



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

SOLUCIONES SOSTENIBLES EN MOVILIDAD PARA LA VÍA MADERO – LA BARRA, SIMULACIÓN FLEXSIM

**Daniela Moncada Rodríguez, Angélica María Piragua López, Alexander Reyes
Moreno**

**Corporación Universitaria UNITEC
Bogotá D.C, Colombia**

Resumen

La presente investigación corresponde al desarrollo de un proyecto del Semillero GICOST del programa Ingeniería Industrial, donde se aplicaron los conocimientos adquiridos en áreas de ingeniería, transporte y logística, por medio del software de simulación FlexSim; el cual fue utilizado para diseñar la construcción de posibles escenarios futuros, que puedan dar soluciones viables a la problemática de movilidad que aqueja el municipio.

El estudio realizado buscó mejorar la calidad de transporte de los habitantes de los municipios de Madero y La Barra, presentando una propuesta para la construcción de una ciclorruta que conecte de forma directa estos dos municipios y la reglamentación del pico y placa vehicular para contribuir a la mejora del transporte y a aquellas personas que deben desplazarse largos trayectos para poder llegar a su destino.

Lo anterior se realizó debido a que la vía vehicular que conecta estos dos municipios que comprenden las Avenidas Tamaulipas - Los Barriles tiene un alto índice de ocurrencia de siniestros viales, trancones, demoras en la movilidad, contaminación, entre muchos otros factores que contribuyen a la problemática actual en la que se encuentran estos municipios.

Palabras clave: ingeniería; transporte; logística y software de simulación

Abstract

The present investigation corresponding to the development of a project of the GICOST Seedbed of the Industrial Engineering program, where the knowledge acquired in the areas of engineering, transport and logistics is applied, using the FlexSim simulation software; which was used to design the construction of possible futures, which can provide viable solutions to the mobility problem that afflicts the municipality.

The study carried out sought to improve the quality of transportation of the inhabitants of the municipalities of Madero and La Barra, presenting a proposal for the construction of a bicycle path that connected the direct form of these municipalities and the regulation of the peak and the vehicle license plate to contribute to improving transportation since they have people who have to travel long distances to reach their destination.

This was done due to the vehicular road that connects these two municipalities that suffer from Tamaulipas Avenues - Los Barriles has a high rate of occurrence of road accidents, traffic jams, delays in mobility, contamination, among many other factors that affect the problem. current in which these municipalities are located.

Keywords: *engineering; transport; logistics and simulation software*

1. Introducción

El sistema de transporte público en los municipios de Madero y La Barra constituye un elemento de gran interés en el estudio de diferentes temas que van desde la viabilidad del transporte hasta la aptitud de la infraestructura urbana.

Este documento se hizo con base en los diferentes estudios e investigaciones de movilidad realizados en la prensa, análisis estadísticos del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) y Organización de las Naciones Unidas (ONU) habitad, con el objetivo de mejorar la movilidad de la ciudad de Tampico que cuenta con una extensión territorial de 92.73 kilómetros cuadrados, tomando como área de estudio los tramos pertenecientes a la vía principal que conecta el municipio de Madero con el municipio de La Barra, debido al alto flujo de personas y de vehículos que optan por tomar esta vía ya que es considerada como la ruta directa.

2. Planteamiento del problema

La zona de conurbada que comprende las ciudades de Tampico, Altamira y Cd. Madero, presenta dificultades en la movilidad, debido a que cuenta con una demanda diaria de 850 mil personas que usan este servicio público y solo disponen de 120 rutas para suplir esta necesidad. Según investigaciones realizadas previamente por la prensa, IMCO y ONU habitad, no se cuenta con una infraestructura óptima para ampliar esta vía por lo que muchas personas deben caminar largos

trayectos, superiores al concepto de la última milla, para llegar a sus respectivos destinos al no contar con una solución a la problemática de movilidad que los aqueja.

3. Justificación

Tampico es una ciudad y puerto del noreste de México en el estado de Tamaulipas. La más importante zona comercial y turística que la hacen una ciudad importante en la región Huasteca. La zona metropolitana de Tampico está constituida por tres municipios: Tampico, Altamira y Ciudad Madero en el estado de Tamaulipas.

El problema vial no es solo por la ausencia de transporte público, sino también por la usencia de semáforos, agentes viales. Lo que provocó que, en tan solo ocho años se han presentado alrededor de 6.610 accidentes de tránsito en solo la ciudad de Tampico (Milenio, 2018). Por lo cual esta investigación busca generar una simulación en el software de FlexSim que visualizó posibles escenarios futuros que ayuden a mejorar la movilidad y se pueda dar solución a la problemática que aqueja esta ciudad, como la construcción de una ciclorruta que conecta el municipio de Madero con la Barra y la implementación del pico y placa vehicular para regular el tránsito de los vehículos particulares.

4. Objetivo

4.1. Objetivo general

Realizar una investigación del estado actual en el que se encuentra la vía que conecta el municipio de Madero con el municipio de la Barra, de la ciudad de Tampico y encontrar posibles soluciones viables que ayuden a mejorar la movilidad de las personas que se desplazan en este tramo con el fin de disminuir los siniestros, congestiones viales y los amplios desplazamientos caminando de sus habitantes.

4.2. Objetivos específicos

- Investigar sobre los tipos de movilidad y sus implicaciones en los municipios de Madero y de la Barra (ambos pertenecientes a la ciudad de Tampico).
- Identificar la problemática actual en la que se encuentran las avenidas Tamaulipas y Los Barriles.
- Analizar e identificar las posibles soluciones que puedan aportar un beneficio concreto en cuanto a la locomoción de las personas.
- Construir escenarios futuros para el análisis de las soluciones propuestas por medio del software de FlexSim y aplicar cambios preoperacionales en las inconsistencias que se logren identificar.

5. Marco Teórico

Conforme pasan los años varias organizaciones han trabajado con el fin de tener estrategias para tener una mejor movilidad urbana en pro al beneficio de la ciudadanía. OMU (2013) “La movilidad urbana es un factor determinante tanto para la productividad económica de la ciudad como para la calidad de vida de sus ciudadanos y el acceso a servicios básicos de salud y educación” (p.1).

Para lograr el objetivo de cumplir con una movilidad apta para los ciudadanos, este será un gran desafío que involucrara a las grandes ciudades, por el motivo de que el desplazamiento de millones de personas es una variable en calidad de vida y genera retos para los gobiernos con el fin de reducir la contaminación (ONU (2017). Esto con el fin de mejorar y cumplir con las necesidades de transporte en Tampico

En el último índice de movilidad urbana nos da a conocer el nivel de seguridad en el transporte, algo que es vital para el gobierno ya que permite que los usuarios, tengan la confianza de utilizar el transporte publico y evitar utilizar el transporte privado evitando así congestiones viales.

El transporte seguro tiene el objetivo de medir el entorno de seguridad pública en la movilidad. Está estrechamente ligado con la calidad de vida de los ciudadanos, así como con las decisiones que toman para moverse. En este subíndice se miden las percepciones de inseguridad en los distintos medios de transporte, la posibilidad de estar involucrado en un percance vial o la necesidad de cambiar los hábitos de transporte por miedo. (IMCO, 2019, p.15)

A continuación, en la Tabla 1, se da a conocer el ranking en el que se encuentra la ciudad de Tampico de acuerdo con el nivel de competitividad que tiene la seguridad de su transporte:

Tabla 1. Ranking del subíndice

#	Ciudad	Nivel de Competitividad	
15	Puebla	Naranja	Medio baja
16	Tijuana	Naranja	Medio baja
17	Cuernavaca	Naranja	Medio baja
18	Tampico	Naranja	Medio baja
19	Villahermosa	Rojo	Baja
20	Acapulco	Rojo	Baja

Fuente: IMCO, 2019.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que la ciudad de Tampico se encuentra en una de las últimas ciudades contempladas en este ranking en materia de seguridad en el transporte, razón por la cual se requiere de una solución óptima, puntual y consistente para mejorar este índice de competitividad.

6. Metodología

Para realizar esta investigación se hizo necesario plantear un itinerario de cómo se iban a abordar los temas que nos llevaron a las soluciones de acuerdo con la problemática existente, se utilizó el software de simulación FlexSim como herramienta para plasmar el objetivo del proyecto.

A continuación, se presenta la metodología que se siguió para el desarrollo de este proyecto:

1. Se delimitó el área de estudio y se recopilaron los datos necesarios.
2. Se definieron los objetivos y se identificó la problemática actual en temas de movilidad.
3. Se plantearon posibles soluciones a emplear para cumplir con la oferta y demanda de movilidad en los municipios de Madero y La barra.
4. Se construyeron los posibles escenarios futuros a emplear para contrarrestar la problemática de transporte que aqueja estos municipios.
5. Se realizó la evaluación de los escenarios futuros contruidos, analizando las soluciones propuestas por medio del software de FlexSim y así poder aplicar cambios preoperacionales en las inconsistencias identificadas.

7. Avances de resultados

7.1. Parque automotor

Para el desarrollo de este proyecto se hace necesario documentar el estado en el que se encuentra México en materia de movilidad actualmente, como fuente de información se tomaron datos precisos y actuales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cual brindó información de los datos más representativos de este país y con base en la presente investigación se tomaron en cuenta la siguiente información:

En la Tabla 2 se relaciona el número de unidades vehiculares registrados por los Gobiernos Estatales y Municipales, teniendo en cuenta el tipo de vehículo y el servicio que presta.

Tabla 2. Unidades vehiculares

Denominación	2020			
	Ene P	Feb P	Mar P	Abr P
Automóvil	33,069,873	33,132,386	33,181,384	33,200,156
Camión de pasajeros	441,689	442,043	442,390	442,482
Camión de carga	11,518,407	11,562,237	11,579,577	11,596,917

Fuente: INEGI, 2020.

De acuerdo con lo anterior y basándonos en la problemática de movilidad, la población, según el diario mexicano hoyt.am, indican que una de las rutas más importantes que utilizan y que piden ampliación para mejorar la situación, es la ubicada entre el municipio de Madero y de La Barra, ya que no tienen un medio de transporte para trasladar a los habitantes principalmente al centro de Madero. La mayoría de sus habitantes caminan todos los días desde el tanque elevado de drenaje hasta la Avenida Obregón, que son 700 metros de distancia.

A continuación, en la Figura 1, se podrán observar los diferentes tramos que comprenden la conexión de estos dos municipios y la distancia que deben recorrer los habitantes por cada uno para movilizarse entre ellos.

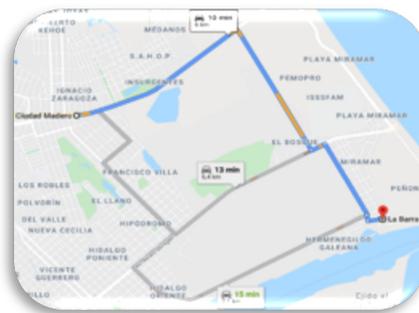


Figura 1. Vía Cd Madero a La Barra: (Google Maps)

En la imagen anterior se evidencia la ruta que comprende la conexión de los dos municipios, vía que se conforma por la unión de las Avenidas Tamaulipas y Los Barriles que tiene una duración normal de recorrido estimado de 10 minutos, pero por la problemática actual se extiende el tiempo hasta 2 horas.

Para esta investigación se tuvo en cuenta esta ruta debido a que es la más directa entre los dos municipios, lo que ocasiona que la mayoría de los vehículos la tomen generando mayor congestión en esta vía, por lo cual, por medio de este proyecto se propuso plantear una solución viable, ambiental y sostenible que ayude a contrarrestar la problemática y a mejorar los índices de resultados de movilidad en este municipio. De acuerdo con los datos anteriores, se planteó visualizar la ruta tomada para este estudio con los cambios propuestos a consideración por medio del software de Flexsim. Los resultados que se obtuvieron de la investigación se presentaron como proyecto de mejora en el área de movilidad en Tampico – México.

En la Figura 2, se indicó el planteamiento inicial del estado en el que se encuentran las vías que conectan el municipio de Madero con el de la Barra.

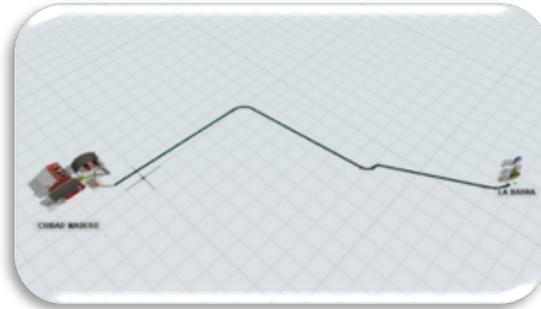


Figura 2. Simulación FlexSim: (Autores, 2020)

7.2. Alternativas de mejora de movilidad

Una de las alternativas que se planteó fue la adecuación de ciclorrutas alternas a la vía que conectan el municipio de Madero – La barra, ya que estas son las que traen mayores beneficios no solo en el aspecto de la movilidad, sino también al medio ambiente, al bienestar físico, mental y social de sus habitantes.

Actualmente la vía cuenta con una distancia de ruta de conducción 6,36 km, lo que significa que la longitud de las ciclorrutas sería menor ya que con ella se buscó optimizar los tiempos ubicándola de tal forma que pase por sitios donde los vehículos automotores no tienen acceso conectando a estos dos municipios, de una forma más efectiva con un trayecto de tan solo 4,28 km que sería la ruta en línea recta que los conecta.

A continuación, en la Figura 3, se evidenció la representación gráfica de la distancia que se recorre en los dos escenarios y el trayecto que se tomaría para la adecuación de las ciclorrutas:

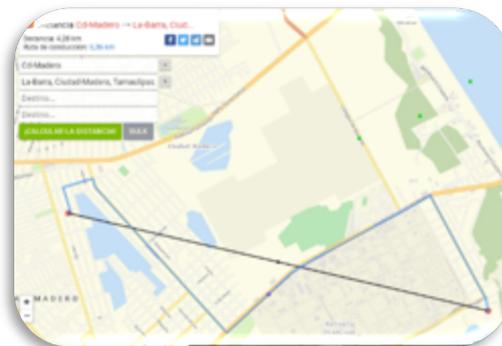


Figura 3. Ruta directa ciclorruta: (Es.distance.to, 2020)

En la imagen anterior, se observa que la ruta directa que conecta estos dos municipios (línea negra), efectivamente tiene una distancia de 4,28 Km de longitud y se identifica que para poder desarrollarla se debe desviar en un tramo que sería el que se eleva sobre la parte acuífera al iniciar el trayecto. Esto se podría solucionar iniciando la ciclorruta después y no antes del cuerpo de agua.

En la Figura 4, se presentó la simulación en el software de FlexSim. La ruta directa en donde se construiría la ciclorruta, versus la ruta vehicular principal objeto de esta investigación que comprende las avenidas Tamaulipas y Los Barriles.

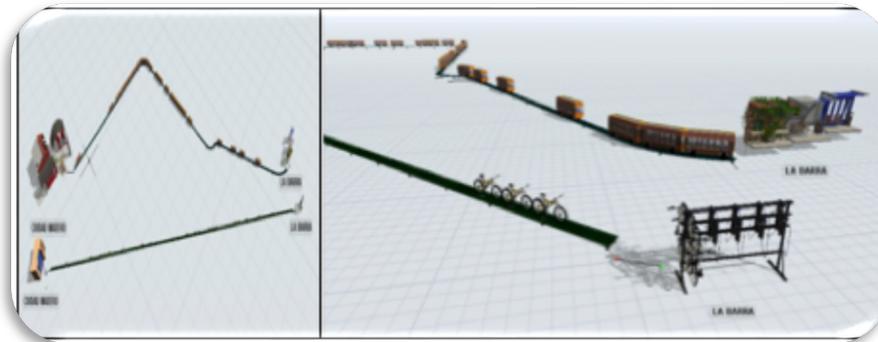


Figura 4. Simulación FlexSim y arribo de vehículos: (Autores, 2020)

Actualmente y debido a la pandemia gran parte de la población se vio en la necesidad de adaptarse a las nuevas modalidades de transporte como lo son, el privado y/o servicios personalizados. Los usuarios consideran que este servicio no es del todo seguro debido a que cuenta con alta demanda y no cubre con la necesidad de transporte en el momento que se necesita, por tal motivo, se evidencia que la alternativa de adecuar una ciclorruta que conecte estos dos municipios ayudará a que las personas tengan un menor nivel de exposición y una optimización de tiempos en su recorrido.

En la ciudad de Tampico se registra un promedio de 340.000 personas que utilizan este servicio, con la construcción de esta ciclorruta se estima que aumente en gran proporción la ocurrencia de uso de este transporte y se logre alcanzar el objetivo inicial que es brindar una solución a la problemática de movilidad que aqueja estos dos municipios, para el desarrollo de este proyecto en tiempos de pandemia, es necesario seguir las indicaciones del gobierno en donde recomienda no pedalear en grupo, uso de tapabocas al andar en bicicleta y que sea de filtro ya que provocaría problemas respiratorios en el usuario, desinfectar el vehículo antes y después de usarlo.

Otra de las alternativas de mejora que se propuso anteriormente, fue la implementación del pico y placa vehicular. Control que se puede desarrollar al mismo tiempo con el proyecto de la ciclorruta, ya que este ayudaría a incentivar a los propietarios de los vehículos automotores particulares a que guarden el carro día de por medio y en esos días utilicen la bicicleta u otro vehículo de movilidad personal para llegar a sus destinos, experimentando que de acuerdo con la situación actual de esta vía vehicular por donde transitan todos los días, se optimizarían mejor el tiempo y los desplazamientos, aportando a la conservación del medio ambiente, a su estado físico, mental y saludable (Ministerio de Transporte, 2002)

8. Conclusiones y recomendaciones

- Se puede concluir que la ciudad de Tampico necesita implementar una solución inmediata a la problemática de movilidad que los aqueja, ya que las personas están perdiendo tiempo de su productividad en el desplazamiento a sus destinos por la falta de una ruta óptima que los conecte con los lugares centrales de la ciudad.
- El estudiar vías alternas para la circulación más rápida de transporte público es una buena consideración para mejorar la calidad de vida y movilidad de las personas que se acogen a este servicio para su desplazamiento.
- La construcción de una ciclorruta alterna a la vía principal que conecta el municipio de Madero-La Barra será una nueva alternativa de movilidad que atenderá la demanda de transporte de acuerdo a la variación que se pueda presentar a nivel local, nacional y mundial.
- La implementación del pico y placa es una buena alternativa para regular el tráfico de vehículos en las vías, ya que es una medida de gestión de la oferta y demanda de transporte de una ciudad y/o municipio.
- Gracias a la reducción en un 80% de la actividad humana y la ausencia del uso de los diferentes usos de transporte que generaban un 32% de los gases invernadero a provocado que disminuya la contaminación en el aire y provocando una bioluminiscencia en distintas playas de México algo que no había pasada en mucho tiempo
- Se debe mejorar el servicio de luz de las ciclorrutas con el fin de proporcionar seguridad a ellos y en el caso de presentar una falla, atender de manera más rápida estos reportes.
- Buscar la forma de proteger a los usuarios ya que han aumentado el robo de este transporte poniendo en riesgo la vida del usuario y generando que las personas que se movilizan por otro medio desconfíen y ponga en riesgo su vida.
- El transporte en bicicleta a sido un gran aliado en tiempos de pandemia ya que evita que gran parte de la población tenga contacto con otras personas provocando que el virus se expanda.

9. Referencias bibliográficas

Fuentes electrónicas

- Bogotá, M. (06 de 08 de 2002). Movilidad Bogotá. Obtenido de LEY 769 DE 2002: https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/ley-769-de-2002-codigo-nacional-de-transito_3704_0.pdf
- Es.distance.to. (s.f.). es.distance.to. Obtenido de Distancia de Cd-Madero a La-Barra, Ciudad-Madero, Tamaulipas, MEX: <https://es.distance.to/Cd-Madero/La-Barra,Ciudad-Madero,Tamaulipas,MEX>
- GÓMEZ, C. (12 de 11 de 2018). Millenio 2020. Obtenido de por accidentes viales, 226 muertos y 5 mil 374 heridos en 8 años: <https://www.milenio.com/politica/comunidad/accidentes-viales-226-muertos-5-mil-374-heridos-8-anos>
- Habitat, U. (s.f.). unhabitat.org. Obtenido de Temas Urbanos-Movilidad.

- HOYT.am. (28 de 11 de 2019). HOYT.am. Obtenido de Vecinos de Madero caminan casi un kilómetro; piden ampliar tres rutas: <https://www.hoytamaulipas.net/notas/403283/Vecinos-de-Madero-caminan-casi-un-kilometro-piden-ampliar-tres-rutas.html>
- IMCO. (29 de 01 de 2019). IMCO Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. Obtenido de Índice de Movilidad Urbana: <https://imco.org.mx/indices/indice-de-movilidad-urbana/capitulos/indice-de-movilidad-urbana>
- Tampico, E. S. (08 de 02 de 2020). El Sol de Tampico. Obtenido de En marcha nuevo Sistema Integral de Transporte: <https://www.elsoldetampico.com.mx/local/en-marcha-nuevo-sistema-integral-de-transporte-4807331.html>
- Amaya, J. (22 de 05 de 2020). Milenio 2020. Obtenido de Bloquean carretera Tampico-Valles por falta de luz: <https://www.milenio.com/policia/tamaulipas-bloquean-carretera-tampico-valles-falta-luz>

Sobre los autores

- **Daniela Moncada Rodríguez:** Estudiante de Ingeniería Industrial. Corporación Universitaria UNITEC. 72162523@unitec.edu.co
- **Angélica María Piragua López.** Estudiante de Ingeniería Industrial. Corporación Universitaria UNITEC 72171517@unitec.edu.co
- **Alexander Reyes Moreno:** Ingeniero Industrial, Master en Administración de Empresas con Especialidad en Gestión de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente, Master en Administración Ambiental, Doctor en Ciencias Económicas y Administrativas. Profesor. alexanderreyes@unitec.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)