



AMPLIACIÓN A  
SEGUNDO CARRIL DE  
GAZA UNIVERSITARIA Y  
ADECUACIONES VIALES  
EN CIRCUITO  
UNIVERSITARIO

Chihuahua, Chih.

GOBIERNO  
MUNICIPAL DE  
CHIHUAHUA

Análisis Costo –  
Beneficio

## Tabla de contenido

<b>1. Información General del Proyecto</b> .....	1
<b>Antecedentes</b> .....	2
<b>Datos generales</b> .....	2
<b>Calendario de inversión</b> .....	3
<b>Conceptos de inversión:</b> .....	3
<b>Horizonte de evaluación:</b> .....	3
<b>Localización georreferenciada:</b> .....	4
<b>2. Alineación Estratégica</b> .....	4
<b>Plan Nacional de Desarrollo</b> .....	4
<b>Plan Estatal de Desarrollo</b> .....	5
<b>3. Análisis de la situación actual</b> .....	7
<b>Descripción y cuantificación de la oferta existente</b> .....	9
<b>Descripción y cuantificación de la demanda existente</b> .....	10
<b>Aforos vehiculares</b> .....	10
<b>4 Análisis de la situación sin proyecto</b> .....	11
<b>5 Justificación de la alternativa de solución</b> .....	12
<b>6 Análisis de la situación con proyecto</b> .....	13
<b>7 Identificación y cuantificación de costos y beneficios</b> .....	14
<b>Bases del cálculo</b> .....	14
<b>Periodización</b> .....	16
<b>Cálculo de Indicadores de Rentabilidad</b> .....	18
Tabla 1. Actividades del Eje Ciudad Comunicada.....	6
Tabla 2. Proyección de la interacción oferta demanda.....	12
Tabla 3. Tasa de ocupación observada.....	15
Tabla 4. Resumen factores de costeo.....	15
Tabla 5. Aforo diario.....	16
Tabla 6. Costo diario automóviles.....	16
Tabla 7. Costo diario autobuses pasajeros.....	17
Tabla 8. Costo diario camiones.....	17

Tabla 9. Resumen costos diarios .....	17
Tabla 10. Indicadores de rentabilidad .....	18

## 1. Información General del Proyecto

### Antecedentes

En los años 2010 y 2011 se construyó una Gaza en el periférico de la Juventud frente a la Universidad Autónoma de Chihuahua. Dicha obra fue parte de un proyecto más grande, un Circuito Interior formado por Periférico de la Juventud, Av. Teófilo Borunda, Vialidad Sacramento y Vialidad Los Nogales. Este circuito debería ser una gran arteria rápida sin semáforos para generar un flujo vehicular continuo y disminuir el costo de recorrido de la ciudad.

El crecimiento de la población con el consiguiente crecimiento del parque vehicular; el crecimiento específico de la población hacia el norte de la ciudad, y el de la matrícula en la Ciudad Universitaria, así como la instalación de plazas comerciales en la zona, han generado un crecimiento insospechado de tránsito vehicular que ha rebasado la obra inicial que contó con un solo carril

Esa es la razón de plantear una ampliación de la obra a un segundo carril para que pueda conservar su calidad de vía rápida y evite a los ciudadanos altos costos generalizados de viaje (CGV).

### Datos generales

El proyecto se denomina "AMPLIACIÓN A SEGUNDO CARRIL DE GAZA UNIVERSITARIA Y ADECUACIONES VIALES EN CIRCUITO UNIVERSITARIO DE CHIHUAHUA, CHIH"

Es un proyecto de infraestructura tipo viaducto. Consiste en la ampliación del Paso Superior que ya existe para que quede de dos carriles formados por una sub estructura de concreto hidráulico reforzado y una superestructura a base de travesaños ASSHTO tipo VI.

El costo de la inversión es de cincuenta millones de pesos, IVA incluido y se pretende que sea 50% inversión municipal y 50% inversión de Gobierno del Estado

## Calendario de inversión

Calendario de Ejecución de la Obra								
Concepto	MESES					Importe	% Ponderado	
	1	2	3	4	5		Parcial	Acumulado
AMPLIACIÓN A SEGUNDO CARRIL DE GAZA UNIVERSITARIA Y ADECUACIONES VIALES EN CIRCUITO UNIVERSITARIO	\$5,000,000	\$7,500,000	\$12,500,000	\$15,000,000	\$10,000,000	\$50,000,000	100%	100%
<b>% de Avance</b>	10.00%	15.00%	25.00%	30.00%	20.00%	<b>\$50,000,000.00</b>	<b>100%</b>	
<b>Acumulado</b>	10.00%	25.00%	50.00%	80.00%	100.00%			

### Conceptos de inversión:

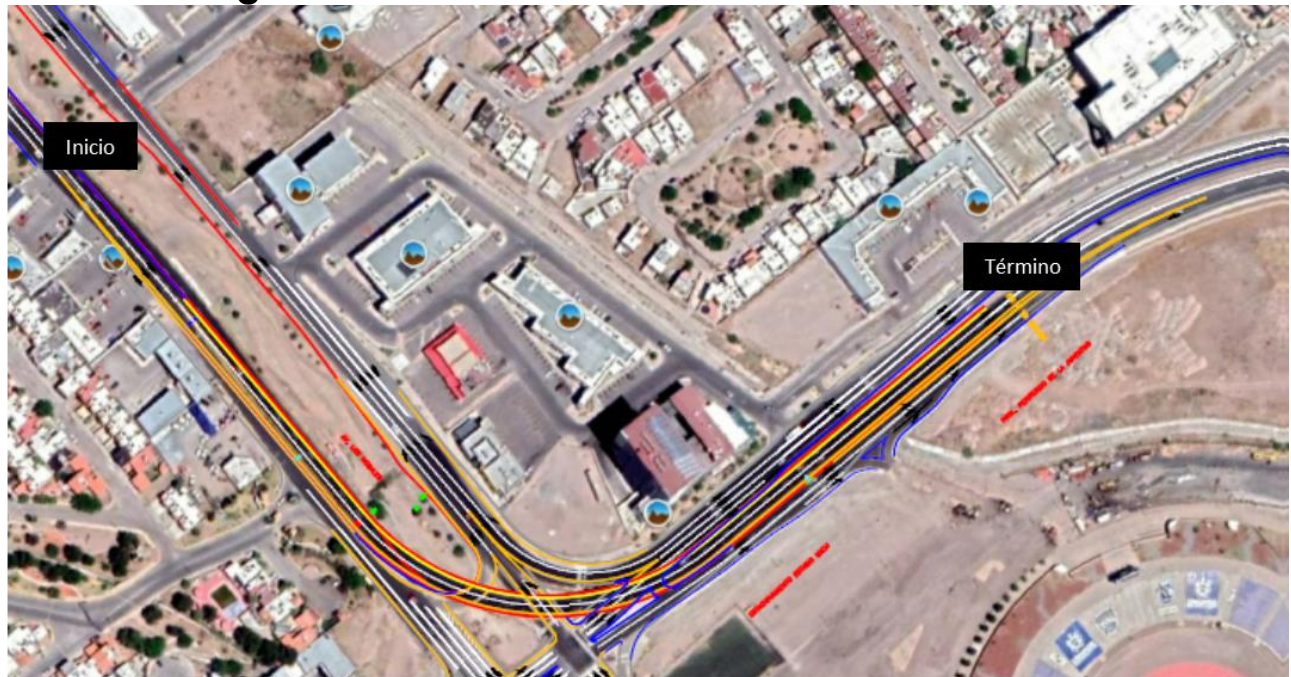
No	CONCEPTO	IMPORTE
1.-	AMPLIACION DE PUENTE (EXISTENTE)	\$17,749,738.67
2.-	AMPLIACION DE CARRILES LATERALES	\$2,651,193.63
3.-	CONSTRUCCION DE VIALIDAD LOS NOGALES CUERPO SUR, TRAMO DE AV. ABOLICION A CIRCUITO UNIVERSITARIO Y PASO	\$19,999,291.62
4.-	SEÑALAMIENTO	\$1,827,414.08
5.-	INSTALACION ELECTRICA	\$875,810.27

<b>SUB TOTAL:</b>	<b>\$43,103,448.27</b>
16% I.V.A:	\$6,896,551.72
<b>TOTAL:</b>	<b>\$50,000,000.00</b>

### Horizonte de evaluación:

La vida útil de la obra es de 30 años por lo que se toma ese mismo tiempo como horizonte de evaluación

## Localización georreferenciada:



Inicio 28.715484 N - 106.149539 O

Termino 28.715341 N. - 106.145127 O

## 2. Alineación Estratégica

### Plan Nacional de Desarrollo

En el capítulo de “ECONOMÍA” del Plan Nacional de Desarrollo, el Gobierno de México tiene un apartado denominado: “IMPULSAR LA REACTIVACIÓN ECONÓMICA, EL MERCADO INTERNO Y EL EMPLEO”. Ahí menciona que “se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno...” y más adelante que “el sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y **obras de infraestructura...**”

Bien, está claro que el proyecto objeto de este análisis costo beneficio, es una obra de infraestructura que generará empleos servirá para facilitar los traslados de un sector importante de comerciantes, sus clientes, proveedores y mercancías que forman parte del entramado del mercado interno que se pretende fortalecer.

A la fecha de actualización de este documento, se tiene noticia de que se aprobó el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes, pero no se ha publicado, por lo que resulta imposible comentar la alineación del proyecto con dicho programa sectorial

## **Plan Estatal de Desarrollo**

El Eje 3 del Plan se titula "Infraestructura, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente".

Dentro de dicho Eje, el Objetivo 10 es: Mejorar el entorno urbano de manera equilibrada buscando la sustentabilidad ambiental, con el objetivo de proporcionar seguridad e identidad a las y los habitantes de las zonas urbanas.

El 10.1 es "Orientar el desarrollo urbano con procesos sostenibles, sustentables y equilibrados", y una de las acciones a realizar: Coordinar con las autoridades de los tres niveles de gobierno la detección oportuna y la atención eficaz a los problemas urbanos determinantes para el bienestar social y el desarrollo económico y sustentable de las localidades urbanas.

El 10.3 "Incrementar y modernizar la infraestructura urbana de vialidades para una mejor movilidad y articulación de la comunicación interna en las localidades". Y la primera acción a realizar: "Construir y modernizar obras viales urbanas que faciliten la movilidad e integración de las localidades"

## **Plan Municipal de Desarrollo**

El Gobierno Municipal tiene muy claras las necesidades de desarrollo. En el Plan Municipal aparece un análisis de la estructura vial



M.31 Estructura vial en el municipio de Chihuahua.

Fuente IMPLAN

### ILUSTRACIÓN 1. ESTRUCTURA VIAL

Teniendo en el área urbana 535.8 km de vialidades con el propósito de adicionar 190 km en el periodo del presente gobierno. El Eje 6 del plan de desarrollo “CIUDAD COMUNICADA” establece el fin de “contar con una ciudad conectada con calles, vialidades y medios alternos de traslado adecuados que permitan una mejor movilidad, con reducción de tiempos de traslado” y para ello establece las siguientes acciones:

#### TABLA 1. ACTIVIDADES DEL EJE CIUDAD COMUNICADA

## **Componente 6.1.1 INFRAESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD VIAL MODERNIZADA**

### **Actividades**

**6.1.1.1 Construcción de turbo glorietas en diferentes zonas de la ciudad.**

**6.1.1.2 Adecuaciones funcionales en vialidades existentes para agilizar la movilidad.**

**6.1.1.3 Integración de espacios urbanos mediante la construcción de nuevas vialidades.**

**6.1.1.4 Programa de rehabilitación de pavimentos.**

**6.1.1.5 Programa de bacheo permanente en vialidades principales.**

**6.1.1.6 Regeneración urbana de las avenidas Lombardo Toledano y Tecnológico.**

**6.1.1.7 Mantenimiento vial en puentes y avenidas.**

**6.1.1.8 Programa de mejoramiento en calles de terracerías.**

**6.1.1.9 Modernización del Periférico de la Juventud.**

El proyecto de Ampliación de la Gaza Universitaria impacta en las actividades 2, 3 y 9

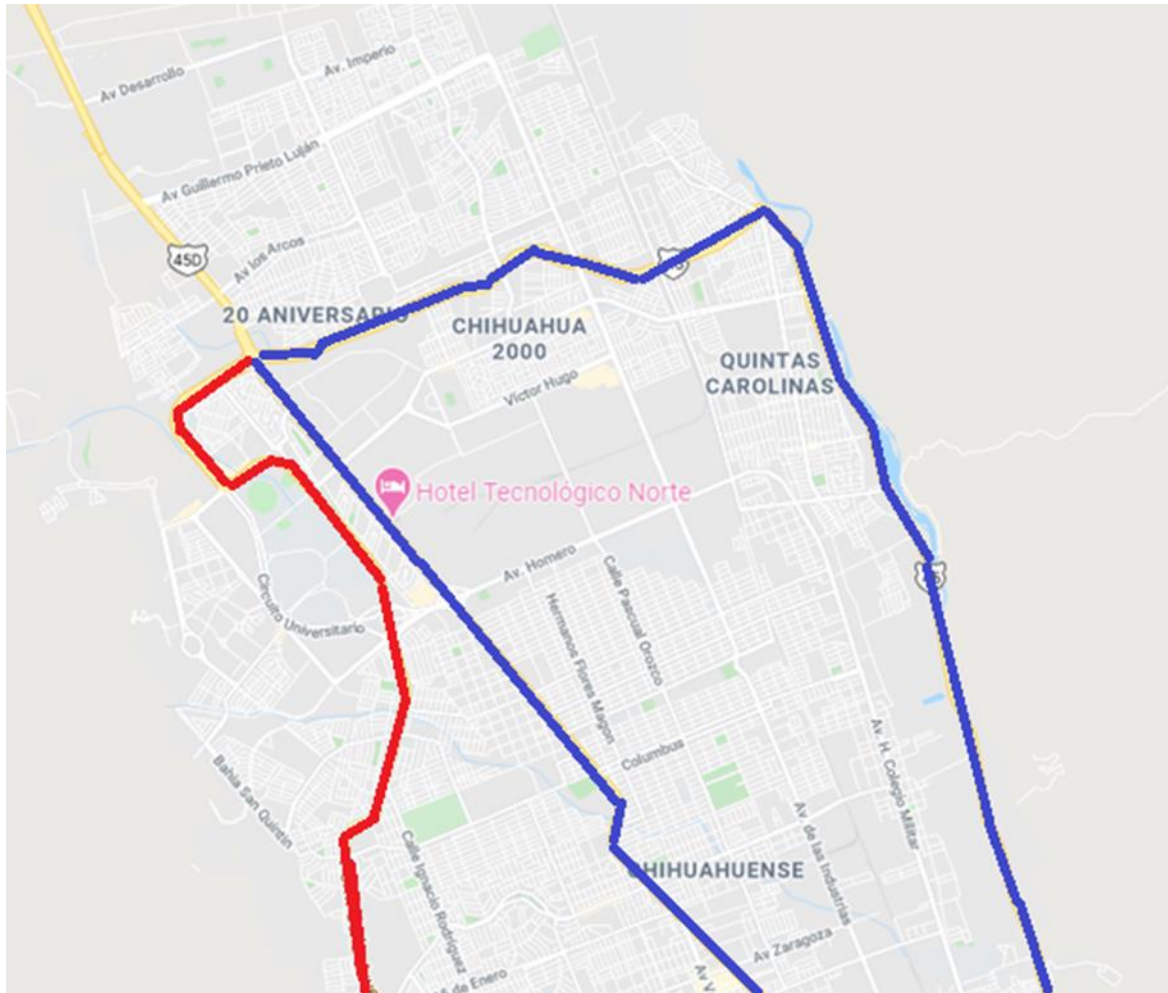
### **3 Análisis de la situación actual**

En este apartado se toman muchos datos del “Estudio de Ingeniería de Tránsito: Gaza Universitaria” elaborado, a petición del Gobierno Municipal de Chihuahua por el Grupo Caduma Consultores S de RL de CV

La intersección en la que se pretende ejecutar el proyecto, se alimenta de toda la población que vive al norte de la ciudad, y de los que trabajan ahí. Al norte de la ciudad se encuentran muchas colonias, comercio y el parque industrial Chihuahua. Toda esa población tiene necesidad, por trabajo, estudio, comercio o diversión de trasladarse hacia el centro de la ciudad de Chihuahua y solamente tiene tres opciones: El Periférico de la Juventud, la Avenida Tecnológico y la Vialidad Sacramento



## ILUSTRACIÓN 2. ALTERNATIVAS PARA DESPLAZARSE DESDE EL NORTE HACIA EL CENTRO



Como se puede ver la ruta roja, la del Periférico de la Juventud, aglutina a todos los vehículos que se dirigen a la parte poniente de la ciudad, que es la zona comercial de más auge, la más moderna, la que llega al Parque Industrial de las Américas, a las plazas comerciales más importantes, a muchos colegios y universidades y la de la Ciudad Universitaria.

Pero al inicio de la ruta, se complica justo en la Gaza

## ILUSTRACIÓN 3. SITIO DEL PROYECTO



### **Descripción y cuantificación de la oferta existente**

Para efectos de este proyecto se considera oferta la capacidad de la infraestructura actual para proveer de medio de circulación a los vehículos. En el caso específico que nos ocupa la oferta existente es la Gaza que permite dar vuelta a la izquierda y permite incorporarse a Periférico de la Juventud cuando se viaja del norte de la ciudad hacia el centro.

La infraestructura da un nivel de servicio. Y se califica el nivel de servicio de acuerdo a lo siguiente:

#### **Nivel de Servicio Características de circulación vehicular.**

A= Flujo Libre.

B= Estable, sin problemas de circulación.

C= Estable.

D= Poco estable.

E= Inestable, el máximo volumen que puede circular.

F= Forzada, existen detenciones frecuentes y largas colas.

Se trata de un puente o paso superior de un solo carril de 6 mt de ancho, por el que idealmente deberían pasar 1,900 vehículos por hora (vph), pero los expertos en ingeniería de tránsito consideran ajustes por la capacidad de manejo de los conductores, el ancho del carril, los obstáculos laterales, el paso de vehículos pesados y el tipo de

carretera, dando un máximo de capacidad de 1,463 vph, con un nivel de servicio F. Es decir con altos CGV

## Descripción y cuantificación de la demanda existente

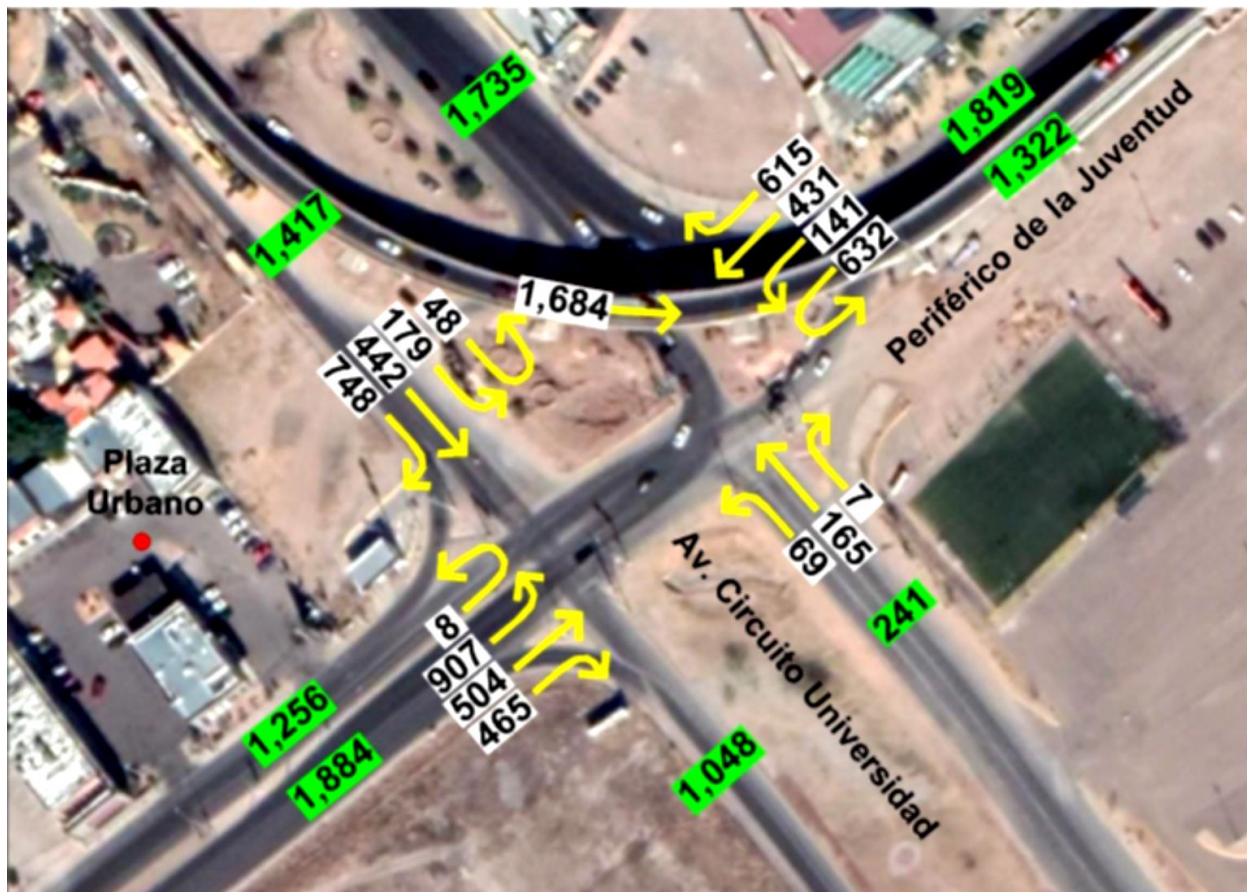
### Aforos vehiculares

En el estudio de Ingeniería Vial citado arriba, se contabilizaron aforos vehiculares en horario de máxima demanda, los de entradas y salidas de escuelas y trabajos: 7:00 a.m. a 8:00 a.m., 1:30 p.m. a 2:30 p.m. y de 6:00 p.m. a 7:00 p.m.

La Gaza Universitaria tuvo los siguientes aforos:

HORA DE MÁXIMA DEMANDA (HMD)	V.P.H
07:00 a 08:00 am	1,684
01:30 a 02:30 pm	1,090
06:00 a 07:00 pm	1,145

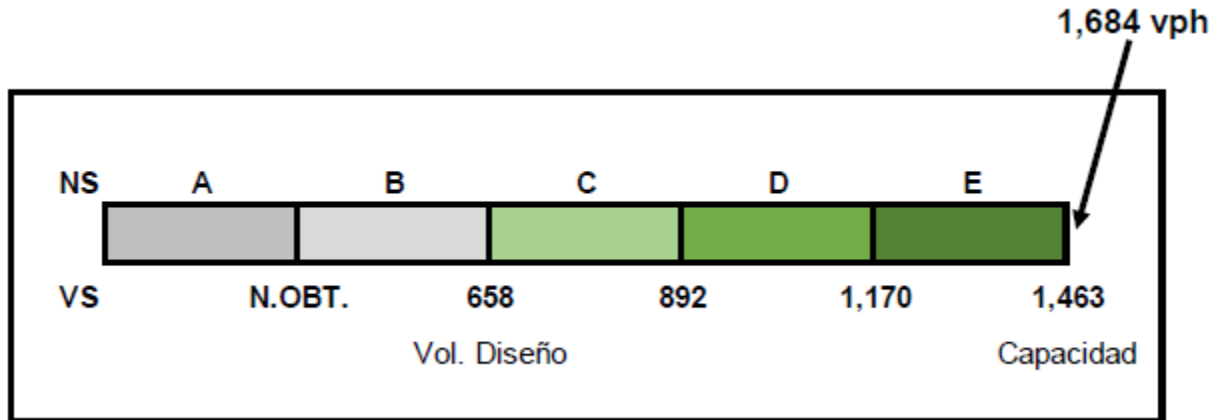
ILUSTRACIÓN 4. AFOROS EN LA EL LUGAR DE LA OBRA



## 4 Análisis de la situación sin proyecto

En la situación actual, sin proyecto, el servicio ya está en nivel F: Largas fila, y muy elevados CGV, más los incuantificables: estrés, oportunidades de negocio perdidas, accidentes viales, etc

ILUSTRACIÓN 5. NIVEL DE SERVICIO CON EL VOLUMEN ACTUAL DE DEMANDA

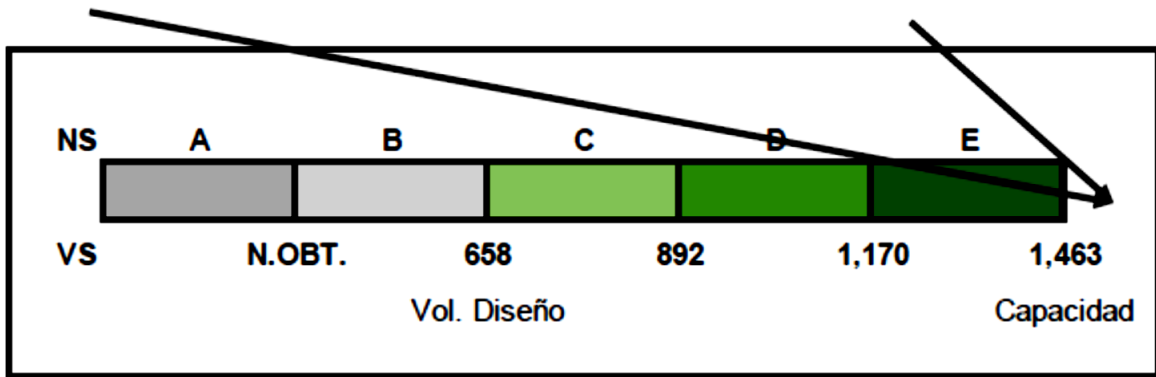


Ya está excedida la capacidad. En la HMD de la mañana estaría ya en nivel F, en las HMD del medio día y la tarde, el nivel de servicio se ubica entre D y E.

Y proyectado a mediano y largo plazo la situación empeora puesto que la población, el parque vehicular y la cantidad consecuente de tránsito tiende a elevarse. Según los cálculos del estudio de ingeniería de tránsito:

**Mediano plazo:**  
1,952 vph

**Largo plazo:**  
2,263 vph



Se considera mediano plazo el año 2024 y largo plazo el año 2029

Además, **no hay optimización posible**. No se ve alguna medida administrativa u obra de bajo costo que pueda ayudar a optimizar la oferta

## 5 Justificación de la alternativa de solución

La solución que tiene esta situación es la ampliación de la Gaza que existe actualmente. Adicionarle un carril para descongestionar el tráfico. Para que quede de la siguiente manera:

### ILUSTRACIÓN 6. COMO SE VERÁ EL PROYECTO REALIZADO



Es la solución mejor y más simple: la ampliación de la oferta existente

- Aprovecha lo que ya existe, evitando costos innecesarios
- Resuelve el problema también en el mediano y largo plazo como se demostrará en seguida
- Es la recomendación del estudio de ingeniería de tránsito
- Es socialmente rentable, según los indicadores que más adelante se verán

La evaluación técnica realizada en el estudio de ingeniería de tránsito se realizó conforme al Manual de Capacidad Vial.

Se analizaron también las intersecciones viales mediante el programa de cómputo PTV VISTRO el cual permite determinar la capacidad vial de interacciones complejas en intersecciones semaforizadas total o parcialmente y con pasos a desnivel

La proyección del mediano y largo plazo es:

### TABLA 2. PROYECCIÓN DE LA INTERACCIÓN OFERTA DEMANDA

VIALIDAD	ACTUAL	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Gaza Universitaria	C	D	D

Es decir, con el proyecto, el nivel de servicio pasará a C= Estable y para 2029 se proyecta todavía un nivel de servicio D= Poco estable que está por debajo del nivel de saturación a máximo volumen (E).

## 6 Análisis de la situación con proyecto

El proyecto es la ampliación de uno a dos carriles de circulación del paso superior ubicado en la intersección del circuito vial universitario y periférico de la juventud.

**CARACTERISTICAS:** LAS CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA OBRA, SON:

**PUENTE EXISTENTE:** 6.00 M DE ANCHO Y 510.00 M DE LONGITUD. ANCHO DEL PROYECTO: 9.60 M

- ✓ 1,096.00 M3 DE CONCRETO HIDRAULICO PARA SUBESTRUCTURA
- ✓ 665.00 M3 DE CONCRETO HIDRAULICO PARA SUPERESTRUCTURA
- ✓ 245.00 M3 DE CARPETA ASFALTICA
- ✓ 502.50 M DE PARAPETO METALICO

**AMPLIACIÓN DE LATERAL:** 475.00 M DE LONGITUD. ANCHO DEL PROYECTO: 3.50 M

- ✓ 238.00 M3 DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
- ✓ 1,200.00 M2 DE BANQUETAS
- ✓ 1.00 OBRA DE DRENAJE

**VIALIDAD LOS NOGALES:** 520.00 M DE LONGITUD. ANCHO DEL PROYECTO: 12.00 M

**PASO INFERIOR LOS NOGALES Y CIRCUITO UNIVERSITARIO:** 16.00 M DE CLARO ANCHO DEL PROYECTO: 16.40 M

- ✓ 993.00 M3 DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
- ✓ 1,128.00 M2 DE BANQUETAS DE CONCRETO
- ✓ 1.00 OBRA DE DRENAJE
- ✓ 140.00 DEFENSAS METALICAS

**SEÑALAMIENTO:** 604 SEÑALES INFORMATIVAS Y RESTRICTIVAS, 13599.59 M DE PINTURA EN PAVIMENTO Y GUARNICIONES

**INSTALACIÓN ELECTRICA:** 33.00 LUMINARIAS

### ILUSTRACIÓN 7. IMAGEN AÉREA



ILUSTRACIÓN 8. COMO QUEDARÍA



## 7 Identificación y cuantificación de costos y beneficios

### Bases del cálculo

- El multicitado estudio de ingeniería de tránsito calcula el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) en 21,050 vehículos por día. Sin embargo, El conteo que

realizó nuestro equipo durante 3 días nos lleva a calcular la TDPA en 18,887 cifra con la que realizaremos el calculo de rentabilidad del proyecto

- Composición Vehicular. Para efectos del estudio dividimos los vehículos en 3 categorías
  - Autos: automóviles, camionetas y todo vehículo de uso particular
  - Autobuses de pasajeros: todo transporte local o de servicio foráneo que se utilice para dar servicio de transportación comercial a pasajeros
  - Camiones: Vehículos pesados de más de 3 ton
- Solamente hay costos y, por lo tanto, ahorros en las horas de medio y alto congestionamiento vehicular. El ralentí no se consideró porque no llega a realizarse todavía
- Tasa de Ocupación se obtuvo por observación directa en el momento que se hizo el conteo de aforo vehicular. Se asignó personal que estuviera contando las personas a bordo de los vehículos

La tasa de ocupación observada, está contenida en el siguiente cuadro:

**TABLA 3. TASA DE OCUPACIÓN OBSERVADA**

Autos	1.8
Autobuses de pasajeros	15
Camiones	1.6

Se toma como valor social del tiempo \$70.07 pesos por hora por persona, de acuerdo a la recomendación del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos.

**TABLA 4. RESUMEN FACTORES DE COSTEO**



Factores para costeo	Tipo de Vehículo		
	Autos	Pasajeros	Camiones
Concepto			
Tasa de ocupación.	1.8	15	1.6
Valor del Tiempo (\$/hr)	\$70.07	\$70.07	\$70.07
Consumo de Combustible			
* Por frenaje (lt)	0.0174	0.0916	0.0916
* Por arranque (lt)	0.0174	0.0916	0.0916
* Por ralentí (lt/hr)	1.5	2.5	2.5
Precio social del combustible (\$/lt)	\$12.71	\$13.29	\$ 13.29
		Gasolina	Diesel
Precio de mercado del combustible		\$ 18.15	\$ 18.99
Menos impuestos		\$ 12.71	\$ 13.29

## Periodización

Para fines de este estudio, agrupamos en tres periodos el flujo vehicular, tomando como referencia los ciclos del semáforo que a su vez se basa en los aforos: el *primero*, en el que el aforo es más *bajo*; el *segundo* en el que es *medio*, y el *tercero*, en el que el aforo es más *alto*.

**TABLA 5. AFORO DIARIO**

Concepto	DIARIO				Composición del flujo vehicular %	
	Bajo	Medio	Alto	Total		
Horas del día	3	6	7	16	Automoviles	93%
Flujo vehicular / día	2,056	6,540	10,291	18,887	Autobuses de pasajeros	1.6%
Porcentaje del total	11%	35%	54%	100%	Camiones	5.4%
						100.0%

**TABLA 6. COSTO DIARIO AUTOMÓVILES**

Hora	Costo por tiempo	Costo frenaje	Costo arranque	Costo por Ralenti	Costo por consumo de combustible	Total
Bajo congestionamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Medio	\$4,901.07	\$1,344.57	\$1,344.57	\$0.00	\$2,689.15	\$7,590.21
Alto congestionamiento	\$112,998.47	\$2,115.75	\$2,115.75	\$0.00	\$4,231.50	\$117,229.97
						\$124,820.18

**TABLA 7. COSTO DIARIO AUTOBUSES PASAJEROS**

Hora	Costo por tiempo	Costo frenaje	Costo arranque	Costo por Ralenti	Costo por consumo de combustible	Total
Bajo congestionamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Medio	\$702.66	\$127.41	\$127.41	\$0.00	\$254.83	\$957.49
Alto congestionamiento	\$18,459.91	\$38.08	\$200.49	\$0.00	\$238.58	\$18,698.49
						\$19,655.98

**TABLA 8. COSTO DIARIO CAMIONES**

Hora	Costo por tiempo	Costo frenaje	Costo arranque	Costo por Ralenti	Costo por consumo de combustible	Total
Bajo congestionamiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Medio	\$252.96	\$430.02	\$430.02	\$0.00	\$860.04	\$1,113.00
Alto congestionamiento	\$6,561.20	\$676.66	\$676.66	\$0.00	\$1,353.32	\$7,914.52
						\$9,027.52

**TABLA 9. RESUMEN COSTOS DIARIOS**

Automóviles	\$124,820.18
Autobuses de Pasajeros	\$19,655.98
Camiones	\$9,027.52
	\$153,503.68

**Estos son los costos que se ahorrarán con el proyecto anualizado es \$56'028,843.20**

Se puede adivinar que es notoriamente rentable.

Se calcula un costo de mantenimiento anual por \$350,000 pesos

**Costos de molestias por la construcción de la obra.**

Durante los 5 meses de construcción de la obra, la vialidad se encontrará completamente cerrada, se tendrá que desviar el trayecto por lo que el tráfico se hará más lento. Tomando como parámetro aceptado anteriormente por el CEPEP un aumento del 50% en los costos de molestias de disminución de velocidad y aceleración.

Por lo tanto, los costos por molestias quedan así:

	<b>Costos Molestias</b>	
	Costo disminucion vel y aceleracion	x 152 dias
Autos	\$ 10,380.97	\$ 1,577,908
Pasaj	\$ 493.40	\$ 74,997
Cam	\$ 2,213.36	\$ 336,431
		\$ 1,989,336

## **Cálculo de Indicadores de Rentabilidad**

Conforme al Oficio Circular 400.1.410.14.009 de la Unidad de Inversiones de la Subsecretaria de Egresos de la SHCP, se calcula la rentabilidad de este proyecto con una Tasa Social de Descuento (TSD) del 10%

El resultado es muy bueno:

**TABLA 10. INDICADORES DE RENTABILIDAD**

<b>VPN</b>	<b>\$479,786,911.90</b>
<b>TIR</b>	<b>123.48%</b>
<b>TRI</b>	<b>111.46%</b>

VALOR PRESENTE NETO (VAN). Cuando es positivo, es decir mayor a 0 (cero), se considera que los beneficios son mayores que los costos. En este caso el VPN es muy grande, por lo que la obra es ampliamente recomendable

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR). Es la tasa de descuento que llevaría el VPN a cero. Es el punto de equilibrio el proyecto. El proyecto presenta un amplio margen de “ganancia social” por llamarlo de alguna forma

TASA DE RENDIMIENTO INMEDIATA (TRI). Determina el momento óptimo de la inversión. El año en que los beneficios del proyecto son mayores a la Tasa Social de Descuento (10%). En este proyecto la TRI es superior a la TSD desde el primer año.