: Tasa Interna de Retorno

t: año calendario, en donde el año 0 será el inicio de las erogaciones

Es importante resaltar que no se debe utilizar la TIR por sí sola para comparar alternativas de un programa o proyecto de inversión, ya que puede existir un problema de tasas internas de rendimiento múltiple. Las tasas internas de rendimiento múltiple ocurren cuando existe la posibilidad de que más de una tasa de descuento haga que el VPN sea igual a cero.

- **Tasa Rendimiento Inmediata.**

La TRI es un indicador de rentabilidad que permite determinar el momento óptimo para la entrada en operación de un programa o proyecto de inversión con beneficios crecientes en el tiempo. A pesar de que el VPN sea positivo para el programa o proyecto de inversión, en algunos casos puede ser preferible postergar su ejecución.

La TRI se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TRI = \frac{B_{t+1} - C_{t+1}}{I_t}$$

φ

φ

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Dónde:

Bt+1: es el beneficio total en el año t+1

Ct+1: es el costo total en el año t+1

It: monto total de inversión valuado al año t (inversión acumulada hasta el periodo t)

t: año anterior al primer año de operación

t+1: primer año de operación

El momento óptimo para la entrada en operación de un proyecto, cuyos beneficios son crecientes en el tiempo, es el primer año en que la TRI es igual o mayor que la tasa social de descuento.

A continuación, se muestran los indicadores de rentabilidad que corresponden al proyecto "Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 18 Indicadores de Rentabilidad

| Indicadores | | |
|------------------------------------|------------------|----------------------------|
| Indicador | Valor | Observación |
| VPN Valor Presente Neto | \$102,417,252.20 | >\$0.00; Proyecto rentable |
| TIR Tasa Interna de Retorno | 25.48% | > 10%; Proyecto rentable |
| TRI Tasa de Rentabilidad Inmediata | 23.00% | > 10%; Proyecto rentable |

Fuente: Elaborado por la Junta de Caminos del Estado de México, 2021

e) Análisis de sensibilidad

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad. Para ello se consideraron 4 variables que se consideraron como las más relevantes para este tipo de proyectos, que son:

Inversión inicial. - Se refiere al costo de construcción del proyecto, es indudable la importancia de esta variable en un análisis costo beneficio, dado que con un incremento en ella podría dejar de ser rentable el proyecto, por lo que el análisis de sensibilidad a la inversión nos permitirá identificar hasta que costo de inversión seguiría siendo rentable.

Costos de mantenimiento. - Los costos de mantenimiento conforman el segundo grupo de costos para el análisis costo-beneficio, considerando este grupo se tendría entonces analizada la sensibilidad del proyecto a los costos que incurriría el proyecto durante el horizonte de análisis, de ahí la importancia de considerarlo.

Demanda del proyecto. - La demanda es una variable que debe de ser considerada en un análisis de sensibilidad de un proyecto. Todo proyecto de inversión económica está dirigido a la satisfacción de una demanda y su comportamiento en el período de análisis es un valor estimado que conlleva un cierto grado de incertidumbre, por lo que es necesario ver qué pasaría con la rentabilidad del proyecto si la demanda es mayor o menor a fin de decidir adecuadamente en el tamaño óptimo o la posible postergación.

El análisis de sensibilidad arrojó los siguientes resultados:

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

Tabla 57 Análisis de Sensibilidad

| Variable | Factor de Sensibilidad | VPN | TIR | TRI | B/C |
|---------------|------------------------|-------------------|---------|--------|------|
| Inversión | 40% | \$ 128,975,010.82 | 46.73% | 44.31% | 5.50 |
| | 50% | \$ 124,548,717.72 | 40.82% | 38.38% | 4.76 |
| | 60% | \$ 120,122,424.61 | 36.30% | 33.85% | 4.20 |
| | 70% | \$ 115,696,131.51 | 32.74% | 30.28% | 3.76 |
| | 80% | \$ 111,269,838.41 | 29.85% | 27.39% | 3.40 |
| | 90% | \$ 106,843,545.30 | 27.48% | 25.01% | 3.10 |
| | 100% | \$ 102,417,252.20 | 25.48% | 23.00% | 2.85 |
| | 110% | \$ 97,990,959.10 | 23.77% | 21.29% | 2.64 |
| | 120% | \$ 93,564,665.99 | 22.30% | 19.82% | 2.46 |
| | 200% | \$ 58,154,321.16 | 15.14% | 12.77% | 1.58 |
| | 300% | \$ 13,891,390.13 | 10.89% | 8.84% | 1.10 |
| | 331% | \$ - | 10.00% | 8.06% | 1.00 |
| | 400% | -\$ 30,371,540.91 | 8.44% | 6.76% | 0.84 |
| Variable | Factor de Sensibilidad | VPN | TIR | TRI | B/C |
| Mantenimiento | 40% | \$ 107,553,949.19 | 26.18% | 23.50% | 2.95 |
| | 50% | \$ 106,697,833.03 | 26.06% | 23.25% | 2.93 |
| | 56% | \$ 106,173,772.84 | 25.99% | 23.36% | 2.92 |
| | 70% | \$ 104,985,600.70 | 25.83% | 23.25% | 2.90 |
| | 80% | \$ 104,129,484.53 | 25.71% | 23.17% | 2.89 |
| | 90% | \$ 103,273,368.37 | 25.59% | 23.08% | 2.87 |
| | 100% | \$ 102,417,252.20 | 25.48% | 23.00% | 2.85 |
| | 110% | \$ 101,561,136.03 | 25.36% | 22.92% | 2.84 |
| | 120% | \$ 100,705,019.87 | 25.24% | 22.84% | 2.82 |
| | 130% | \$ 99,848,903.70 | 25.12% | 22.75% | 2.81 |
| | 140% | \$ 98,992,787.54 | 25.00% | 22.67% | 2.79 |
| | 1061% | \$ 20,161,020.96 | 13.23% | 15.03% | 1.37 |
| | 1296% | \$ - | 10.00% | 13.33% | 1.00 |
| Variable | Factor de Sensibilidad | VPN | TIR | TRI | B/C |
| Demanda | 10% | -\$ 54,352,436.00 | -12.72% | 1.42% | 0.10 |
| | 15% | -\$ 47,558,853.00 | -5.68% | 2.51% | 0.21 |
| | 50% | \$ - | 10.00% | 10.15% | 1.00 |
| | 70% | \$ 27,171,108.00 | 15.57% | 14.51% | 1.45 |
| | 80% | \$ 40,758,374.00 | 18.12% | 16.69% | 1.68 |
| | 90% | \$ 54,345,639.00 | 20.58% | 18.87% | 1.90 |
| | 100% | \$ 102,417,252.20 | 25.48% | 23.00% | 2.85 |
| | 110% | \$ 119,037,570.47 | 27.89% | 25.38% | 3.16 |
| | 120% | \$ 135,657,888.73 | 30.29% | 27.77% | 3.46 |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| | | | | | |
|--|------|-------------------|--------|--------|------|
| | 130% | \$ 152,278,207.00 | 32.69% | 30.15% | 3.76 |
| | 140% | \$ 168,898,525.27 | 35.09% | 32.53% | 4.06 |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el proyecto no es sensible a modificaciones del monto de inversión, pues aun subiendo su monto a un 331% el VAN tendría niveles positivos, por lo que la inversión del proyecto (51.345 mdp) es óptima, ya que el proyecto es rentable en ese momento teniendo un VPN de \$102,417,252.20, una TIR de 25.48% y una TRI de 23.00%, las cuales son mayores a la tasa de descuento (10.00%).

f) Análisis de riesgos

El proyecto corre el riesgo de obra inconclusa, es decir que por factores imputables al licitante ganador del proyecto no se llegue a edificar los diversos componentes de la vialidad. Esta situación a pesar que pudiese llegar a ser probable, definitivamente estaría en contra de los propios intereses de la empresa a la cual le sea asignado el proyecto, ya que se vería obligado a ejercer las fianzas de cumplimiento y en un extremo incluso en acciones legales en su contra.

El proyecto registra un riesgo vinculado con una deficiente calidad, ya sea por incumplimiento del contratista o bien por insuficiencia de recursos financieros por parte del contratista, bajo este escenario, los beneficios proyectados en el horizonte del proyecto no alcanzarían a generarse. Un riesgo mayor puede consistir en un incremento de los costos relativos con las edificaciones de las obras en general, ya que resulta difícil prever las condiciones, principalmente ante un cambio escenario en la tendencia de estabilidad económica. Sin embargo, la propia Junta de Caminos del Estado de México ha llevado a cabo tanto un programa de mantenimiento como de construcción de infraestructuras de vialidades similares a la propuesta en el presente proyecto, por lo cual se supone que contratante cuenta con la experiencia suficiente y capacidad técnica para llevar a cabo proyectos de esta naturaleza.

Tabla 58 Matriz de Riesgos para la construcción del proyecto

| RIESGOS | TIPIFICACIÓN DEL RIESGO DESCRIPCIÓN | ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE) | | ESTIMACIÓN DEL RIESGO | |
|-------------|---|---------------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|
| | | Dependencia | Contratista | Probabilidad de Ocurrencia | Efecto en el Contrato |
| Regulatorio | Riesgo ocasionado por cambios en la normatividad técnica durante la ejecución del proyecto. | 100% | | M | B |
| Diseño | Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños realizados por el contratista | | 100% | B | M |
| | Mayor plazo y/o costos por cambios en los diseños | 100% | | B | M |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| RIESGOS | TIPIFICACIÓN DEL RIESGO | ASIGNACION DEL RIESGO (EN PORCENTAJE) | | ESTIMACIÓN DEL RIESGO | |
|--------------|---|---------------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|
| | DESCRIPCIÓN | Dependencia | Contratista | Probabilidad de Ocurrencia | Efecto en el Contrato |
| | entregados por la Junta de Caminos. | | | | |
| Construcción | Riesgo ocasionado por falta de calidad en las obras realizadas por el Contratista | | 100% | B | M |
| | Riesgo ocasionado por ejecución de mayores cantidades de obra no autorizadas, por procedimientos constructivos inadecuados imputables al CONTRATISTA, o por deficiente programación (o cronología) de ejecución de las obras. | | 100% | B | M |
| | Riesgo presentado en el contrato por precios por debajo del presupuesto oficial (es decir, cuando estos precios se encuentran por debajo del presupuesto oficial y/o de cada uno de los (insumos, costos, precios, tarifas, alquiler de equipos, salarios, transportes, de los APU)) en la propuesta del CONTRATISTA. El presupuesto oficial se calcula de conformidad con los precios de mercado existentes en el sitio del proyecto al momento de publicación del Pliego Definitivo y/o Adendas (en caso de presentarse). | | 100% | M | M |
| | Riesgo presentado por escasez de cualquier tipo de material y/o insumos para la ejecución de la obra; o por salida del mercado de insumos o materias primas para la ejecución de las obras objeto del contrato. Al CONTRATISTA le corresponde teniendo en cuenta que debe prever en su propuesta planes de contingencia para mitigar estas eventualidades, teniendo también un Plan de Calidad acorde con el proyecto y de conformidad con la visita técnica que le corresponde realizar al sitio donde se pretenden ejecutar las obras. Riesgo que asume el CONTRATISTA. | | 100% | B | M |

Análisis Costo-Beneficio Simplificado

"Rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco"

| RIESGOS | TIPIFICACIÓN DEL RIESGO | ASIGNACIÓN DEL RIESGO (EN PORCENTAJE) | | ESTIMACIÓN DEL RIESGO | |
|---------------|--|---------------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|
| | DESCRIPCIÓN | Dependencia | Contratista | Probabilidad de Ocurrencia | Efecto en el Contrato |
| | Riesgo presentado por la fluctuación de precios en los materiales. | | 100% | M | B |
| | Riesgo de mayor permanencia y stand by de maquinaria y disponibilidad de personal, por el no inicio de las obras y/o parálisis de la mismas por demoras ocasionadas por la no entrega oportuna, de las revisiones y/o actualizaciones, de cálculos y/o diseños y/o estudios definitivos, del proyecto, que lleve a cabo y/o ejecute el CONTRATISTA, de acuerdo con lo estipulado en el ANEXO TECNICO, en caso de que dichos cálculos y/o diseños y/o estudios estén a cargo del CONTRATISTA. | | 100% | B | A |
| | Riesgo presentado por la modificación y/o cambios de ubicación en las fuentes de materiales presentadas y/o propuestas por el CONTRATISTA. Hace referencia al riesgo técnico, ambiental y/o social, en cuanto a calidad y cantidad del material, explotación y su distancia de acarreo. Le corresponde al interesado o proponente verificar en la visita a la obra las fuentes de materiales a emplear, para la presentación de una propuesta acorde con las obras a ejecutar. | | 100% | B | B |
| Financiero | Riesgo generado por Las fluctuaciones de las tasas de interés, tasa de cambio, variaciones cambiarias y financieras por causas micro o macroeconómicas. | | 100% | B | B |
| | Riesgo por insolvencia del Contratista | | 100% | B | A |
| Aseguramiento | Riesgo correspondiente a la diferencia entre el valor del siniestro asegurado y el valor del amparo de las pólizas establecidas en el CONTRATO, en el evento en que las causas de los daños objeto del | | 100% | B | A |

4

VII. Bibliografía

LINEAMIENTOS para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión, emitidos el 30 de diciembre de 2013 por la Unidad de Inversiones de la SHCP.

Notas núm. 182 Enero-Febrero 2020, Artículo 1. Estimación del valor del tiempo de los ocupantes de los vehículos que circulan por la red carretera de México, 2020.

Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2020 IMT Publicación técnica no 590.

Libro de datos viales SCT 2013-2020 <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales>.

Manual para la Evaluación de Proyectos de Carreteras Secretaria de Hacienda y Crédito Público.

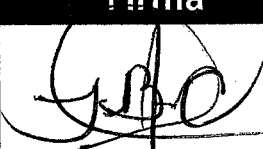
Responsables de la Información

Ramo: Secretaría de Movilidad

Entidad: Estado de México

Área Responsable: Junta de Caminos del Estado de México.

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

| Nombre | Cargo* | Firma | Fecha |
|--------------------------|---------------------------------------|--|------------|
| Ing. Lucio Barrera Calva | Director de Infraestructura Carretera |  | 12/08/2021 |

| Versión | Fecha |
|---------|------------|
| 3.0 | 12/08/2021 |

*El administrador del programa y/o proyecto de inversión, deberá tener como mínimo el nivel de Director de Área o su equivalente en la dependencia o entidad correspondiente, apegándose a lo establecido en el artículo 43 del Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.





NÚMERO DE PROYECTO:



23609

FORMATO PARA LA INCORPORACIÓN DE PROYECTOS EN EL BANCO DE PROYECTOS DEL ESTADO DE MÉXICO

FECHA DE REGISTRO: 20/11/2020

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|--|-------|--|-------|-----------------|-------|----------------|--------|--------------------------|
| 1. NOMBRE DEL PROYECTO: | | REHABILITACION DEL PUENTE VEHICULAR JUAN PABLO II EN EL MUNICIPIO DE COACALCO | | | | | | | | |
| 2. SECTOR: | | Movilidad | | | | | | | | |
| 2.1 UNIDAD RESPONSABLE: | | Junta de Caminos del Estado de México | | | | | | | | |
| 3. OBJETIVO DEL PROYECTO: | | Rehabilitar el puente vehicular Juan Pablo II con el objeto de mitigar riesgos como posibles accidentes. | | | | | | | | |
| 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: | | Se ejecutarán trabajos consistentes con: cortes, excavación para estructuras, rellenos, concreto hidráulico, acero para concreto hidráulico, estructuras de acero, tanto para la subestructura, como para la superestructura, además de demoliciones y desmantelamientos, base hidráulica, riegos de impregnación, carpetas asfálticas con mezcla en caliente. | | | | | | | | |
| 5. TIEMPO ESTIMADO DE DESARROLLO: | | 3 MESES | | | | | | | | |
| 6. TIEMPO DE VIDA UTIL: | | | | | | | | | | |
| 7. LOCALIZACIÓN (ANEXAR MAPAS): | | 7.1. REGIÓN: | | Tlaxiácala | | | | | | |
| 7.2 MUNICIPIOS: | | Coacalco | | | | | | | | |
| UTMx: | | 0.00 | | UTMy: | | 0.00 | | | | |
| 8. BENEFICIOS ESPERADOS: | | 8.1. PROBLEMÁTICA A RESOLVER: | | Posibles accidentes Altos tiempos de traslado Elevados Costos Generalizados de Viaje | | | | | | |
| | | 8.2. POBLACIÓN BENEFICIADA: | | 277,959 | | | | | | |
| | | 8.3. MUNICIPIOS BENEFICIADOS: | | Coacalco | | | | | | |
| 9. METAS FÍSICAS ANUALES: | | 9.1. UNIDAD DE MEDIDA: | | METRO | | | | | | |
| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| 221 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10. COSTO TOTAL: | | 51,345,000.00 | | | | | | | | |
| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| 51,345,000.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 11. GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: | | 0.00 | | | | | | | | |
| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 12. OTROS COSTOS ASOCIADOS: | | 0.00 | | | | | | | | |
| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 13. INGRESOS GENERADOS POR EL PROYECTO: | | 0.00 | | | | | | | | |
| Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 14. SITUACIÓN GENERAL DEL PROYECTO: | | 14.1. GRADO DE AVANCE FÍSICO | | 0 | | | | | | |
| | | 14.2. DETALLE DE LA SITUACIÓN ACTUAL: | | Mal estado de las trabes que conforman la estructura del puente vehicular, ya que presentan fisuras debido a la falta de capacidad de carga de estos elementos, ante la carga viva que transita sobre la estructura. Esto, provoca inseguridad tanto a los habitantes de la zona como a los usuarios que circulan sobre el puente, ya que la estructura pudiera colapsarse generando accidentes menores y mayores. | | | | | | |
| 14.3 ESPECIFIQUE LOS ESTUDIOS CON LOS QUE CUENTA: | | PROYECTO EJECUTIVO | | ESTUDIO SOCIOECONÓMICO | | FACTIBILIDADES | | | | |
| | | NO | | SI | | NO | | | | |
| OBSERVACIONES DE FACTIBILIDADES | | | | | | | | | | |
| 15. ESPECIFICAR SI ES COMPROMISO DE GOBIERNO: | | NO | | 15.1. CLAVE DE COMPROMISO | | | | | | |
| 16. FUENTE O ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA: | | 16.1 ESTATAL | | 16.2 FEDERAL | | 16.3 FONDO MET. | | 16.4 MUNICIPAL | | 16.5 OTROS (ESPECIFICAR) |
| 16.1 MONTO DE LA FUENTE (PORCENTAJE): | | 100 | | 0 | | 0 | | 0 | | 0 |
| 17. ESPECIFICAR SI EL PROYECTO ES PARTE DE UN PROGRAMA: | | Programa de Acciones para el Desarrollo (PAD 2020) | | | | | | | | |
| 18. OBSERVACIONES GENERALES: | | Debido a la importancia de las vías de comunicación en el Estado de México como pilar fundamental para el desarrollo económico y social de la entidad, se requiere la rehabilitación del puente vehicular Juan Pablo II en el municipio de Coacalco, con la finalidad de mejorar las condiciones de transitabilidad y de seguridad de los usuarios que diariamente utilizan el puente vehicular, así como lograr el incremento de velocidad y reducir los costos generalizados de viaje. | | | | | | | | |
| 19. DATOS DE CONTACTO DEL RESPONSABLE DESIGNADO: | | 19.1. NOMBRE: | | Lic. Roberto Ángel Islas Trejo | | | | | | |
| | | 19.2. CARGO: | | Coord. de Control Téc. De la Secretaría de Movilidad | | | | | | |
| | | 19.3. DIRECCIÓN: | | Paseo Vicente Guerrero 485, col. Morelos, Toluca, México | | | | | | |
| | | 19.4. TELÉFONOS: | | 2 15 76 06/2 15 76 21 | | | | | | |
| | | 19.5. FAX: | | | | | | | | |
| | | 19.6. CORREO ELECTRÓNICO: | | cepe_sct@hotmail.com | | | | | | |